2023年1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 ―

2023 年 1 月号 目　　次

調　査　報　告

（ウィーン）
●グローバルな水素の取引フローの現状と今後…… 1
（シカゴ）
●米国製造業の国内回帰について…… 31

情　報　報　告

（ウィーン）EU 炭素国境調整メカニズム　企業にとっての課題 …… 41
（ウィーン）アイルランド：下水道処理におけるエネルギー削減の取り組み…… 49
（ウィーン）　欧州環境情報…… 57
（シカゴ）　米国環境産業動向…… 66
（シカゴ）　最近の米国経済について…… 70
（シカゴ）　化学プラント情報…… 74
（シカゴ）　米国産業機械の輸出入統計（2022 年 9 月）…… 75
（シカゴ）　米国プラスチック機械の輸出入統計（2022 年 9 月）…… 91
（シカゴ）　米国の鉄鋼生産と設備稼働率（2022 年 9 月）…… 96

駐　在　員　便　り

ウィーン…… 103
シカゴ…… 105

調 査 報 告

ウィーン

グローバルな水素の取引フローの現状と今後

世界での脱炭素化の流れの中、水素と、水素から生成する派生的な製品の生産が始まっている。ネットゼロ達成目標の 2050 年までに水素が重要な役割を果たすエネルギーシステムへの移行に向け、各地域でばらつきのある水素需給のギャップを埋める交易の役割と予測される規模について考察した Hydrogen Council 及び Mckinsey によるレポートを紹介する。

1． はじめに

1.1 背景

水素と、水素から生成される派生的な商品は、2050 年までに温室効果ガス（GHG）排出量を世界でネットゼロ化するために、中心的な役割を果たすことが期待されている（ネットゼロ達成に必要な年間排出量削減の 20%以上は水素でまかなえると推定されている）。水素と派生商品は、鉄鋼、大型輸送、建物の熱暖房など排出量の多いセクターの脱炭素化や、再生可能エネルギー・バイオ燃料などを含む柔軟な（調整的な）電源などのエネルギー技術を補完するものとして使用が見込まれる。

エネルギー転換期における水素の潜在的な役割については、Hydrogen Council とマッキンゼーによるいくつかのレポートで考察が行われた。「2020 Path to Hydrogen Competitiveness」では、水素のコストと経済的利益について、「Hydrogen for Net Zero」では、2050 年のネットゼロ目標に沿った総需要の伸びについて言及した。

本報告では、世界の需給の調整や最適化の課題、貿易取引によってシステム全体のコストを削減できることに目を向け、以下のような展望について考察の提供を試みたい。

具体的には、水素キャリア、アンモニア、メタノール、合成ケロシン、グリーンスチール（グリーン水素使用による製鉄）を含む水素及び派生商品の世界的な交易取引の展開と、その可能性を最大限に引き出すために必要な投資についてまとめた。本報告が、サプライヤー、バイヤー、OEM、投資家、政府といったステークホルダーに、水素の普及を加速させるための意思決定を支援する定量的な視点となることを期待する。

1.2 分析について

本「Global Hydrogen Flows Perspective」レポートは、Hydrogen Council と McKinsey の共著であり、分析のために世界の全地域、輸送業者、最終製品に関する需要と供給のバランスを図る最適化モデルを利用した結果、「グローバル水素取引モデル」として 150 万種の最適化した潜在的取引ルートを特定した。需要の側面は、この両組織が開発したネットゼロ達成経路に沿ったもので、2025 年、2030 年、2040 年、2050 年の世界気候目標の予測値がモデル化されている。

今回開発したリファレンスケースシナリオは、システム全体で最小化したコストで経済的に効率的な脱炭素化を想定したものである。このシナリオでは、現在の地政学的な貿易制限を長期的

考慮から外しているが、貿易ルートの封鎖の発生を柔軟に最適モデル化し、その影響を観察することが可能である。

更に、エネルギーシステムの転換と水素貿易の役割のより深い理解のため、リファレンスケースシナリオ検証用のシナリオ３種類を作成した。これらの代替シナリオでは、①脱炭素社会への移行が遅れた場合、②各国が国内のサプライチェーンや生産を優先した場合（自給自足)、③世界が低炭素化よりも再生可能エネルギーを優先させた場合、のそれぞれの水素貿易の展開を評価した。また、貿易が投資とコスト全体に与える恩恵を完全に理解するために、「貿易なし」の評価も図 15 に加えている。

本報告書では、Hydrogen Council が持つ業界データを使用した。将来の貿易の流れの予測には多くの不確実性が伴うため、第５章では、入力の前提条件を変化させた場合の分析成果を検証し、最小限のコスト想定に基づく様々な分析結果を見出した。

これらの結果は、将来の予測というより利害関係者への参考情報を提供するもので、実際には地政治学的考慮、既存の資産と資本、能力、ビジネス上の決定、その他の要因といったものが、最適な貿易ルート、コスト低下が顕著な水素製造の現場、地域ごとの水素普及の進展ペースなどに影響を与えるものである。

一般に、このモデルでは、EU の「欧州共通利益に適合する重要プロジェクト（IPCEI)」資金などの規制的インセンティブは考慮されておらず、また本分析は、米・インフレ抑制法（IRA）成立前に行われたことを書き添えておきたい。IRA 法の全容と適用は、その実施前段階であり、そのインセンティブが輸出に非適用、あるいは、適用される場合でもその規模が限定的である可能性を考えると、そのインパクトは不確かなものである。

また仮に IRA 法が（影響あるものとして）検討された場合、2022 年から 2032 年までの最初の 10 年間は米国産の一部が競争力を持つだろうことが予想できるものの、やはり貿易収支に与える長期的な影響は不明であると言える。

２．　需給の地域的なミスマッチ

2.1 水素のサプライチェーン

水素は、エネルギーの貯蔵やレジリエントな資源として、パイプラインや船舶により長距離を大量輸送することができるため、脱炭素のエネルギーシステム実現の上で重要な資源である。

また、製造コストの安いロケーションから、競争力の高い再生可能エネルギーを調達することで再エネの普及を促進し、エネルギー転換加速のカギとなり得る。水素は電力から製造でき、燃料や化学物質、電力として利用／変換ができるため、潜在的に電力、ガス、化学、及び燃料市場の根本的変換を促す可能性もある。

図１のように、最終用途で言えば、例えば鉄鋼や肥料などの産業材の原料、大型トラックや列

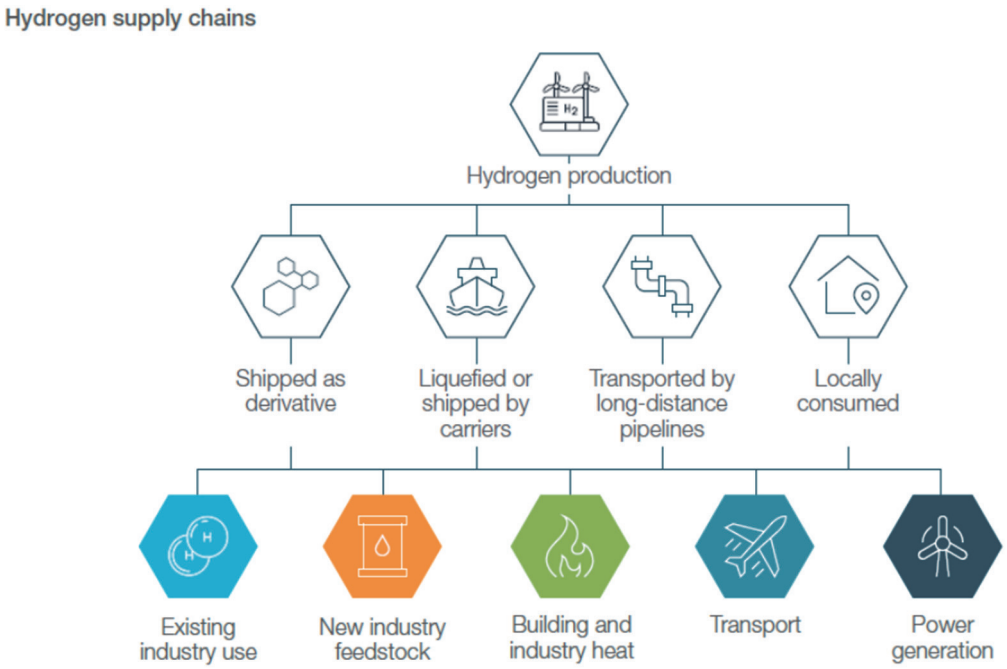


図１　水素サプライチェーンの概念図

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

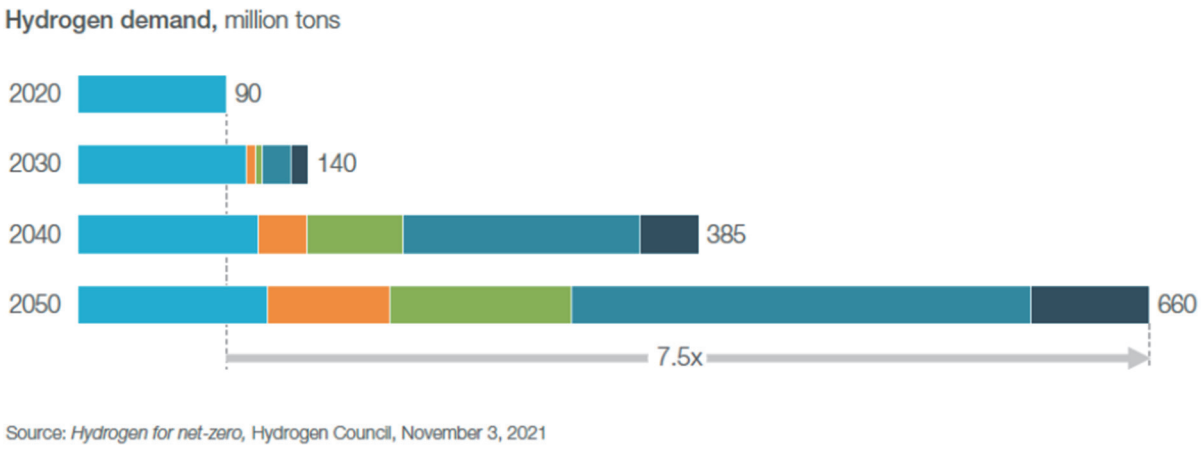


図２　世界全体の水素需要量予測（2020 年～2050 年、単位：百万トン）

※　：既存の産業向け　：新しい産業向け　：建物・産業向け熱エネルギー
　　：交通輸送業界向け　：発電用途

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

車などの長距離陸上輸送用車などの燃料、航空機や船舶の合成燃料や液体水素として、あるいは加熱用途や電力発電（バックアップ電源用など）に水素は不可欠である。

また、図２に図示の通り、ネットゼロ達成には今後、全世界で６億 6,000 万トン以上の水素が

必要となるものの、日本のように高需要だが供給過少な地域と、ナミビアやチリのように水素の現地需要は低いが、供給可能な量が多い地域との間のギャップを埋める必要がある。

2.2　クリーンな水素

水素は、2050 年までに 80 ギガトン（GT）の累積 CO2 削減量に貢献すると推測されており、これは、年間ベースで 2050 年までにネットゼロ到達に必要な排出削減量の約 20%を再生可能かつ、低炭素な水素の導入で賄えることを意味している。

（ゼロまたは低炭素排出のエネルギーにより生産した）クリーンな水素の 2050 年までの潜在的な CO2 排出削減効果はとても大きく、先述した 80GT の CO2 回避量は COVID-19 流行前の 2019 年に中国が排出した量の約８倍に相当し、また、地球温暖化による平均気温上昇を 1.5～1.8 度に抑えるための炭素予算の維持に必要な累積 CO2 削減量の約 11%に相当する量である。

2050 年までにクリーンな水素の利用により削減可能な年間 CO2 排出量は約７GT で、世界が現状の炭素排出軌道を辿った場合の、年間人為的排出量の約 20%に相当する。なお、この削減量は全ての乗用車、トラック、バス、並びに航空産業の排出分、または 2019 年時点の米国、日本に、ドイツを足した純排出量に相当する量である。

最終用途別でみると、図３に図示の通り、産業と運輸セクターでは、2050 年までに年間６GT 以上の CO2 削減、累積ベースで 70GT の CO2 を削減することで、この潜在力の大部分に寄与することが可能である。航空・海運分野における水素由来の燃料の利用は、2050 年までに 13 GT の CO2 削減の可能性がある唯一の現実的な脱炭素化オプションであると言われる。また同様に化学と鉄鋼セクターでは、水素利用により全体の削減可能量の 3 分の 1、即ち、現在の CO2 排出軌道においてそれぞれ 20%、35%の脱炭素化に寄与できる。

2.3　水素及び派生品の地域別需要とミスマッチ

地域別では、中国、インド、日本、韓国、欧州、北米で世界の水素需要の 75%を占め、今後数年で中国が最大の消費国となる見込みである。2050 年には、水素は世界中のエネルギー市場の主要な部分を占め、水素資源を活用して輸入石油や天然ガスへの依存度を減らす国もあれば、新たな輸入エネルギー資源と位置付ける国も出てくるだろう。

世界最大の一次エネルギー消費国である中国は、2050 年までに２億トン（200 MT）規模のクリーンな水素の最大の単一需要市場となる可能性が高く、次いで欧州と北米がそれぞれ 1 億トン（100 MT）、インドが 55 MT、日本と韓国を合わせて 35 MT のクリーン水素需要があると予想される。

一方、中南米、中東、オセアニア、東南アジアなどのその他の地域は、2050 年までに合計で約 175 MT の水素需要が発生すると予測されている（図４参照）。

しかしながら、現状は水素製造の最適地と需要地にミスマッチが起きている。

水素は世界のほぼ全ての地域で生産可能だが、地域の競争力に差がある。例えば、日本と韓国

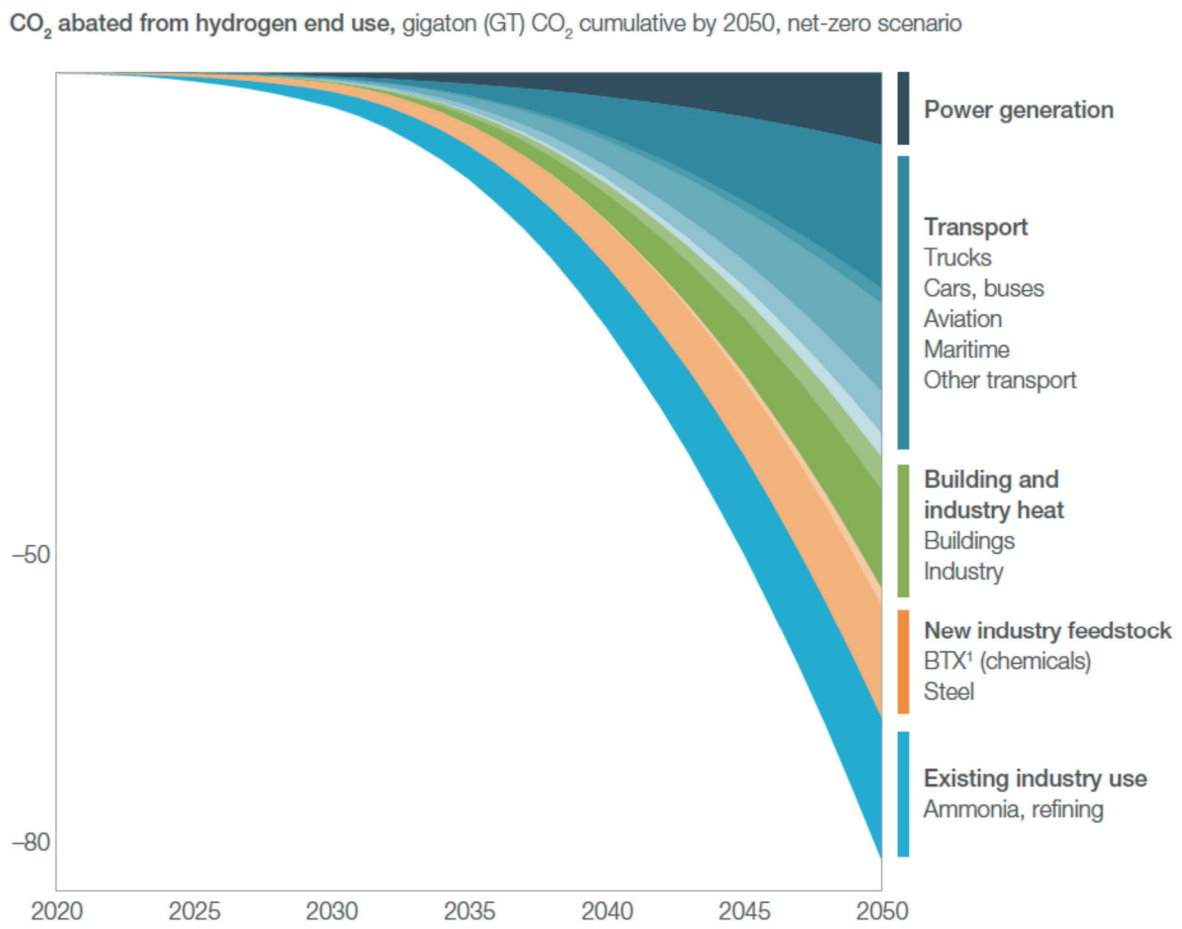


図３　水素最終用途別の CO2 累積削減量予測（2020 年～2050 年、単位：ギガトン）

※　：既存の産業向け、：新しい産業向け、：建物・産業向け熱エネルギー
：交通輸送業界向け、：発電用途

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

は競争力のある生産資源が非常に限られるため、輸入に依存せざるを得ず、中欧と西欧は生産能力の限界から、必要な需要量を現地生産で賄うことはできないと言われている（図５参照）。

地域により生産コストや商業的な潜在性は大きく異なり、以下に挙げる主に三つの要因によって影響を受けると考えられる。

A. 地域の再生可能資源と電解槽の利用率によって決まる水素製造の均等化コスト、またはメタンと炭素回収・貯留（CCS）の地域コスト。
B. 他の重要な原/燃料。例えば合成燃料の原料となるバイオ由来の二酸化炭素（バイオジェニック CO2）、もしくはグリーンスチールの製造に利用される直接還元鉄（DRI）用の高品質鉄鉱石を入手するためのアベイラビリティとコスト。
C. 地域の投資魅力（市場効率、労働力の確保、カントリーリスク要因）、新しいインフラ建設

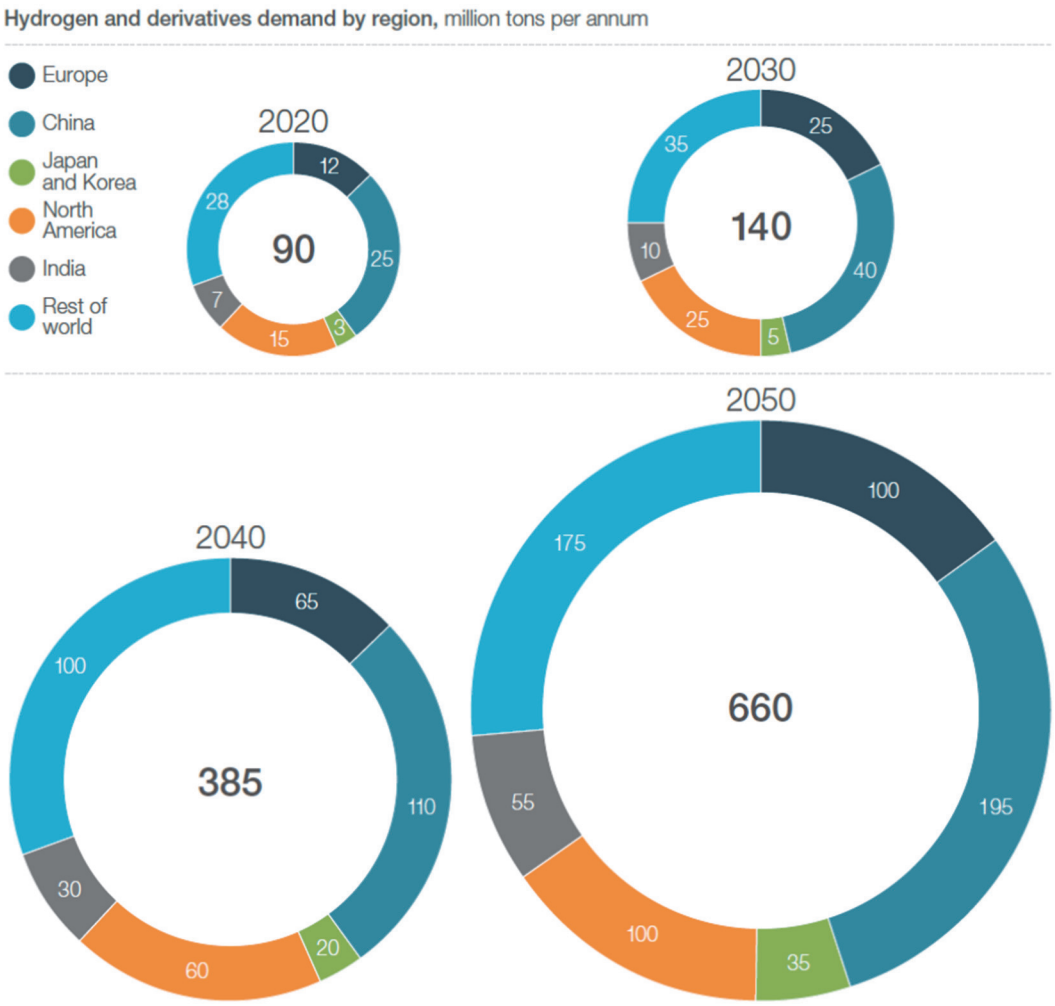


図４　主要地域別の水素需要量予測（2020 年～2050 年、単位：百万トン／年）

※　：欧州、　：中国、　：日本及び韓国、

　　：北米、　：インド、　：その他の地域

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

に対する地域社会の受容度など、国特有の要因。

水素の需要と水素製造の最適立地との乖離から、水素の製造地域と消費地域の関係性について大きく下記の三つに分類することができる。

I.　水素輸出の可能性が高い国・地域：

１kg 当たり 1.15 米ドル以下で製造可能な競争力のある水素を相当量有するが、自国需要が十分ではない。例：中東、南米、アフリカ南部（ナミビア、南アフリカ）など。

II. 安価な供給力と大きな需要の両方を持つ国・地域：

中国や北米は、競争力のある国内生産の水素で自国需要の大半をまかない、その多くを長距

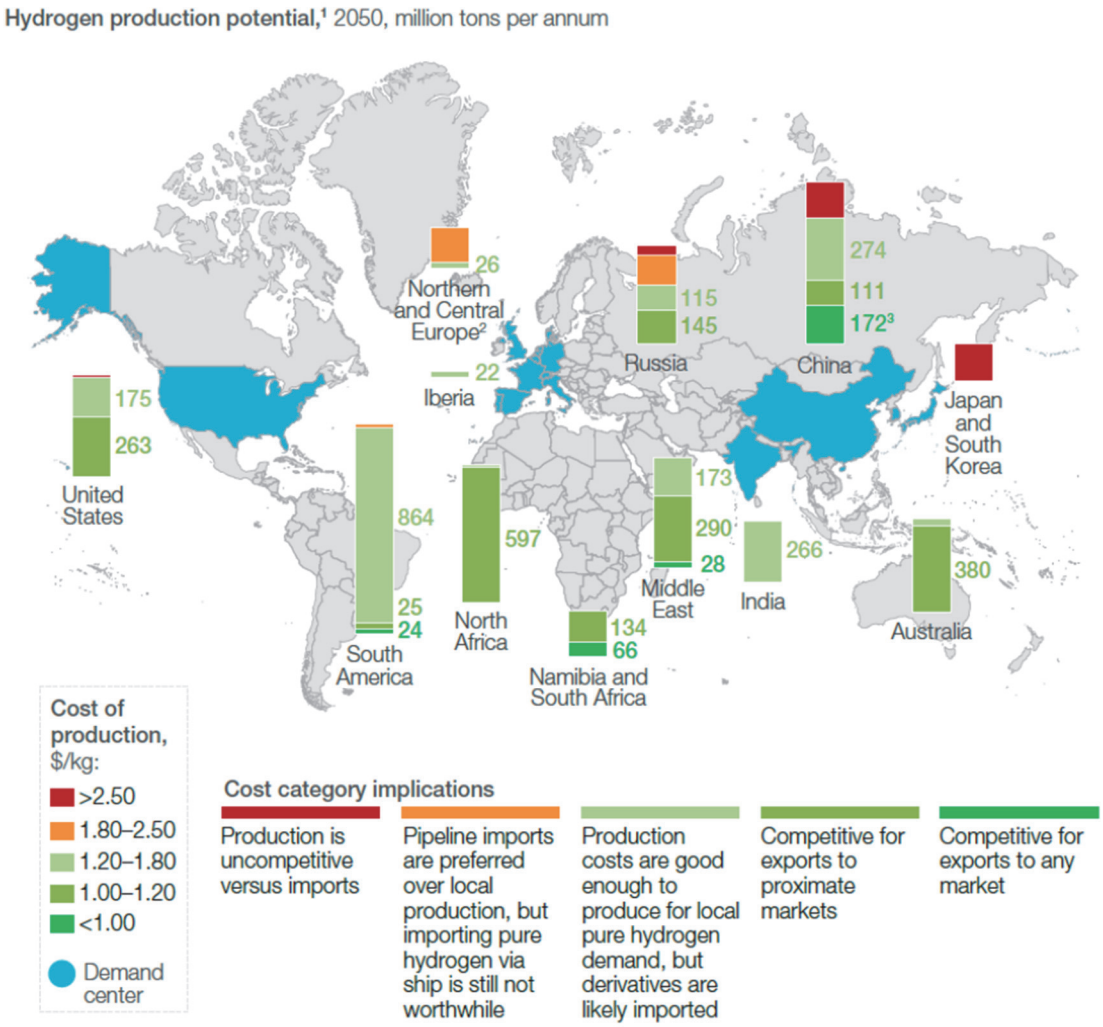


図５　主要地域別の水素の潜在的製造量（2050 年、単位：百万トン／年）

※ 製造コスト　：＞ $2.50/kg　：$1.80 － $2.50/kg　：$1.20 － $1.80/kg　：$1.00 － $1.20/kg　：＜ $1.00/kg

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

離輸送で国内各所に移送できる国である。水素製造コストは、中国の場合１kg 当たり１米ドル以下、米国の場合は１kg 当たり 1.15 米ドル以下が推測される。

III.　安価な供給が制限されている、または供給できない需要地：

ヨーロッパ、日本、韓国などの人口密集地域が該当する。ここでは、国産水素はかなり高価になりうる（１kg 当たり少なくとも 1.80 米ドル、時には 2.50 米ドルを超えることもある）。高コストの理由の一つは、土地制約による国産水素の生産能力の制限であり、特に高い国際競争力に必要な陸上風力発電や太陽光発電の開発が困難なことにある。その結果、調整力などバランシング手段としての水素利用を除き、新たな再生可能な水素の生産よりも、既存の電力システムの脱炭素化の方の取り組みが優先される可能性が高い。

2.4　輸入と国内生産の比較

水素の「地産」は一般的に支持を受けるが、水素への変換コストを加えると、最も安価な場所でその派生商品を生産し、輸出する方が有利であると考える。

一般的にはアンモニア、グリーンスチール、メタノール、合成ケロシンなど、世界に輸出するコストが低い派生商品の生産より、水素の自国生産と消費（自給自足）に注力する国の方が多くなると考えられる。また、現地生産の水素は、全体的なコストが大幅に増加する可能性がある変換（パイプラインでの圧縮は別とする）や再変換を必要としないため、競争力のある国内水素の生産に制約がある国だけが、純水素を輸入するというケースが想定される。輸入と現地生産の各国の簡単なコスト比較については下図６に記載している。

これに対して、水素の派生商品はロケーションに関係なく変換工程とそのコストが発生するため、派生商品を現地で生産するメリットは、非常に小さいと考えられる。

水素の全体コスト構成のうち輸送交通費は、体積密度の高さの理由から比較的小さいため、水素製造コストの競争力は、輸送コスト分の追加があってもあまり影響を受けない。

需給条件に関する各国の異なる立ち位置と、生産コスト、並びに変換、輸送、再変換（工程）の暫進的な進化が絡まり合う環境下では、貿易の裁定的な取引状況が出現し変化することを意味する。その結果、貿易の要件とルートはダイナミックに変化する、との認識が必要であろう。

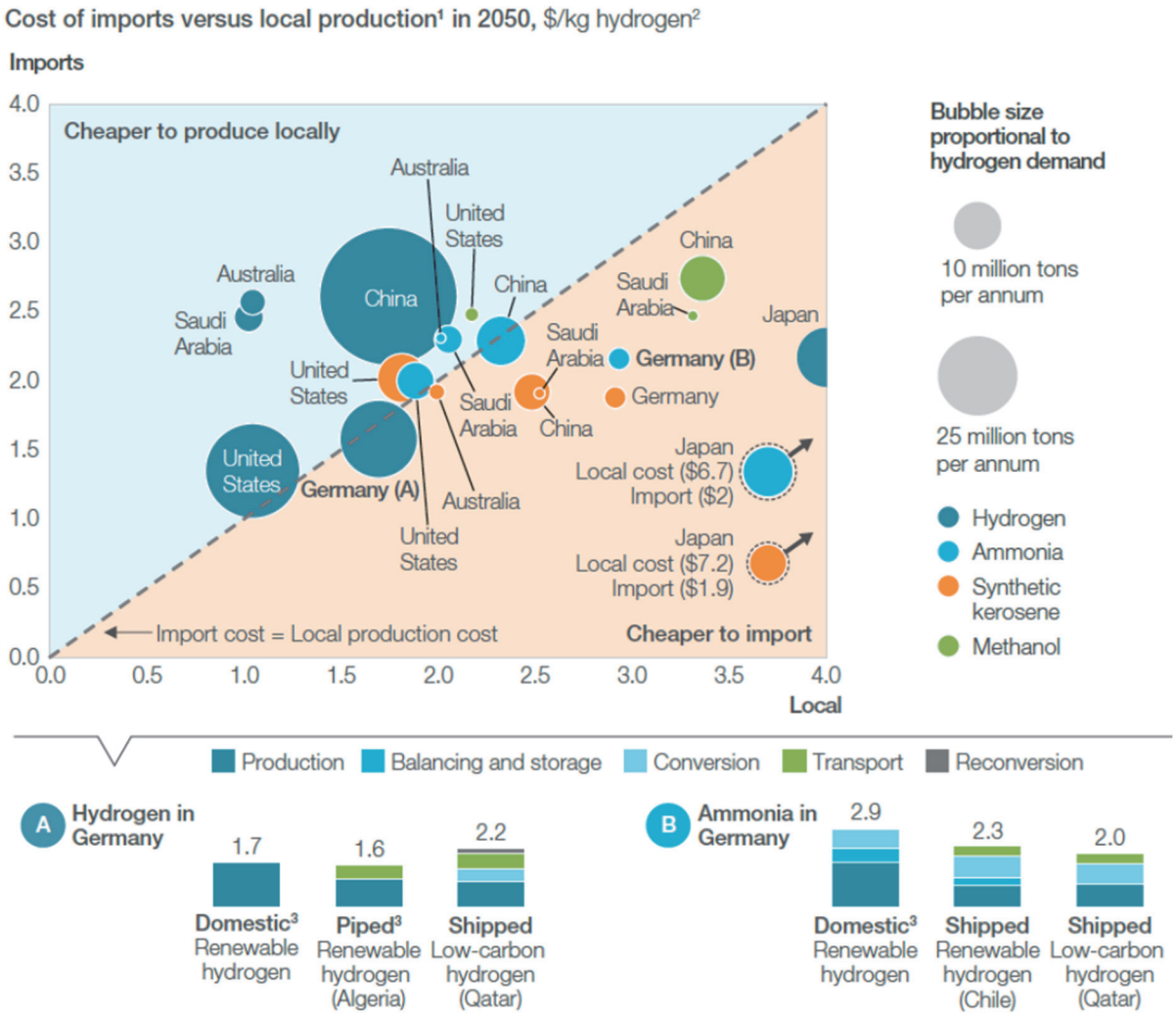


図６　主な国別の水素の輸入と現地生産のコスト比較（2050 年、単位：米ドル／kg）

※　需要量 ●：水素　●：アンモニア　●：合成ケロシン　●：メタノール

※　下表グラフ　■：製造　■：バランシング・貯蔵　■：変換　■：輸送　■：再変換

出 典 ： Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

3．脱炭素化のための効率的な水素貿易とは

3.1　主な水素産地とコスト

地域によっては、水素製造コストが数倍高くなることもある。

チリや中東など、他の地域よりコスト面で有利な地域もあり、2050 年における水素製造コストの 33%は 1 kg 当たり 1 米ドル未満になるとも言われる（詳細は図 7 を参照）。

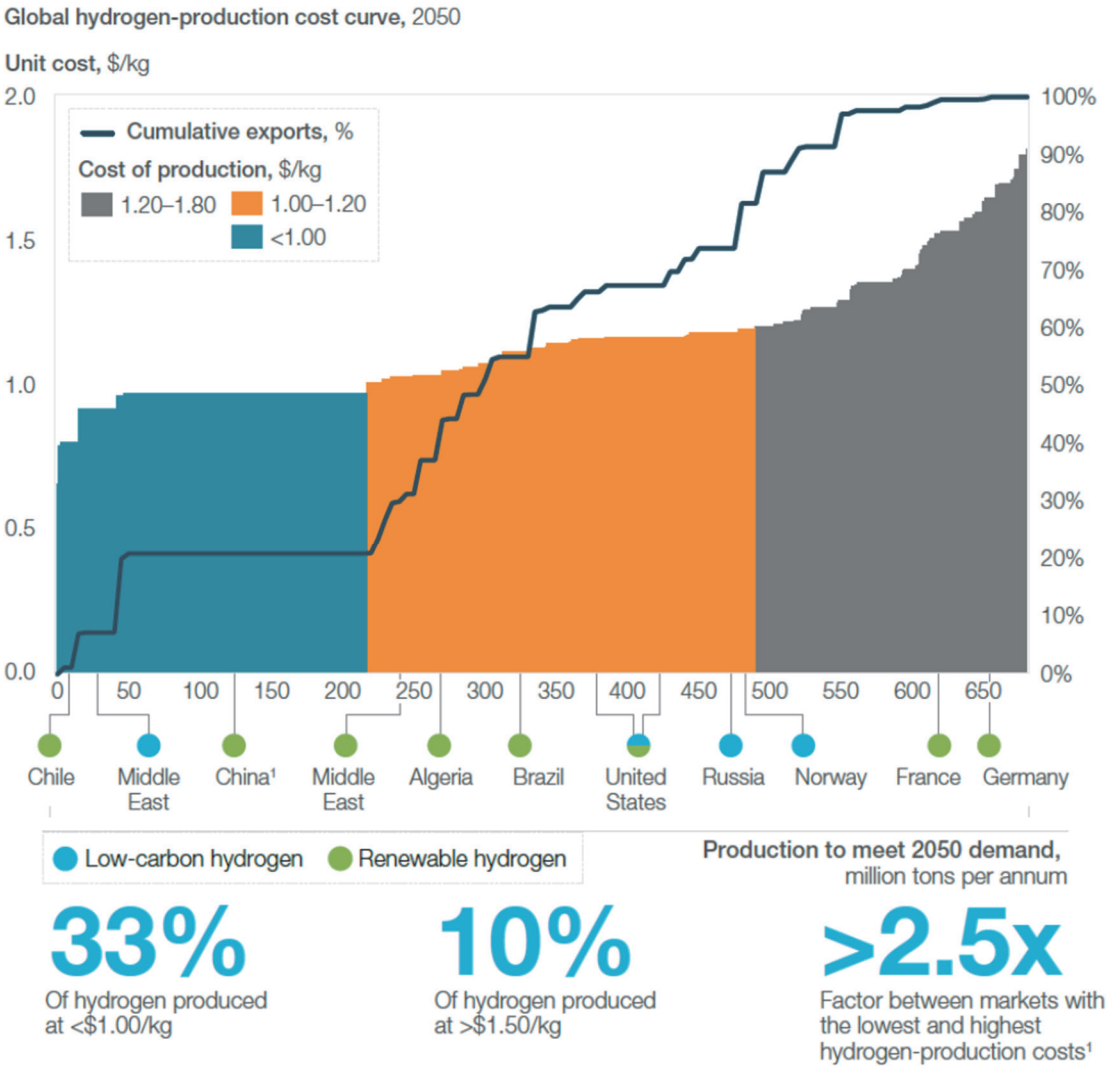


図７　主な国別の水素の生産コストカーブ予測（2050 年）

※　縦軸右：――　累計輸出増加率（%）

※　縦軸左：単位当たり製造コスト（$/kg）■：1.20 － 1.80　■：1.00 － 1.20　■：＜1.00

※　🔵：低炭素なエネルギー由来の水素　　🟢：再生可能エネルギー由来の水素

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

産地は主に階層別で下記の３種類に分類される：

① 最適地。チリや中東などの最も安価で優れた水素の生産地では、2050 年までに製造コストが１kg 当たり１米ドル未満になると言われる。これらの地域は、最も安価なガスに加え、恵まれた風力及び日射量の条件などを有しており、優れた輸出拠点となる傾向がある。

② 次善最適地。この層には中国、北アフリカ、米国などが含まれ、一般的に優れたリソースを有しており、有利だが最適地ほどの優位性はなく、１kg 当たりのコストは１～1.20 米ドルと推測される。自国内の需要を満たすうえ、近接国の市場で輸出競争力が高い傾向がある。

③ 非最適地。この層の国々の製造コストは、通常１kg 当たり 1.20 米ドルから 1.80 米ドルと高く、水素製造コストは陸上風力、太陽光、競争力のある固定式洋上風力などの技術（の有無）に影響される。該当する国はフランスとドイツだが、日本や韓国など、更に多い制約のため生産資源がより高コストとなる地域もある（日韓の場合は、経済的に成り立たないため、これらの資源が水素の製造に活用されることはないと考えられる）。

3.2　クリーンな水素輸送を見据えた今後の取引トレンド

クリーンな水素の世界取引は、現在から 2050 年にかけての拡大・深化が見込まれる。

長距離輸送では、当初は派生商品が占める割合が大きいが、エンドユース向け水素は、パイプライン網の整備拡大と、水素キャリアのコスト競争力の向上により、徐々に規模拡大が見られると予想される。図８の通り、2050 年までに世界のクリーンな水素と派生商品が長距離輸送される量の規模はおよそ 400 MTPA に達するとの予想がある。

水素貿易には、下記に挙げる特徴的な四つのフェーズが現れると考えられる。

A) 第一次：派生商品の取引（2025 年まで）。既存のグレーアンモニアとメタノール取引の一部が、北米、中東、ノルウェーから欧州・アジアへ輸送される、よりクリーンな商品に置き換わる。

B) 第二次：パイプラインの本格展開（2030 年まで）。初の長距離水素パイプラインの整備により、北米内と欧州内でそれぞれ水素の大規模輸送が可能となる。アンモニアやメタノールを中心とした派生商品の取引が本格化し、グリーンスチールや合成ケロシンの最初の本格的な取引フローが開始される。

C) 第三次：市場の成長により流動性が高まる（2040 年まで）。パイプライン輸送が加速し、水素の年間輸送量は 60 百万トン（60 MTPA）を超える。アンモニアと合成ケロシンが派生商品取引の拡大を牽引し、水素キャリア運搬船の取引量も一定規模に達する。

D) 第四次：完全に成熟した取引市場（2050 年まで）。パイプライン水素輸送の規模が拡大し、取引量が 140 百万トン（140 MTPA）に達する。アンモニア、合成ケロシン、グリーンスチールなどを含むほとんどの水素製品の取引量が 10 年間で 50%増加し、最終用途向け水素の出荷量は、9 MTPA から 22 MTPA へと 2.5 倍以上に増加する。

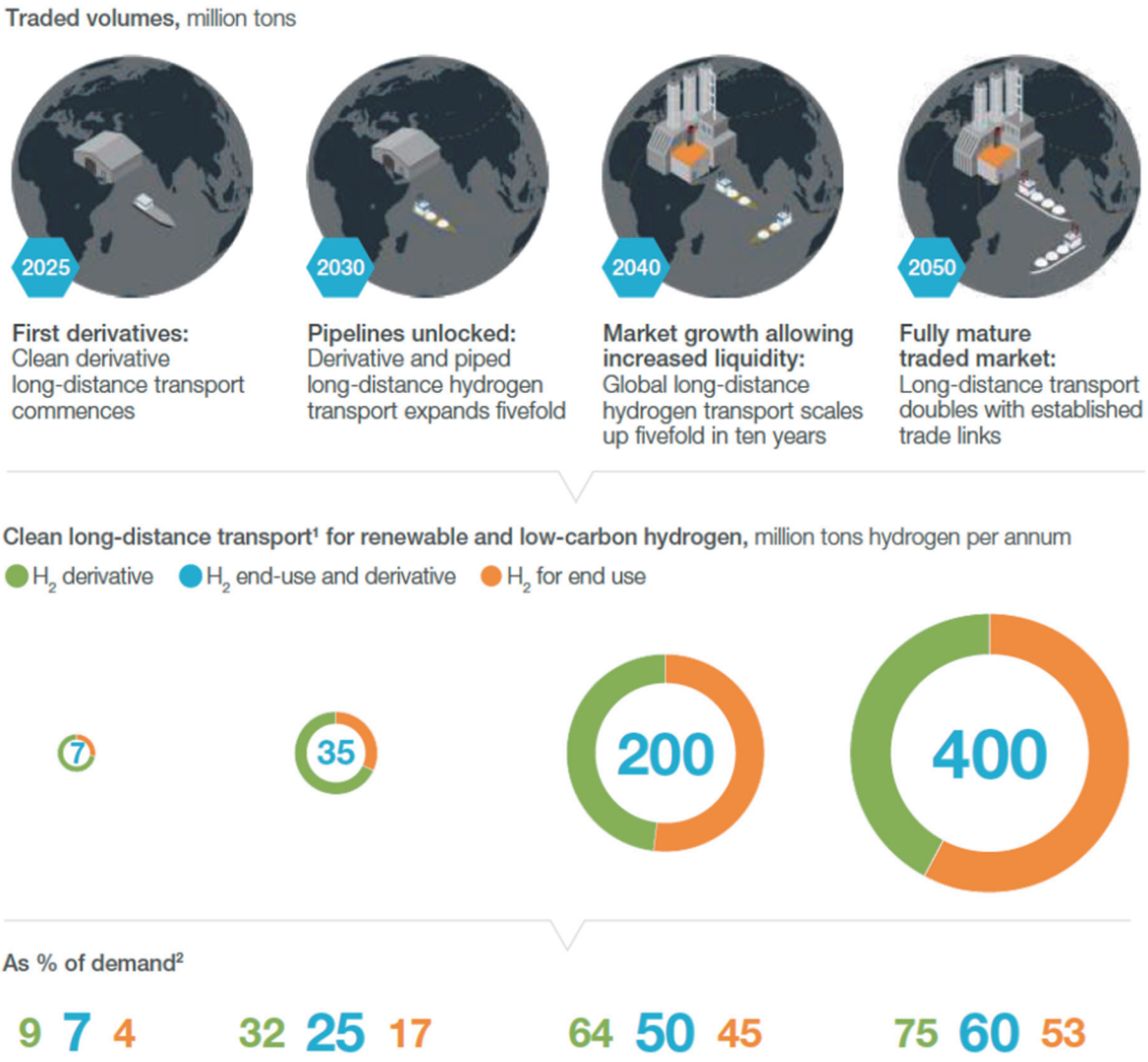


図８　クリーンな水素の 2025 年～2050 年の取引規模の進展予測、長距離輸送量の推移予測

※　上図：取引規模（単位：百万トン）

※　下円グラフ 再エネ及び低炭素由来の水素の長距離輸送量の予想（単位：百万トン／年）

●：水素派生商品　●：水素エンドユース及び派生商品　●：水素エンドユース

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

3.2.1　2030 年まで：初期の貿易ルートが確立される

2030 年までには、初期の貿易ルートとして、１MTPA 以上の規模のパイプライン輸送の水素と水素派生商品の出荷量からなるおよそ 10 本の取引ルートに加え、その他多くの小規模な貿易ルートが出現し始めるだろう。

図９の通り、水素供給能力の国内制約に加え、利用可能な再エネ容量が主に電力系統の脱炭素化に振り向けられることから、2030 年までにはヨーロッパへの最初のパイプラインによる輸入が行われることとなり、ノルウェーなど競争力のある市場から低炭素な水素の供給が加速すると予想される。日本、韓国、シンガポールなどの市場も供給制約に直面するが、需要増大に対応する

ため、キャリア船を使った水素の輸入を開始することになる。

アジアのクリーンメタノール需要に加え、世界のクリーンアンモニア需要の増加が、オーストラリア、中東、北米などからの出荷を促すと思われる。

また、ブラジルやチリなどの中南米、北アフリカ、アフリカ南部など、競争力のある生産地からアジアや欧州へ向けた流れも、最初は少量ながら始まってゆくと予測される。

最後に、近接地からの出荷量が域内需要を十分に満たせない場合、オーストラリアなどから欧州への代替的な長距離輸送が行われる可能性もある。

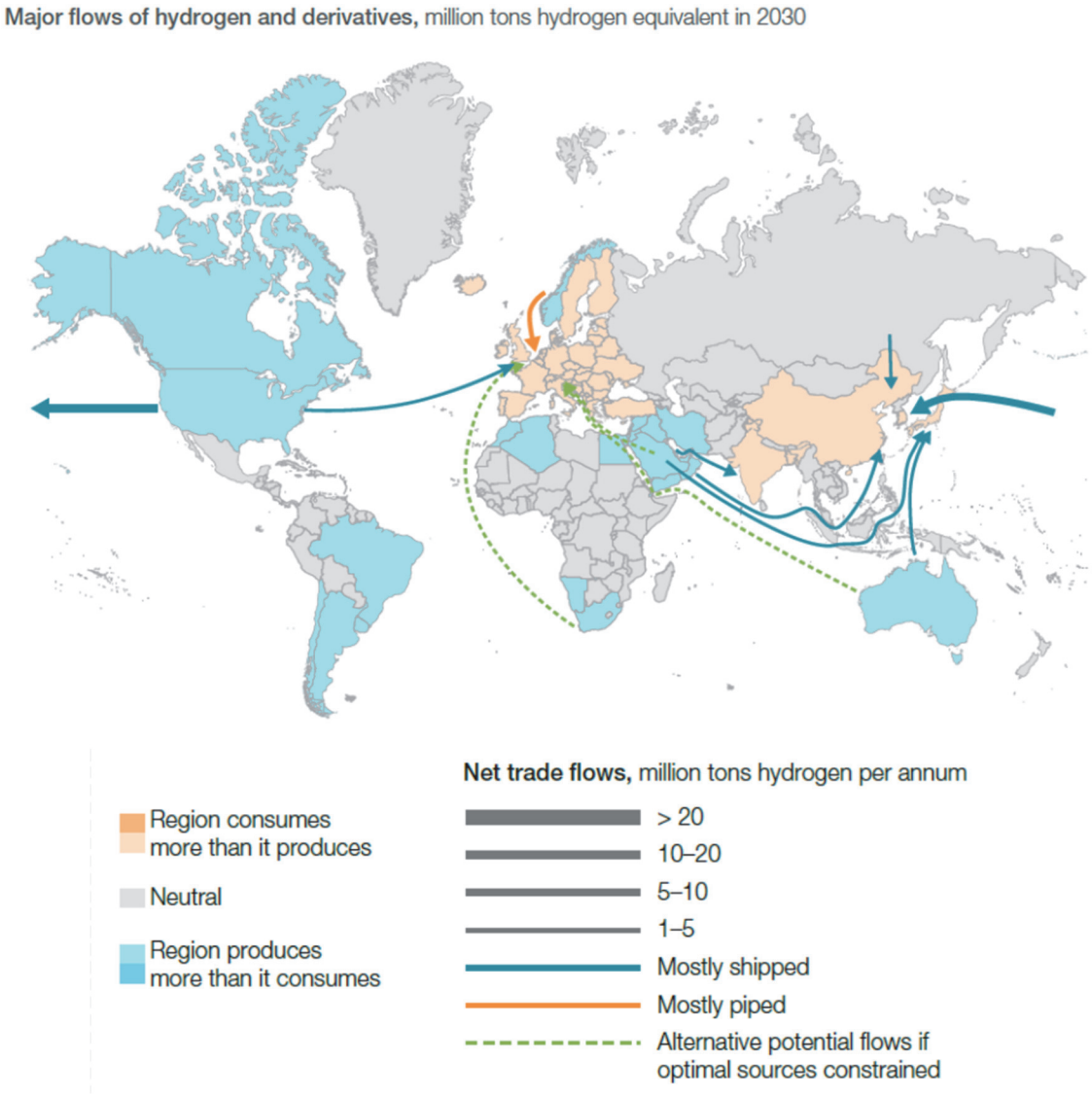


図９　水素と派生商品の主な国際取引フロー（2030 年、単位：百万トン／年）

※　——：主に海上輸送　　——：主にパイプラインによる輸送　　- - ：制約がある場合の潜在的な代替ルート

※　　：供給力に対し需要過剰な地域　　：どちらでもない地域　　：需要量に対し供給過剰な地域

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

3.2.2　2050 年まで：広範で深い貿易のつながりが地球を結ぶ可能性がある

最大規模では 20 MTPA 以上の、少ない規模でも 1 MTPA 以上の貿易ルートが 40 種類以上まで拡がり、欧州は主にパイプライン輸送、アジアは主に海上船舶輸送が手段となる。また、2050 年には市場は成熟し、大きな流動性を持つようになると予想され、優先的取引ルートがいくつか定着していると考えられる。主に予測される特徴を下記に挙げ、図 10 に図解する：

- 欧州の水素需要量拡大により、特に北アフリカ産の再生可能な水素のパイプラインによる輸入機会が本格化する。
- 中東は水素の輸出大国として台頭し、水素、アンモニア、合成ケロシンを中心に、特にアジア向けの広範かつ大規模な海上輸送による水素貿易が行われる。
- アジアや欧州のグリーンスチールや合成ケロシンの需要増に呼応し、南米からの輸出が拡大する。
- オーストラリアは、アジア諸国向けのアンモニア輸出の主力積出地となるほか、輸出は多様化し、北米も重要なアンモニア輸出国の一つとなる。
- 低い生産コストと豊富な CO2 量により、北米から中国へ向かうメタノール輸出が促進される。

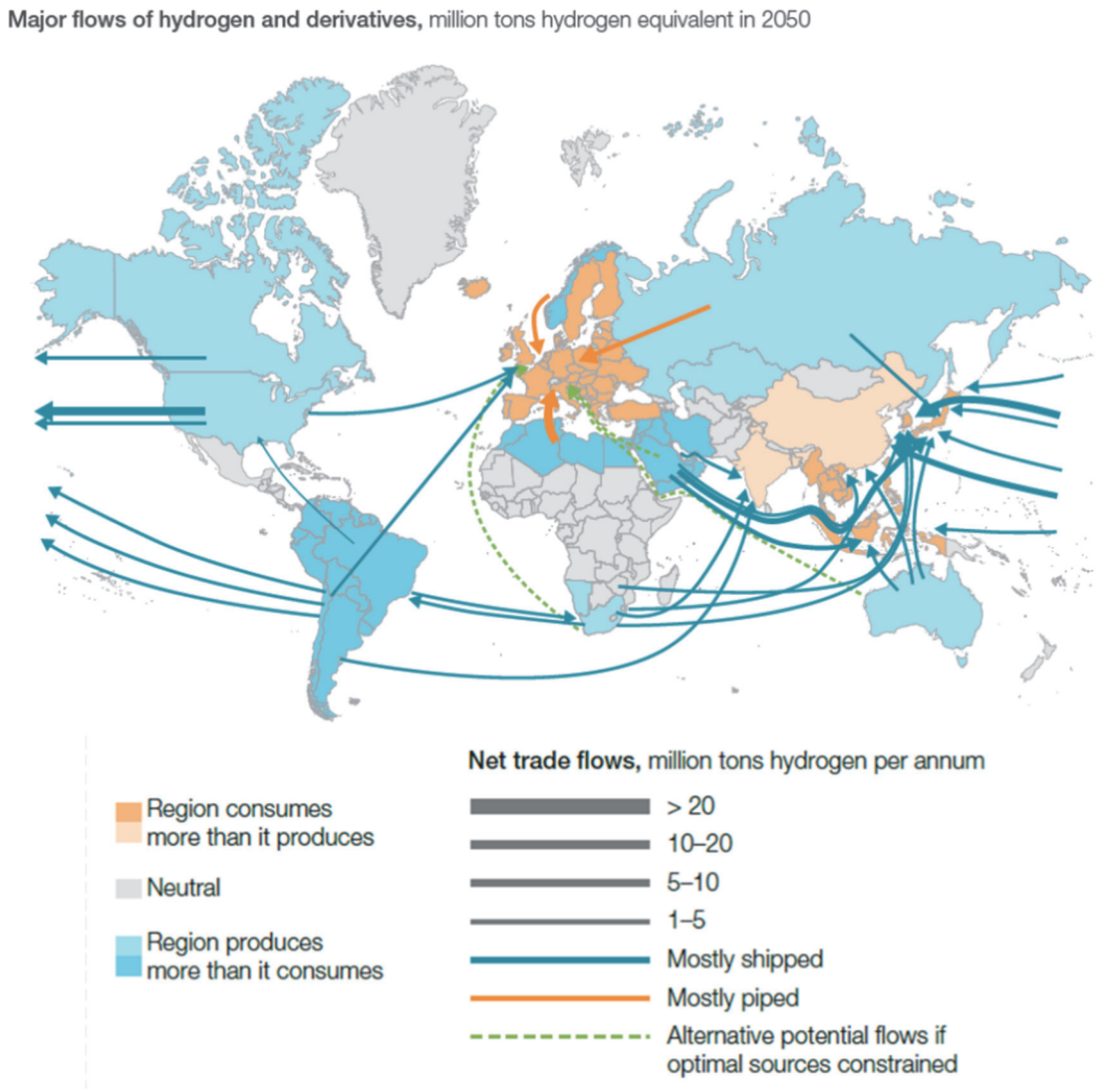


図 10　水素と派生商品の主な国際取引フロー（2050 年、単位：百万トン／年）

※ ：主に海上輸送　：主にパイプラインによる輸送　：制約がある場合の潜在的な代替ルート

※ ：供給力に対し需要過剰な地域　：どちらでもない地域　:需要量に対し供給過剰な地域

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

2050 年には、水素生産地域でもそれぞれ専門化が進むと共に、競争力に応じて貿易・輸送ルートの再編成が行われる可能性がある（詳細は図 11 を参照）。

パイプライン輸送が最大の長距離輸送手段となり、中国国内と北米内、そして欧州へ向かう大きな流れが形成される。生産地域は、現地の資源条件や輸送コストにより相対的な競争力を持つ地域への派生商品の輸出に特化し始める。

最も規模の大きい長距離輸送は、中国西部から東部へ向かう中国国内のパイプラインと、米国内のパイプラインで見られるであろう。また、欧州はノルウェーや北アフリカなど、周辺地域からパイプラインによる大量の水素を輸入するようになる。

パイプライン水素に続いて、アンモニアと合成ケロシンが最も多く取引される製品となり、輸出と輸入は概して世界の各地で広く行われる。アンモニアは、オーストラリア、中東、北米、北アフリカが主な輸出地となるであろう。また、合成ケロシンは最大の輸出国・地域が、チリ、中東、及びアフリカ南部となり、グリーンスチールに関してはブラジルとカナダが輸出の中心地と化し、中国に向けても出荷されるようになると予想される。一方で、メタノールは北米からの中国向けが主要な交易ルートとなり、海上輸送による水素取引は中東から日本や韓国向けが主体となっているであろう。

最適化された世界の貿易システムでは、オーストラリア、中東、アフリカ南部からヨーロッパ向けといった初期に存在した取引ルートが、世界全体の取引ルートのリバランスによりアジア向けに転換される可能性もある。

3.2.3 2050 年までに全水素の 70%が再生可能エネルギー源からの供給により製造される

2050 年までには、二酸化炭素の回収を伴わない天然ガス由来の水素は段階的に廃止されていると考えられる。システムコストが最小化されている場合、再生可能エネルギー由来と低炭素なエネルギー由来の水素の比率は 70：30 となっていると考えられるが、この比率は地域により異なる。

図 12 の通り、CCS など炭素排出対策がされていない天然ガス由来の水素は、2040 年までには大幅に生産が削減され、2050 年までに完全廃止となる。2030 年には、初期段階の低炭素・再生可能エネルギー由来の水素の生産が、全体的な世界の水素生産と、欧州、中東、北米などの主要市場で、同程度のシェアを占めるようになる。

2040 年には、オーストラリア、アフリカ、中国、中南米などの産地からの、水素供給増加分のほとんどが再生可能エネルギー由来の水素となり、中東や北米でも低炭素エネルギー由来の水素

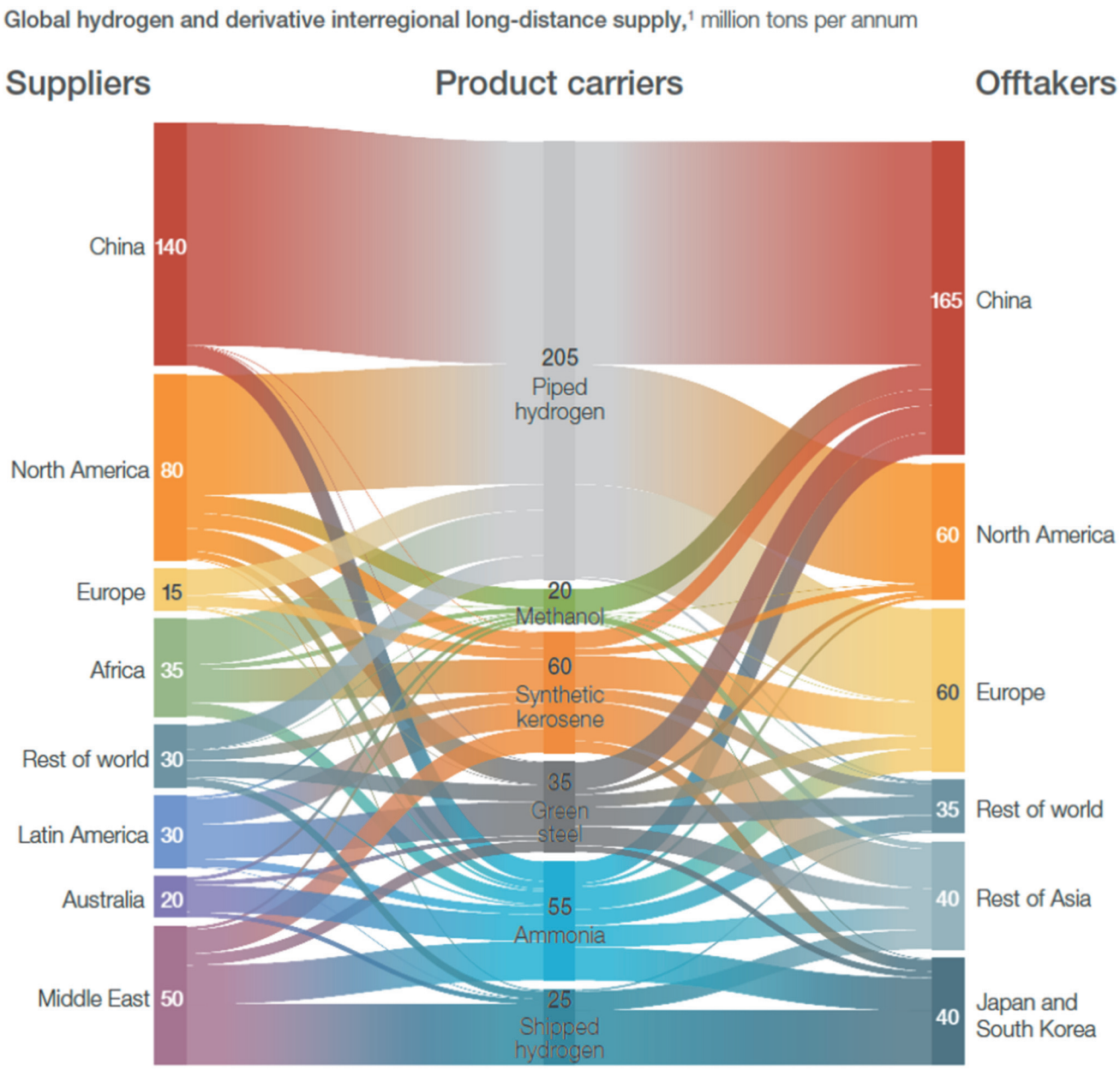


図 11　水素と派生商品の主な長距離の国際輸送フロー（2050 年、単位：百万トン／年）
出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

生産の強い伸びが見られるであろう。

中国市場の継続的な拡大と他の再生可能エネルギー由来の水素生産地域との貿易の拡大により、2050 年までに再生可能エネルギーによる水素供給が全体の 70%を占めるようになると予想される。

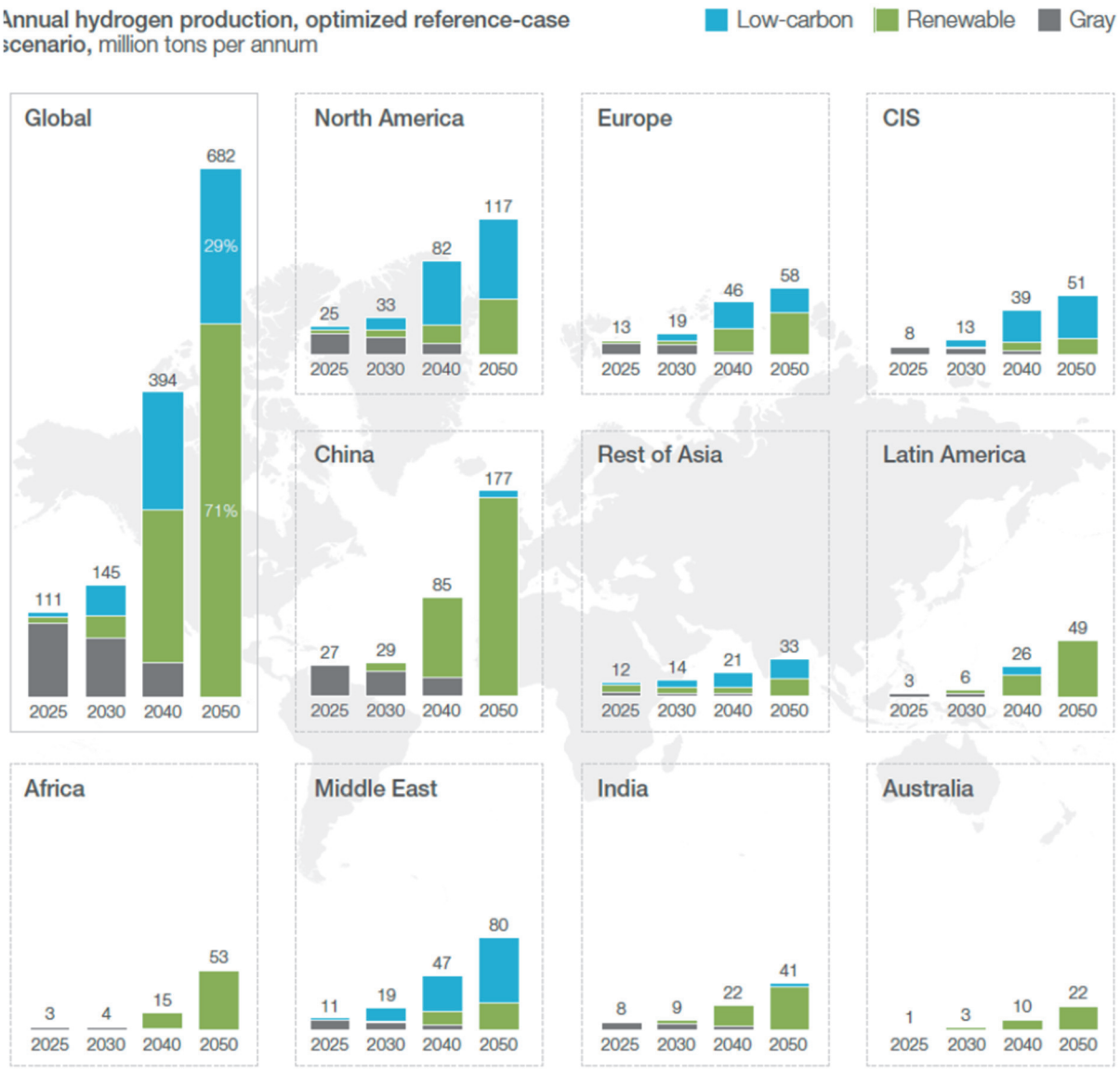


図 12　最適化した参考シナリオによる水素製造量の伸び

（2025－2050 年、単位：百万トン／年）

※　:ブルー水素（低炭素なエネルギー由来の水素）

:グリーン水素　　:グレー水素

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

3.2.4 2050 年までの海上船舶、及びパイプライン輸送能力

水素やその派生商品、CO2 などの主要原料の輸送には、相当な輸送能力が必要であり、一方、パイプライン水素輸送には、天然ガスのパイプラインの再利用・適正化を行う必要がある。

図 13 に図示の通り、水素と派生商品の本格的な海上貿易の実現には、2050 年までに、世界で現在約 1,500 隻ある液化天然ガス（LNG）運搬船の約 75%に当たる 1,100 隻以上の船舶が必要と予想される。当初はアンモニアとメタノール向け船舶の再利用で、また、合成ケロシンとグリーン

スチールペレットは既存のプロダクトタンカーとバルクキャリアを活用した輸送が可能であるが、いずれは専用の新造船に置き換える必要がある。

主な課題は、水素と CO2 キャリアのスケールアップが 2030 年までに、もし実現しなければ国際貿易のリスクとなりかねないことにある。水素や CO2 キャリアを運ぶ船は大型化する可能性があるため、これらのキャリア（変換技術）のスケールアップが実現化すれば、必要な船の数は推定より相当少なくすむのである。

また、水素とその派生商品の輸出入を促進するために、世界の水素輸送船の港湾取扱貨物容量を、今のロッテルダム港かシンガポール港の約３～４倍の容量に相当する 20 億トン以上に拡大する必要がある。既存の主要港では、メタノールとアンモニア向けの取扱量の能力拡大が必要になると思われるが、輸入船舶向けの既存インフラのほとんどは、グリーンスチールや液化貨物に再利用できると思われる。また、主要港以外の遠隔地に存在する（全く新規に開発が行われた）グリーンフィールドの水素生産地には、新たな港湾設備の整備が必要となる。

最終用途向け水素の半分（2050 年に年間約４億４千万トン）がパイプラインによる長距離輸送となり、2030 年までの長距離（長さ 1,000km 以上）パイプライン輸送については、中国や北米市場はほぼ全量が国内向け、ヨーロッパ市場内では国際取引向けとなる。この実現化のために、米、中、欧州はそれぞれ 2025 年までに水素パイプライン網の整備に関する投資決定を行う必要がある。

2050 年までには、国際取引と国内の長距離輸送の量がほぼ均等となると予想される。

４．世界の水素投資

4.1 2030 年、2050 年の予想

2050 年までに必要となる 10 兆米ドルの総投資額のうち、貿易に関連するインフラ分については 2030 年以降、1.5 兆米ドルを占めると予測される。

図 14 の通り、水素の累積投資額は 2030 年から 2040 年にかけて５倍に拡大し、2050 年までには更に２倍となるが、その大部分は再生可能エネルギー由来の水素製造向けであり、貿易関連の投資額は投資全体の約 15%を占めると思われる。

2030 年以降は、再生可能な水素製造向けの投資は全体の 55～60%を占めるようになり、その４分の３以上は、太陽光、陸上風力、洋上風力などの再生可能エネルギー発電への投資である。

水素や派生商品の需要が大きい国は、不足する国内生産を補完するため世界貿易に目を向けるようになるため、パイプライン、キャリア輸送船用の水素再変換設備、船舶に対する本格的な投資の増加は 2030 年以降に見られると思われる。

4.2 水素と派生商品の貿易による投資費用の節約

図 15 に図示の通り、貿易の整備により 2050 年までに資本投資額と運用費用の総額（システムコスト）の 25%（4,600 億米ドル）の節約が可能となる。システムコストとは、バリューチェーン全体における資本支出と運用支出の合計である。輸送と再変換への投資により、大きな利益を

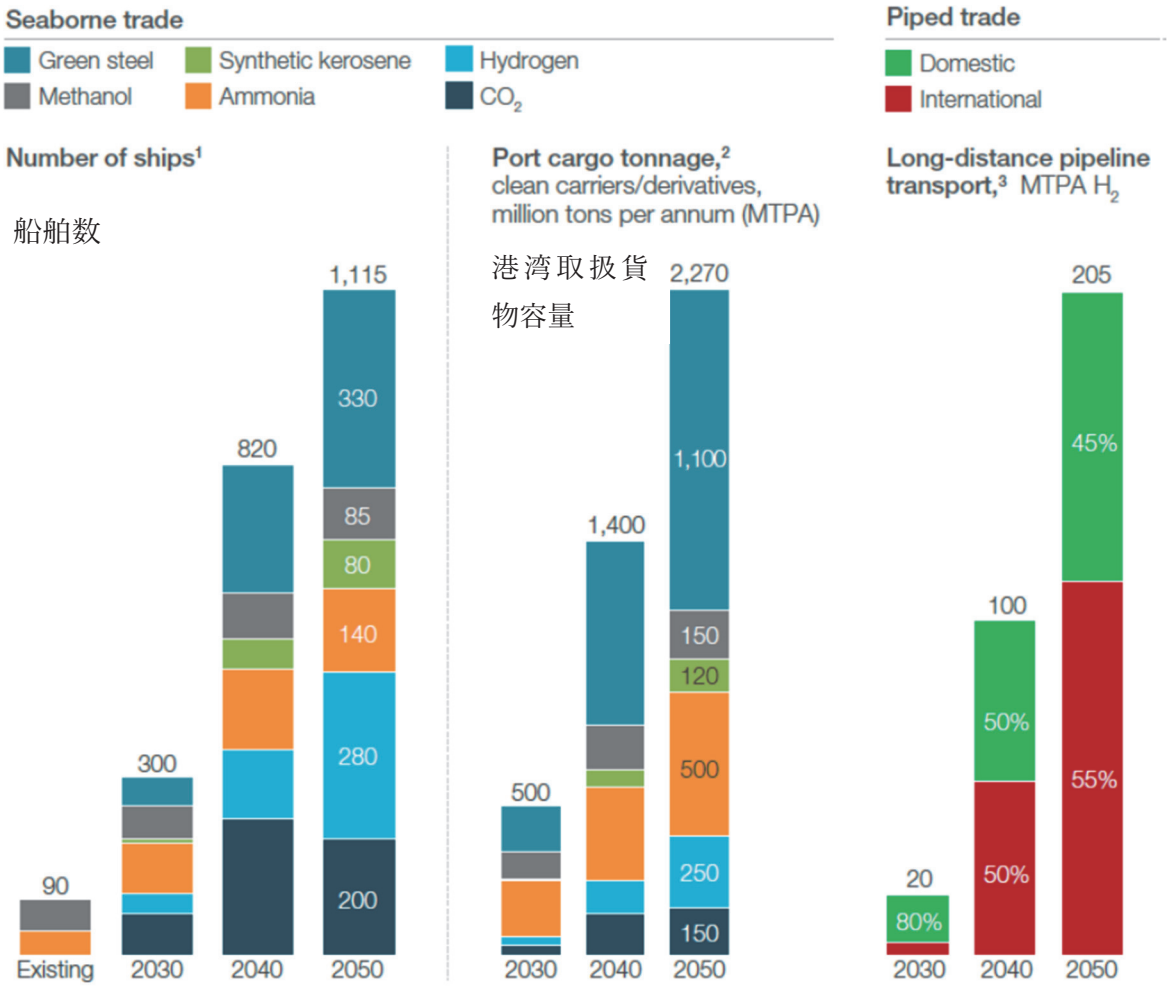


図 13　水素輸送量（海上・パイプライン）の推移予測（2030-2050 年）

※　左側（海上）：:グリーンスチール　：合成ケロシン　：水素　：メタノール　：アンモニア　：CO2

※　右側（パイプライン）：:国内取引　：国際間取引

出 典 ： Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

得ることができるが、この効果は主に生産コストの削減によってもたらされるであろう。

長距離輸送の整備に、2050 年までに年間 1,400 億米ドルの投資が必要となる見込みである。

この投資は水素派生商品の輸送用の 1,100 隻以上の船舶とキャリア運搬船、及び 200 MTPA 以上の水素輸送に必要なパイプラインの建設費用をカバーする。

これらの投資と、再変換コストの削減額（300 億米ドル）、更に水素生産コストの低い地域が生産と輸出を拡大することなどから、2050 年までに削減可能な水素製造コストは約 5,700 億米ドルに達すると予測される。

長距離輸送と貿易により、貿易を完全に欠いたシステムと比較して、2050 年までに累計システムコストで５兆米ドル以上の節約ができる予想である。

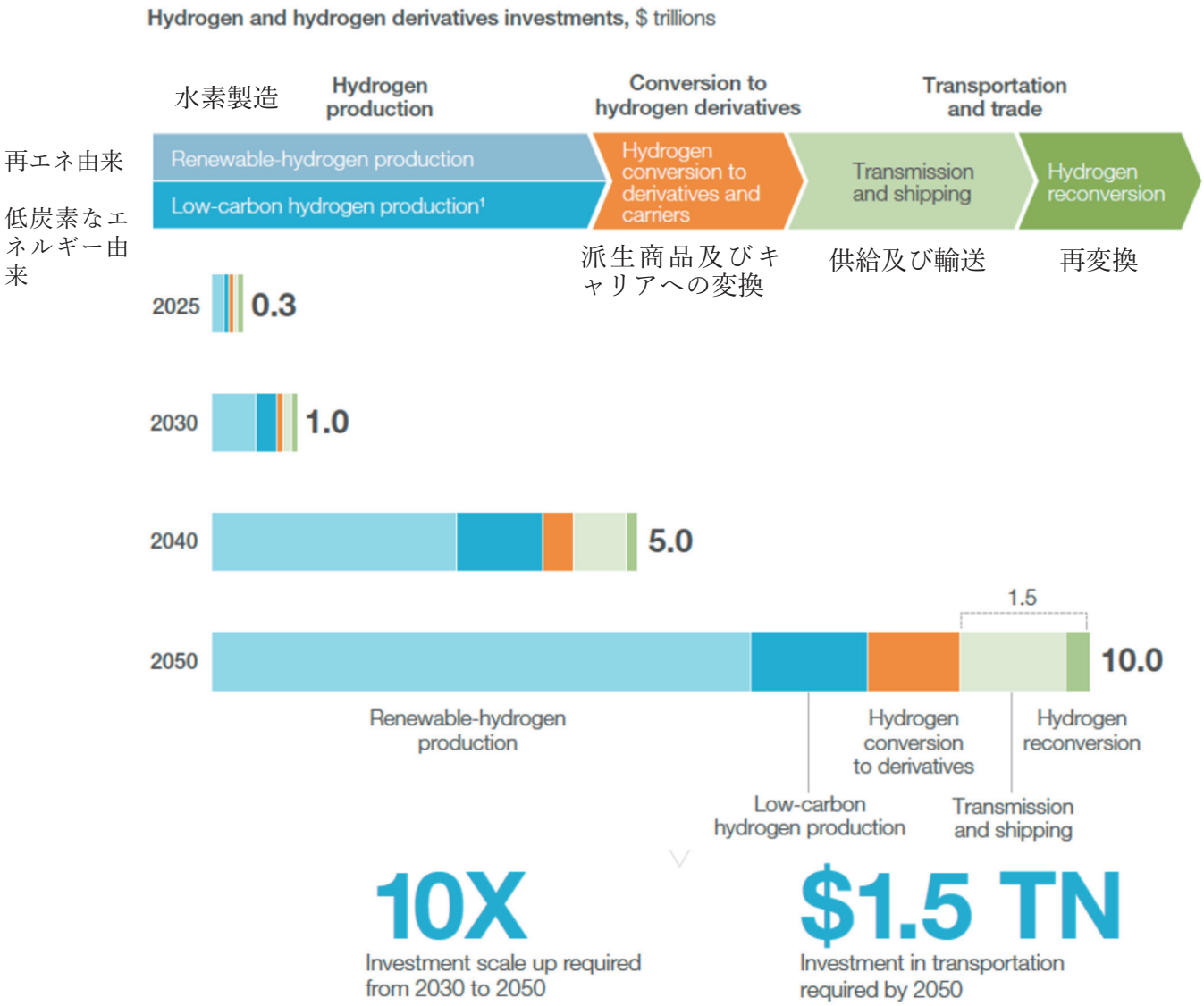


図 14　水素及び派生商品への投資予測（2025-2050 年）（単位：兆米ドル）

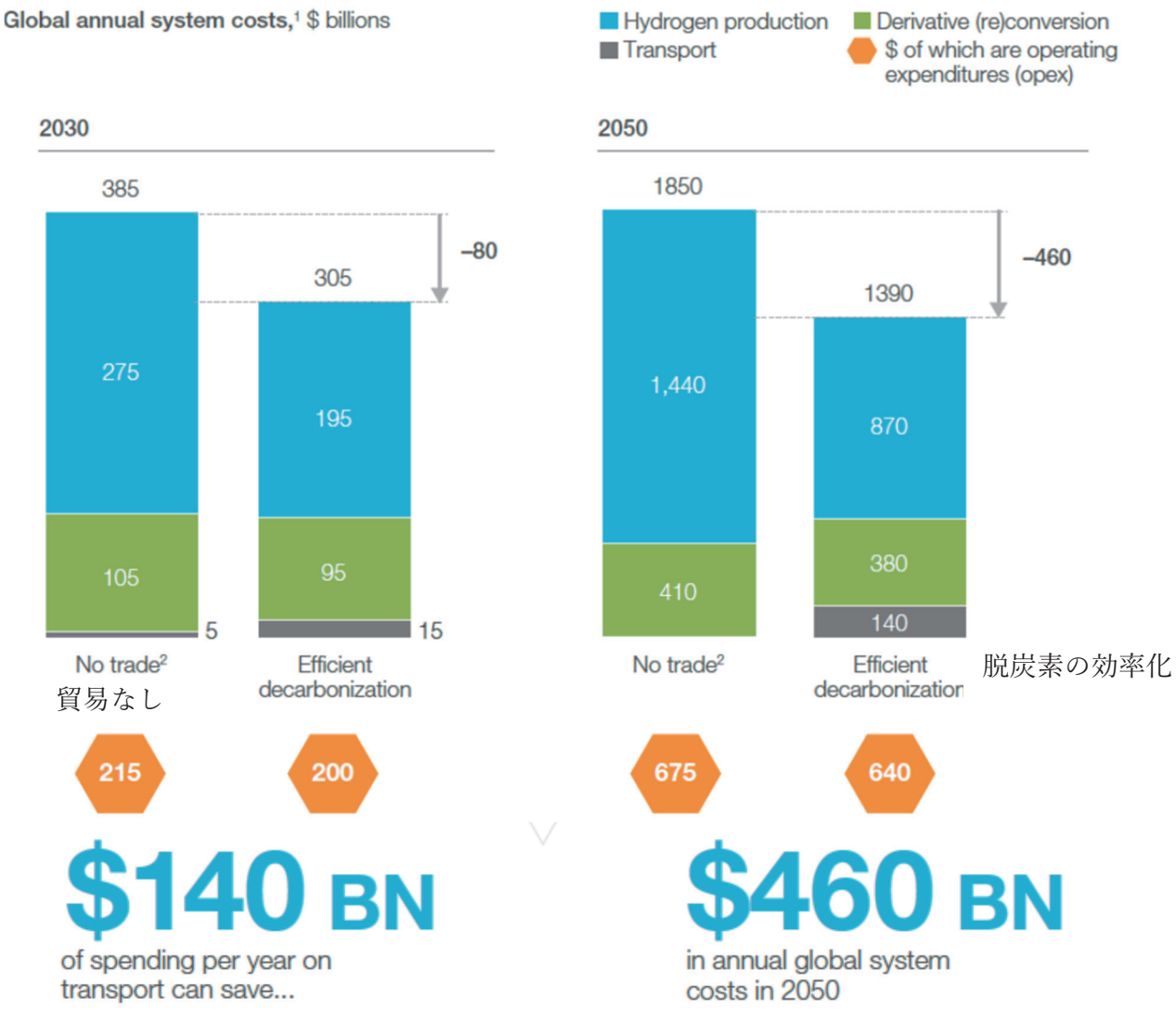
出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

5．投資シナリオ分析

5.1　ケース別シナリオの検証

基準の参考ケースシナリオでは、経済的に効率的な脱炭素化が達成可能としているが、三つの代替的シナリオにより異なる貿易発展の軌道につながることについても考察をしておきたい。

本報告では大きな不確実性と水素貿易の役割について洞察を得るため、エネルギー移行に関し三つの代替シナリオを検討した。要約は図 16 を参照されたい。これらを、①ネットゼロの（期限までの）達成失敗による「脱炭素社会への移行が遅れた場合」、②「各国が国内のサプライチェーンや生産を優先した場合（自給自足）」、③「世界が低炭素化よりも再生可能エネルギーを優



貿易なし　　脱炭素の効率化

図 15　水素のグローバルシステムコストの比較予想（左側：2030 と右側：2050 年）

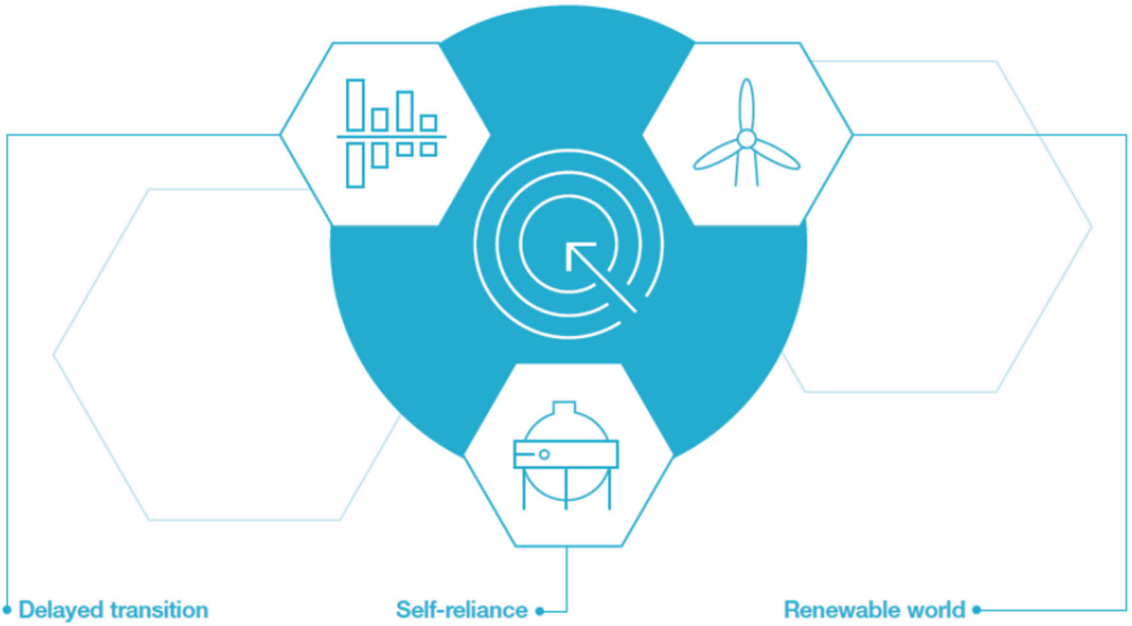
※ ：水素製造　：派生商品（再）変換　：輸送　：うち運用支出（OPEX）分

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

先させた場合」としている。

最小限のコストでネットゼロを達成するには、低炭素と再生可能な水素の製造と長距離取引の両方の展開加速を促すことが不可欠となる。

脱炭素化への投資が低く、水素需要が 40%減少するエネルギー移行遅延のシナリオでは、依然として 50%以上の水素取引が行われる見込みである一方、自給自足的なシナリオでは、長距離輸送の割合が 15%減少する一方、全体の投資額は 15%の増加となる。この場合、水素はより高価になるため、水素の普及が遅れエネルギー転換の達成がより困難になる。最後に、低炭素な水素の普及を阻むシナリオは、貿易に変化がないにもかかわらず、総投資コストは 13%増加と試算された。



シナリオ① 2050 年までのネットゼロ移行失敗による影響：

- 高インフレ、低経済成長、水素投資の停滞などが水素需要の低迷につながる
- エネルギー政策はエネルギー安全保障の確保、並びに国内での水素製造に傾く
- 天然ガスのフェーズアウト時期を遅らせる国が多くなる
- 不十分なインセンティブによりバイオジェニック CO2 の取引は発生しない

シナリオ② 各国が国内のサプライチェーンや生産を優先した場合（自給自足）：

- 国内の雇用、産業ノウハウ、及びエネルギー安全保障を優先した結果、世界中で国内の水素需要量に対する国内製造・供給量が不足：
  ・水素（80%）
  ・アンモニア（80%）
  ・合成ケロシン（50%）
- 地域によっては、より高コストなアセット（洋上風力など）により供給不足分を補完

シナリオ③ 低炭素化よりも再生可能エネルギーを優先させた場合：

- 新しい「オートサーマル技術（ATR）」への投資が停滞し、低炭素な水素の製造は既存の小型モジュールリアクタ（SMR）装置によるものに限定される
- 予定されていた低炭素な水素プロジェクトは次々に撤回される
- 再生可能エネルギーの拡大が加速され、電解槽装置のコストが 10%程低くなる

図 16　三つの水素移行予測シナリオ

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

各シナリオが世界貿易に及ぼす、影響結果をそれぞれ詳しく検証（ストレステスト）する。表 1 に詳しい内容の要約を記載している。

- ①エネルギー転換時期の遅延

結果：40%の需要減少により、現地生産が賄える分だけ貿易量の減少率はより高くなる（約 50%）うえ、投資額は全体で 30%減少する。天然ガスのパイプラインはまだ現役運用されており、低炭素な水素の生産者は後回しとされることから、水素のパイプライン利用のためのレトロフィット

改修が制限され、水素供給単価は高くなる。

➢　②自給自足

結果：水素貿易意欲の低下により、システムの総資本支出と単価がそれぞれ 15%（1.5 兆米ドル）及び８%上昇する。特定の国は、安価な供給源から輸入を行う代わりに、東アジアにおける洋上風力のような高コストの生産アセットの利用を余儀なくされる。

➢　③再生可能エネルギー優先

結果：低炭素な水素は競争の場から外れることから、再エネへの投資額が 1.5 兆米ドル規模で増える。ただし、低炭素水素と比較した運用コストの低さから、2050 年までの供給単価はほぼ同じレベルで推移する。世界的な貿易量は同程度であるが、再生可能エネルギーの輸出国が低炭素水素の生産国を圧倒するようになり、いくつかの貿易ルートは大きく異なりを見せる。例えば、欧州への低炭素な水素のパイプライン供給は減少し、北アフリカや東欧を経た、近接地域からの再生可能エネルギー由来の水素の輸入に取って代わられる。

表１　各投資シナリオと結果（2050 年）

	Net-zero 2050 achievable	2050 hydrogen production, million tons (MT)[1]	2050 share of hydrogen demand traded long-distance, MT	Cumulative investments by 2050, $ trillions	Average unit cost of supply, $/kg	Key takeaways[2] – Reference case vs test case
Reference-case scenario						
Efficient decarbonization Optimal allocation of supply across global regions (reference)	✓	680 (70%)	60%	10	2.1	Cost optimal cumulative emissions reductions of 80 gigatons (GT) by 2050
Test cases						
Delayed transition The world misses net-zero 2050 by 10 years	✗	415 (90%)	–5%	–3.0	+0.1	Delayed transition does not meet net-zero 2050 targets, with hydrogen contributing 56 GT emissions reduction
Self-reliance Preference for local industries and supply chains	✓	680 (75%)	–15%	+1.5 (+5.7 High range for no-trade case)	+0.2 (+0.5)	Reducing long-distance trade increases capital-expenditures requirement and hydrogen costs. Impact increases with level of self-reliance
Renewable world Concerted social push for a renewables-based energy system	✓	680 (95%)	0%	+1.3	≈	Restricting low-carbon hydrogen production increases capital-expenditures requirements

※ ：基準シナリオ ：シナリオ① ：シナリオ② ：シナリオ③

▭：再生可能エネルギー由来の水素のシェア（%）

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

5.2　シナリオ別の水素貿易ルート

異なるシナリオのうち、一部の主要な貿易ルートがより逞しく発展するが、検証ではグリーンスチール及びメタノールの貿易ルートは、全てのシナリオで最も堅牢であると予想される。

生産国と輸入国の間に強力な貿易関係が構築される効率的な脱炭素化シナリオと比較すると、下記に挙げるように、代替シナリオは世界の水素貿易に異なる影響を及ぼす。

➢　シナリオ①

需要の低下と、北アフリカが欧州市場にアクセスするパイプラインが引き続き天然ガスに使用されていることから、周縁の水素の供給国は困難に直面する。低炭素な水素の供給国、例えばノルウェーや中東は、安定需要と高めに持続するネットバックの価格を背景に、引き続き天然ガスの供給を優先するが、欧州は水素の派生商品については輸入を継続する。日本と韓国は引き続き水素を輸入するため、中東とオーストラリアのアジア市場向け供給はそれなりに堅調となる。

一方、アンモニアの需要状況は非常に不透明で、アフリカ南部と南米の合成ケロシンの潜在的な輸出国は、CO2 の安定供給の確保に取り組まなければ、リスクを抱えることになる。

➢　シナリオ②

ローカルサプライチェーンへの働きかけにより、3.1　項の階層②の分類諸国は最有利な低コスト供給国との競争激化に取り組む必要性が高まり、中東と東アジアの再生可能エネルギー由来の水素サプライヤーはリスクを抱えるかもしれない。また、米国はアンモニアと合成ケロシンの次善供給国としての地位を失う可能性さえある。

欧州が水素の大量輸入に消極的になる恐れがある結果、最もコスト有利なノルウェーが引き続き対欧州のメインの供給国となる可能性が高く、北アフリカは供給シェアを大幅に落とすリスクがある。　また、中国はメタノールの輸入要件を引き下げるであろう。

➢　シナリオ③

中東や米国などの大規模な低炭素の水素輸出国は、欧州やアジア市場を取りこぼす可能性があるが、中東では再エネ由来の水素の拡大に応じ、低炭素の水素を置き換える動きが加速する。この影響は、二番目にコストの高い再エネ由来の水素の供給国にも及び、北アフリカが、ヨーロッパに純粋な水素のパイプライン供給を本格化するうえ、派生商品市場にも参入する可能性がある。

シナリオをまとめると、いくつかの注目すべき点が見えてくる（図 17 参照）。

全体として、最もレジリエントな供給ルートは、カナダとブラジルからのグリーンスチール、及び米国の中国向けメタノールである。これらの貿易ルートは、全シナリオでの変化がわずかで、再エネ分野においてはいくらか発展を見せる。移行遅延シナリオ①の中国向けグリーンスチールだけがリスクとなっているのは、このルートが重要な資源（CO2 と鉄鉱石）へのアクセスという

点で特異な状況にあるためである。

最大のアップサイド(利益が見込まれる場面)は、一般に、中東からアジア向けの再エネや、再エネ由来の水素、チリからの輸出品など、競争力はあるが取り残された再エネアセットを持つ地域に見られるであろう。これらの貿易ルートは、再エネ関連の商品分野で取引規模をほぼ倍増する可能性があると見られる。

ノルウェーのような欧州向けの低炭素な水素のパイプライン輸出国は、最も大きな不確実性に直面する恐れがある。これらの輸出国は、単一の主要市場に依存し、低炭素な水素に有利な政策を採用しているため、脱炭素移行の遅れ（シナリオ①）、自給自足（シナリオ②）や再エネメイン社会への移行（シナリオ③）のいずれかとなった場合、この取引ルートは根本的な減少・消滅の危機にさらされるリスクがある。

また、再エネが普及した場合、中東の低炭素由来の水素は再エネ由来の水素に置き換わるが、移行の遅れシナリオの場合、天然ガス価格の上昇が、同地域での水素製造にとっては逆インセンティブという障害に変わる。

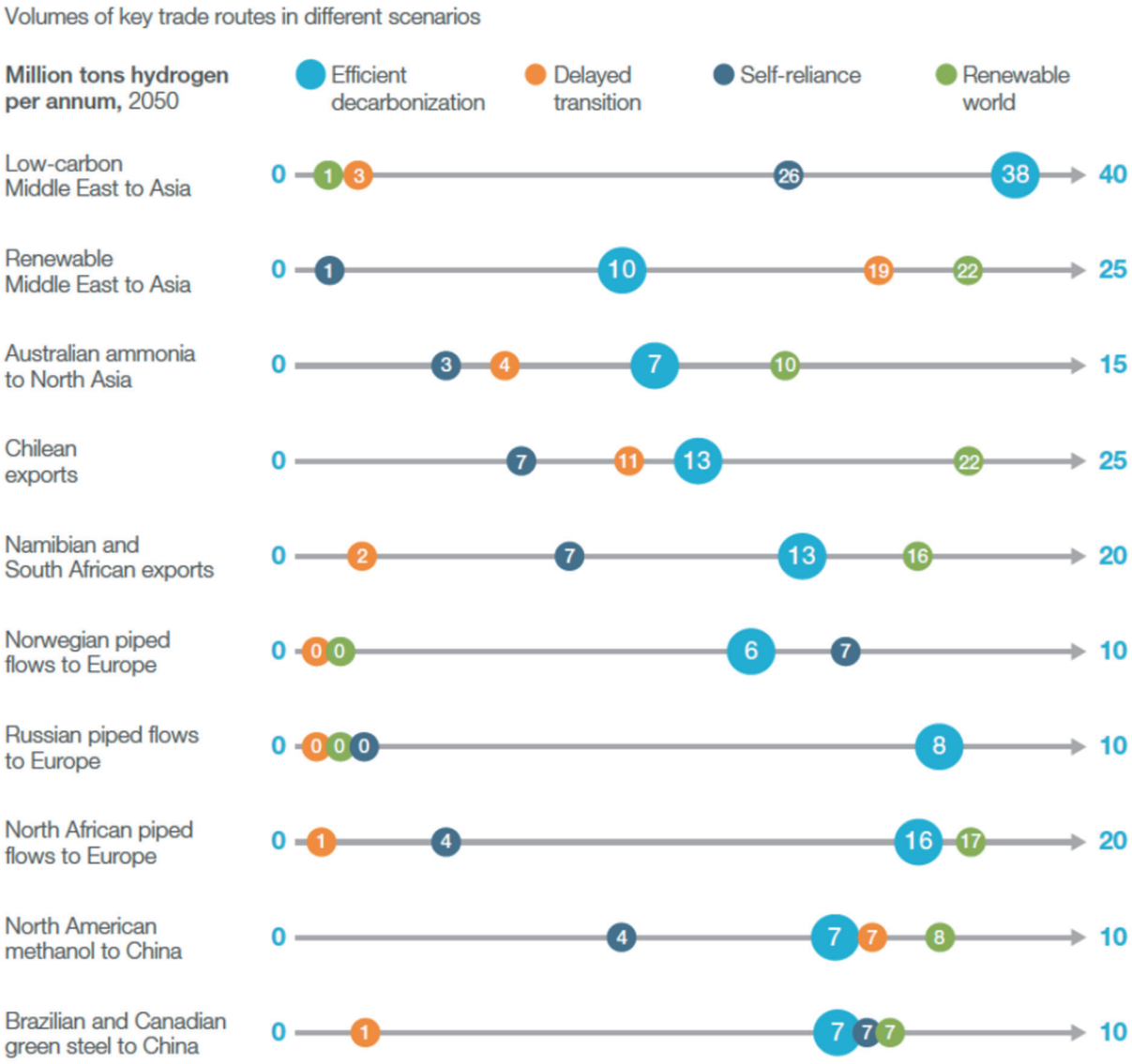


図 17　主なシナリオ別の水素貿易ルート比較（2050 年、単位：百万トン／年）

※🔵：基準シナリオ　🟠：シナリオ①　🔵：シナリオ②　🟢：シナリオ③

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

5.3　シナリオ別の供給コストの予想

また、図 18 に詳しく示すように、代替シナリオでは東アジアが最も高い供給コストの影響にさらされる。

基準シナリオとした効率的な脱炭素化達成の場合、主要市場における水素の限界費用は、世界全体で１kg 当たり 1.25 米ドルから２.85 米ドルの間が予測されているが、下記に挙げるように、他のシナリオでは、その幅は１.15 米ドルから３.70 米ドルに広がる。

- シナリオ① 脱炭素移行の遅れ

予測コストの範囲：１.20 米ドル～２.90 米ドル。中国の東部では、天然ガス需要の持続により、天然ガスパイプラインの水素用への改修ができないため、最も大きなコスト変化が見られる。代わりに中国の西部から長距離水素パイプラインを新設する必要があり、コスト上昇要因となる。

- シナリオ② 自給自足

予測コストの範囲：１.15 米ドルから３.70 米ドル。輸入に制約があるため、水素輸入国のサプライミックスに占める国内生産の割合が拡大する。最大の影響は、恐らく国内生産コストが非常に高い日本で見られる可能性がある。

- シナリオ③ 再エネメイン社会への移行

予測コストの範囲：１.30 米ドルから２.90 米ドル。再エネ由来の水素の運用コストの低さが、必要な追加資本支出を抑制し、全体的コストはあまり大きく動かない。

6．実現可能要素と示唆するもの

6.1　地域ごとの役割

世界の地域は、水素取引市場の構築において、明確かつ独自の主導的役割を担うことで、メリットを享受し、効率的な脱炭素化の実現に寄与することができる。図 19 に図示する通り、水素貿易市場は専門化が進むと思われることから、地域は特化する製品分野を検討し、その比較優位性を確立するための投資を行うべきである。最も競争力のある生産者が生産を最大化すべきだが、他の地域も有利な立地条件や鉄鉱石及び二酸化炭素など有益な資源を豊富に有するのであれば、その取引フローを補完することができるだろう。例を挙げると、（水素燃料や e-fuel による）航空産業（の水素化）を牽引するチリや、鉄鋼の脱炭素化を推進するブラジルがある。

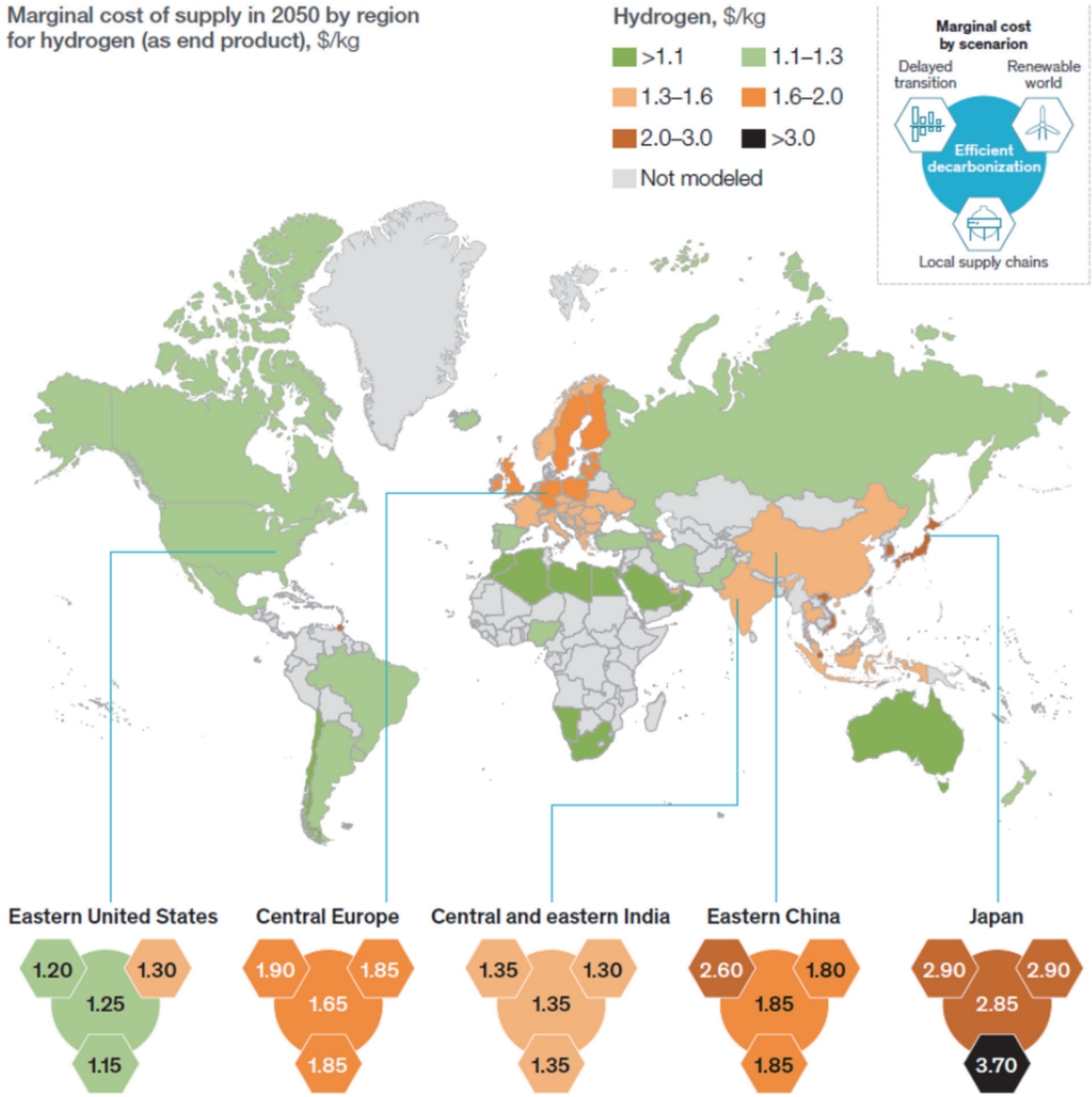


図 18　地域ごとの水素の限界供給費用の予測（最終製品として、2050 年）

※（単位米ドル/kg）：＞ 1.1　：1.1-1.3　：1.3-1.6　：1.6-2.0　：2.0-3.0

：＞ 3.00　：予測モデル対象外

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

この可能性を実現するために、各地域はこれらの技術を開発し、規模の拡大を推進する必要があるだろう。

貿易推進により、最もコストが高い地域の一部の需要家にとって、水素の陸揚げコストを約40%削減できる可能性がある。例えば、日本と韓国は水素キャリア技術開発を加速させ、水素サプライチェーンの開発に注力するのが取るべき道の一つとなるであろう。

世界の「水素貿易回廊」の上位 10 ヶ所で、世界水素貿易の 75%以上を占めるようになるため、

欧州：既存の天然ガスパイプラインを水素供給用にレトロフィットしノルウェー、イベリア半島、CIS 諸国及び北アフリカの水素生産を加速させることができる。世界から調達する派生商品は既存の主要港を活用する。

イベリア半島、ウクライナ、及び北アフリカ：欧州が主要な水素のオフテイカーであり、天然ガスパイプラインを適切な時期に水素用に転換し、派生商品の海上輸送力を確保すれば供給国としての地位を築ける。

中東：CCS 技術、水素キャリア輸送力の拡大に再エネ由来の水素を組み合わせることで、アジアと欧州の大規模な水素需要に対応できる。

ナミビア及び南アフリカ：バイオジェニック CO2 の供給が確保できれば、合成ケロシンの主要な生産国の一つとなる可能性を秘めている。

CIS 諸国：現在の政治的関係が回復した時、欧州及びアジアへの大規模な供給を可能とするインフラを有する。実現のカギはメタンガス漏出の抑制、並びに政治的安定となる。

図 19　地域ごとの水素の戦略的立ち位置（一部地域のみ邦訳）

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

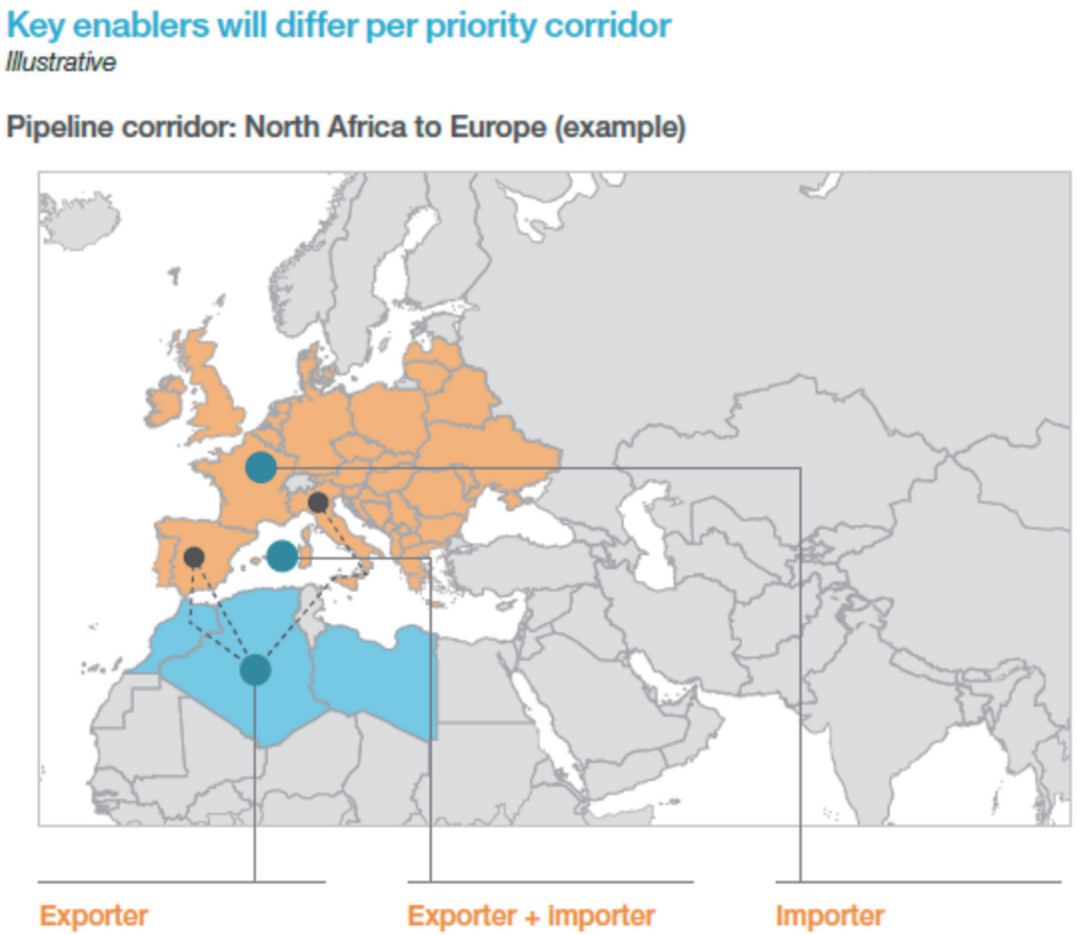


図 20　地域水素回廊（パイプライン）の実現化要素（欧州と北アフリカ）

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

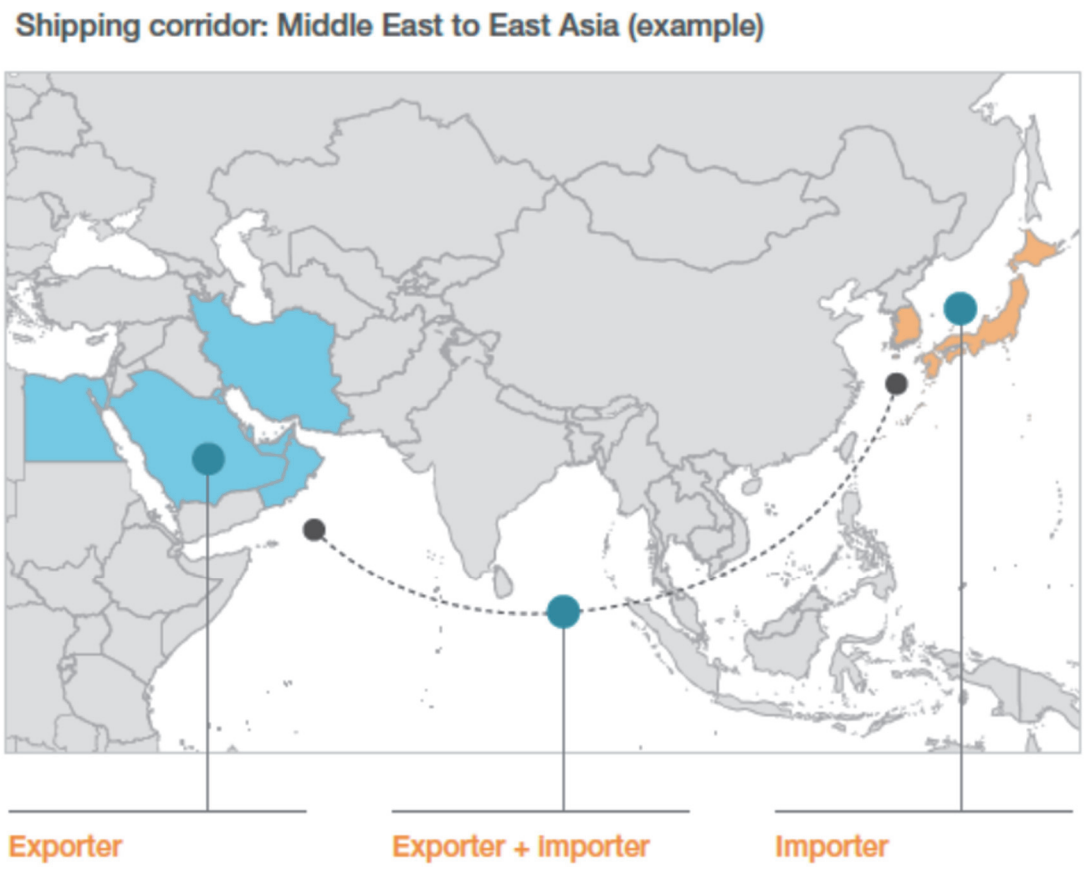


図 21　地域水素回廊（海上輸送）の実現化要素（中東と北東アジア）

出典：Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

各主要国・業者は、どの技術をいつ、どこに適用させるかを考慮に入れつつ、これらの回廊に沿った戦略的なインフラ投資を優先させる必要がある（図 20、図 21 を参照）。

6.2　国境を越えたグローバルな水素商品市場に向けて

水素の取引市場が発展するためには、カギとなる市場メカニズムと構造が必要であるが、その発展は他の商品取引市場の発展とは、重要な違いがあると考えられる。

世界の水素市場インフラの「ハードウェア」部分（船舶、港湾ターミナル、パイプライン、充填所など）の開発・拡張と並行して、市場の「ソフトウェア」部分の進化も必要であろう。具体的には、水素及びその派生商品の市場設計、価格決定方法、価格指数、地域別のベンチマーク価格、契約形態、取引ハブの設立などが含まれる。

水素が成熟した商品となるには、長い道のりがある。短・中期的には、水素のクロスボーダー取引は、二国間の長期契約とコスト・プラス価格設定モデルから始まると思われる。水素取引契約の標準モデルの整備は、水素のクロスボーダー取引を促し、店頭取引の活性化に役立つツールになると期待される。適正な取引価格が浸透してゆくことで、水素と派生商品の取引所ベースの交易と地域的なスポット市場が創設されるだろう。

長期的には、水素先物のような標準化された取引所ベースの商品が、成熟した天然ガス市場で現在取引される先物と同様に、ヘッジ目的で市場参加者に利用される可能性がある。更に、標準化された商品には、取引される水素の二酸化炭素排出量フットプリントに透明性を持たせるための認証制度が含まれるかもしれない。実際、既にいくつかのメカニズムや取引所が出現し始めており、最終的には国内、地域、あるいはグローバルな市場に進化していく可能性がある。

世界の天然ガス・液化天然ガス市場の進化は、水素の世界市場の今後の展望と類似がある様に思われる。しかし、水素の価値は、物理的な製品の価値に加え、環境的な属性の価値（認証など）の両方を有するだろうことが、両者の大きな相違点である。そのため「水素の認証制度」は、需要家の信頼を築き、その購買選択を可能にするための重要な役割を果たすものとなる。水素認証制度の実現により水素需要が喚起され、水素調達に市場原理が働くことになると考えられる。

これにより、水素のグローバルで国境を越えた取引が促進され、地域を越えた効率的な需要と供給の調整が行われるようになる。

(参考資料)

・Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, October 2022, Hydrogen Council and McKinsey & Company

米国製造業の国内回帰について

米国では安全保障上の理由もあり、製造業の国内回帰を促す政策を推進する動きが進んでいるが、このような動きを推進する動きも活発になってきている。今回はその中で、リショアリング・イニシアティブによる活動について報告する。

リショアリング・イニシアティブは、企業が「オフショアリングの方が安い」から「現地調達の方が総保有コスト（設備等の資産について、購入から廃棄までに要する時間と支出の総計）を抑えられる」という考え方に転換できるよう、支援することに重点を置いている非営利団体である。

リショアリング・イニシアティブは、The Association For Manufacturing Technology（AMT）、Society of Manufacturing Engineers（SME）、Precision Metalforming Association（PMA）、American Foundry Society（AFS）、Fabricators & Manufacturers Association, International（FMA）、Swiss Machine Tool Society （SMTS）、The United States Cutting Tool Institute（USCTI）、The Association and Voice of the U.S. Sewn Products Industry（SEAMS）、The Canadian Tooling & Machining Association（CTMA）といった、米国内外の主要な製造業界団体や広告代理店、工作機械メーカー等を含む 25 企業・団体がスポンサーとなっている。そして、製造、アウトソーシング、リショアリング、労働力開発に関する世界中の 400 を超えるフォーラムや会議に参加している。

リショアリングとは、アメリカから見た場合、製造やサービスを海外から米国に戻すことであり、貿易赤字と財政赤字の均衡を図り、良質で高給な製造業の雇用を創出することで失業を減らし、熟練労働者を育成することから、米国経済を強化する迅速かつ効率的な方法であるとしており、また、リショアリングは、製品の総コストを削減し、バランスシートを改善し、製品イノベーションをより効果的にすることで、製造業にも利益をもたらすとしている。

具体的には、製品、組立品、部品、金型などのすべての製造業を対象とし、組立などを国内で行っているまたは国内製造を復活させる OEM や、これら OEM の活動により、ビジネスを獲得したサプライヤーが該当するとしており、また、以下の場合を含むとしている。

- ✓ 当初の製品またはツールの生産が復帰する場合、またはアップデート版が製造されたとき
- ✓ 米国メーカーが海外メーカーからシェアを奪う場合
- ✓ ほとんどの新しい衣料品生産（衣料品の消費量の 2%しか国内で生産されていないため）
- ✓ 輸入品の機能を代替する全く新しい製品

なお、輸出された製品も含まれるが、市場の自然成長による拡大については、産業の健全性を示す重要な指標であるものの、リショアリングされた生産の範囲には含まれないとしている。

DEFINITIONS OF CATEGORIES (From a U.S. perspective)			
Category	**Where parent company is headquartered**	**Where the product has been produced**	**Where product will be produced**
Reshoring	U.S., Canada or Mexico	Outside headquarters country	In the headquarters country
Nearshoring	U.S.	Outside of N. America	Canada or Mexico
Kept from Offshoring	U.S., Canada or Mexico	Headquarters country	Headquarters country
FDI (Foreign Direct Investment)	Any country other than the N. American country where it will be produced	Any country other than where it will be produced	In a N. American country

表 1　各カテゴリーの定義
（出所）リショアリング・イニシアティブホームページ

リショアリング・イニシアティブは年間 5,000 億ドルの貿易赤字を均衡させ、米国に 400 万人の製造業の雇用を取り戻すことを目標としており、リショアリングと FDI（Foreign Direct Investment：外国直接投資）を促進し、以下に例示されるツールやリソースを提供することで、メーカーやサプライヤーが調達に関する決定を下すのを支援している。

- ✓ リショアリングとオフショアリングによる企業の損益への影響を判断するためのオンライン計算機
- ✓ テクノロジーサプライヤー、ディストリビューターによるリショアリングの成功事例
- ✓ リショアリングに関する記事の検索が可能なデータベース
- ✓ 過去のウェビナー、ニュース、プレゼンテーションのアーカイブ等
- ✓ オフショア/リショア調達の決定を評価するための個別支援
- ✓ 米国製製品に対する米国の消費者の嗜好に関する調査データ
- ✓ パワーポイント、データ、経済開発プログラム
- ✓ 熟練労働者プログラム

そもそも、なぜアメリカ企業がリショアリングするのか、リショアリング・イニシアティ

ブはその主な理由について以下の項目を挙げている。

- ✓ リード タイム
- ✓ 製品の品質と一貫性の向上
- ✓ オフショア賃金の上昇
- ✓ 熟練した労働力
- ✓ 地方税制上の優遇措置
- ✓ メイド・イン・アメリカ
- ✓ 在庫レベルの低下、回転率の向上
- ✓ 変化する顧客の要求に対する応答性の向上
- ✓ 知的財産および規制コンプライアンスのリスクを最小限に抑える
- ✓ イノベーションと製品の差別化の向上

また、リショアリングは、米国経済を強化するための最速かつ最も効率的な方法であるとし、以下の点で理にかなっていると説明している。

- ✓ 貿易赤字と財政赤字のバランスをとるのに役立つ
- ✓ 生産的な雇用を創出することで失業を減らす
- ✓ 所得格差の縮小
- ✓ 製造業が成長キャリアであることを実証することにより、熟練した労働力の採用を動機付ける
- ✓ 国防に必要な幅広い産業力の維持への貢献

このような活動をしているリショアリング・イニシアティブが公表した 2022 年第 3 四半期データ報告書によると、2022 年第 3 四半期のリショアリングと FDI の求人件数は、これまでの記録である 2022 年第 1 四半期を約 15%上回り、過去最高の割合となった。第 4 四半期も 2022 年合計で 35 万人以上の雇用に到達するのに十分な強さとなると考えられるとしている。報告書の概要について以下で説明する。

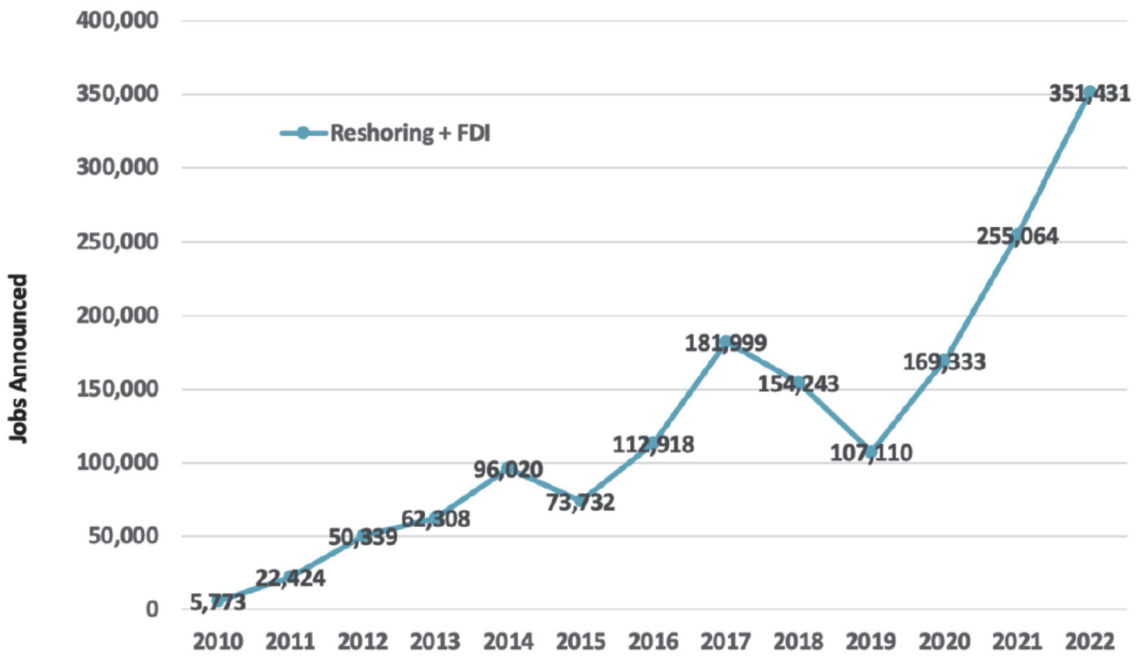


図 1　2010 年から 2022 年予測までのリショアリングと FDI における求人数
（出所）リショアリング・イニシアティブ 2022 年第 3 四半期データ報告書

（1）2022 年求人件数予測

最新の 2022 年の求人件数予測は、2021 年の 25 万 5 千件から増加し、過去最高の 35 万件となった。これにより、2010 年以降に発表された雇用の総数は 160 万人超となる。国内外企業による米国製造業への新規投資は第 2 四半期には急激なインフレの反動からか、一時的にこれまでのペースを落としたが、第 3 四半期にはバイデン大統領のインフレ抑制法とチップおよび科学法が可決され、急速に盛り返した。

リショアリング企業が言及する理由のトップは常に政府の優遇措置であり、インフレ抑制法の 3,930 億ドルの支出が新規投資を後押しすることは驚くことではない。歴史的に、インセンティブは主に市や州からもたらされ、米国の工場用地の選定に影響を与えるには十分だが、人件費の安い国とのコスト差を克服するには十分ではない。今回の連邦政府の助成金は、少なくとも短期的には、こうした格差を克服するのに十分なものである。

サプライチェーンのギャップを埋めること、ひいては自給率の向上が、バイデン法案の原動力である。しかし、この法案は、産業政策というよりは、単独の産業活動であるといえる。地政学的、気候学的な不安定化により、我々の脆弱性が浮き彫りにされ、それに対処する必要性が生じている。台湾と中国の対立によるものも含め、中国がデカップリングする可能性があり、そうした懸念がクローズアップされている。

現在の流れが続けば米国は貿易赤字を減らし、雇用を増やし、より安全で自立的でレジリ

エントな国になるであろう。しかし、この流れを持続させるためには、より幅広い産業政策が必要となる。

○リショアリングと FDI の比較

3 年連続でリショアリングが FDI を上回っている。米国内企業と海外企業のジョイントベンチャーのケースも多いが、このような場合、雇用はリショアリングと FDI の間で半々に配分される。FDI に対してリショアリングの比率が高いのはグローバル化が最大化しているのと、リショアリングに対する米国のインセンティブが一因である。また、多くの外国企業が何十年も前から理解していた現地生産のメリットについて、米国に本社を置く企業が理解しつつあることも示している。

	求人数	比率
リショアリング	228,723	65%
FDI	122,708	35%
リショアリング＋FDI	351,431	100%

表 2　2022 年予測値におけるリショアリングと FDI の比較
（出所）リショアリング・イニシアティブ 2022 年第 3 四半期データ報告書

グローバリゼーションには大きく分けて以下の 2 つの形態がある。

- シングルソース：一カ所で生産し、世界中に供給する。この 20 年間、そのシングルソースは中国であった。
- ローカライゼーション：各国・各地域で生産し、その市場に対応する。

地政学的な緊張によって加速されたローカライゼーションの流れにより、世界貿易はピークを迎えたか、または間もなくピークを迎えるであろう。

ローカライゼーションは、欧州自動車メーカーの米国への投資等、米国における FDI の大規模な事例を牽引しているが、それには主に次の 2 つの理由がある。第一に、米国は依然として世界最大の市場であり、他国に比べて健全な経済と安定したビジネス環境を有していること、第二に、インフラ法案とインフレ抑制法案に関連する優遇措置は法案の Made in N. America 規定に適合する製品にのみ適用されること、である。

（2）トップ産業とそれを牽引する製品

リショアリングと製造業の景況を支配しているのは、引き続き主力製品産業である。第 3 四半期では電気自動車用バッテリーへの投資に牽引された電気機器が引き続きトップであった。コンピュータとエレクトロニクス（半導体とチップを含む）は 2 位に浮上し、輸送機器を 4 位に押し上げた。化学品は、医薬品と電気自動車用電池の材料が牽引し、3 位に浮上

した。

歴史的に見ると、リショアリングが最も盛んなのは、機械、輸送機器、家電など、企業が正しく評価しなかったために撤退した産業である。最近では、電気自動車用バッテリー、半導体、PPE、医薬品、レアアースなど、米国政府が輸入に依存するにはあまりに重要すぎると認識すべきであった重要な製品にシフトしている。

今のところ、2022 年にリショアリングまたは FDI が行われる製品として最も活発なのは電気自動車用バッテリーである。これらは今でも輸送機器に該当するにもかかわらず、NAICS コードで電気機器と分類されたため、輸送機器の 1 位ではなくなった。輸送用機器（主に自動車）は、以前は FDI により牽引されたが、パンデミックやチップ不足以来 FDI は鈍化している。電池については必要な供給を得るため、またアジア、特に中国の輸入品に依存しないために投資が活況を呈している。公表された求人に占める電気機器のシェアは、2019 年の 3%から 2022 年には 44%になった。2022 年は今のところ電池関連が 146 件あり、サプライチェーンも含めて 10 万 5000 人の求人が発表されている。

2022 年の第 2 位の産業は「コンピュータ・電子製品」である。近年はソーラーパネル、ロボット、ドローン、最近では半導体に押し上げられ、成長を続けている。特に半導体は、長期的に成功するために、より大きな国内市場を必要とする。短期的には、チップ投資と雇用の拡大が続くと思われる。2022 年の半導体およびチップは 61 件、28,800 人の求人が発表されているが、その多くはチップおよび科学法の発表後の第 3 四半期の後半（および第 4 四半期）に発表された。

3 位は化学品で、医薬品、特にワクチンやコロナ感染症治療薬、水素などの再生可能燃料、電池に必要なレアアースベースの化学品が牽引している。

欧州等での天然ガス価格の高騰および天然ガス不足が、石油化学製品の精製を米国に向かわせる要因となっており、この流れは射出成形などのプラスチック加工業者も力づけることになるだろう。

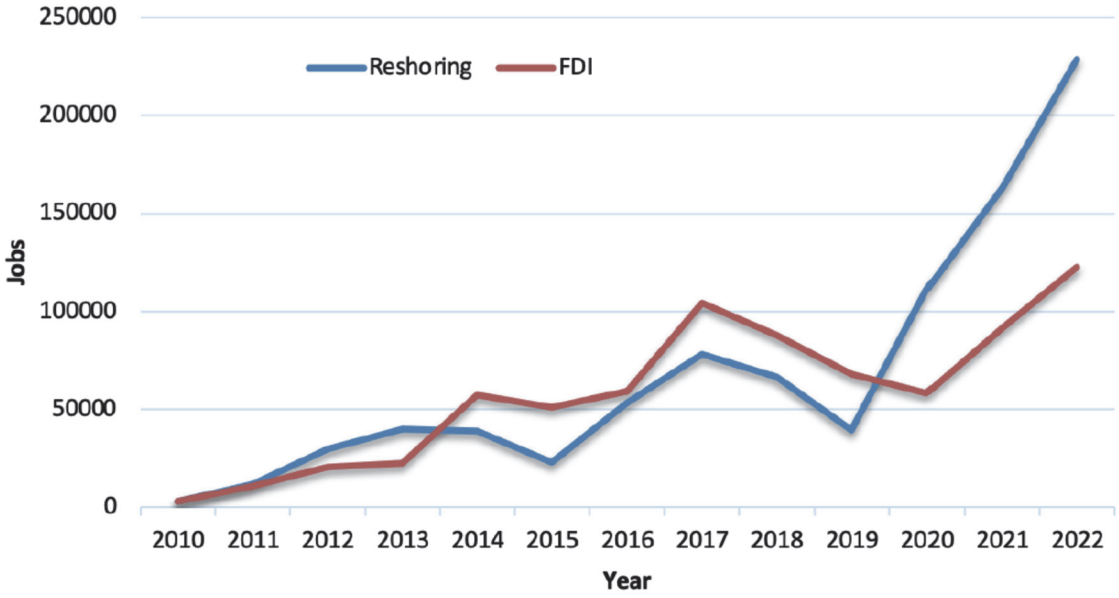


図 2　　2010 年から 2022 年予測までの求人数におけるリショアリングと FDI の比較
（出所）リショアリング・イニシアティブ 2022 年第 3 四半期データ報告書

	リショアリング			FDI			リショアリング＋FDI		
順位	産業	求人数	企業数	産業	求人数	企業数	産業	求人数	企業数
1	電気機器、家電製品、部品	76,339	151	電気機器、家電製品、部品	43,041	71	電気機器、家電製品、部品	119,440	222
2	コンピュータおよび電子製品	37,967	167	輸送機器	16,763	81	コンピュータおよび電子製品	47,560	205
3	化学品	19,262	165	コンピュータおよび電子製品	9,593	38	化学品	27,270	238
4	医療機器および材料	13,921	68	化学品	8,009	74	輸送機器	19,395	100
5	金属加工品	6,467	32	プラスチックおよびゴム製品	2,828	30	医療機器および材料	14,451	78

表 3　　2022 年予測値における上位 5 産業
（出所）リショアリング・イニシアティブ 2022 年第 3 四半期データ報告書

産業	牽引する主要な製品	全求人数に占める割合	全企業数に占める割合
電気機器、家電製品、部品	EVバッテリー、充電ステーション	44%	17%
コンピュータおよび電子製品	半導体、チップ、ソーラーパネル	18%	16%
化学品	医薬品、水素燃料、電池用化学品	10%	19%
輸送機器	EVと航空宇宙に関するFDI	7%	8%
医療機器および材料	PPE、医療機器	5%	6%

表 4　2022 年予測値におけるリショアリングと FDI の合計の上位産業を牽引する主要な製品

（出所）リショアリング・イニシアティブ 2022 年第 3 四半期データ報告書

（3）トレンドと予測

〇最新の動向

・2022 年インフレ抑制法

インフレ抑制法（IRA）は、リショアリングと FDI に最も大きな影響を与え、特にこれまで輸入に大きく依存していた EV と EV 用バッテリー、特に中国からのバッテリーに大きな影響を与えるだろう。対象となる自動車 1 台あたり 11,500 ドルの税額控除は製造コストの約 30%に相当し、北米での調達が米国での販売に向けた唯一の現実的な解決策となる。

・超党派インフラ法案

この法案に含まれる 5,500 億ドルの大部分は、おそらく必要不可欠なものであるが、産業インフラ、工場、機械、ロボットなどへの投資の方が米国のコスト競争力、ひいてはリショアリングや経済に大きなインパクトを与えると考えられる。米国製品の輸送コストは製造コストより低く、その影響は小さい。また、輸送の効率化は輸入品の総コスト低減につながり、米国の競争力を低下させる。

・チップおよび科学法

理想的には、産業や企業がリショアするために補助金を受ける必要はないはずである。

よく設計された継続的な産業政策は、企業が自己利益のためにリショアを決定するのに充分なほど競争フィールドを公平にする。短期的には、チップのような特定の重要産業を選んで補助金を出すことが必要であるが、長期的に見ると補助金を受けた産業は製造コストの競争力を失い、国内市場が成長しなければ破綻する。

すでに多くのカテゴリーのチップで供給が過剰になっている。世界中で多くのファウンダリが発表されているので、数年後にはチップの供給過剰はもっと大きくなるだろう。米国は、中国や台湾にチップを依存する状態から、中国に高価なチップを買ってもらい、インフ

ォテインメントシステム、医療機器、サーバーに組み立てて出荷してもらう状態になる危険性がある。解決策は、広範な産業の競争条件を公平にし、米国産業のすべて、又はほとんどを引き上げるような潮流を作ることである。

・ウイグル人強制労働防止法

従来の法律では、企業は強制労働によって生産された製品を避けるために合理的な配慮をすることが求められていた。今回の法律は、新疆ウイグル自治区からの製品が強制労働で生産されたものではないことを証明するよう企業に求めている。

・ニアショアリング、ライトショアリング、フレンドショアリング、アライドショアリングへのさらなる注意喚起

米国に十分な競争力がある場合は、常にリショアリングを国の第一選択とすべきである。製品によっては部品やスキルが国内では手に入らない、または人件費を自動化で克服できないものもある。ニアショアリング（地理的に近い近隣国）、ライトショアリング（最適なコストと効率を考慮）、フレンドショアリング（サプライチェーン検討に当たり同盟国等を優先）、アライドショアリング（価値観や戦略的利益を共有する相手を優先）はすべて、遠く離れた場所や敵対する国で行われる作業の代替手段としてより良いものである。進出先の選択は主に米国の経済的な自己利益に基づいて行われるべきであり、国家の建設や民主主義の推進を目的としたものであってはならない。

メキシコから米国への輸出は 40%が米国産部品であるのに対し、中国からの輸出については米国産部品が 5%しかない。輸送機器と家電製品は最も多くニアショア化されているが、コスト面での優位性から、カナダよりもメキシコに進出する企業が多数を占める。

・ウォール街の変化

ウォール街の短期利益重視の姿勢は、過去 40 年間、オフショアリングを推進する大きな力となっていた。大手銀行、金融機関、プライベート・エクイティ・カンパニーなどは現在、リショアリングの成果を認識しつつある。このイニシアティブでは、いくつかの企業と協力し、より効率的な販売や購入、サプライチェーンのギャップを埋めることによって、巨額の利益を得る機会のある企業を特定する支援を行っている。

・ESG と一般市民・企業の意識

環境、社会、ガバナンス（ESG）の動向は、リショアリングの推進力となるはずである。格付け機関や企業は、リショアリングが ESG の目標を達成する最も簡単な方法であることを十分に理解しているとは言えない。ESG 格付けフォームの質問には、「貴社の製品はどこで生産されているか？」、「それらはどこで販売されているか？」というようなものを含めるべきである。アジア、特に中国で生産し米国で販売することはマイナスポイントになるだろ

う。企業は海外依存度を下げるべきという認識を強めているが、それが利益につながることが多いことを理解するのは遅れている。

（４）結論

主な手段としては、熟練労働者の採用と訓練の劇的な増加、25％低い米ドル、資本設備の即時の支出（immediate expensing of capital equipment）の維持を含む競争力のある法人税政策であるべきである。2022 年第 3 四半期におけるリショアリングと FDI の求人倍率は、2021 年比で 31％、2010 年比で 6,000％近く増加した。その結果、累積 99 万 2,000 人の雇用増は米国の製造業雇用の 7％以上に相当する。雇用回復の加速とオフショアリング率の低下が相まって、米国の製造業求人数は 12 年間安定した上昇傾向を示している。コロナ感染症の危機は米国の輸入依存度の高さを露呈した。ウクライナとロシア戦争と中国との地政学的緊張はサプライチェーンの変化を促し、リショアリングとニアショアリングをさらに加速させるであろう。

（参考リンク）

- Reshoring Initiative：
  https://reshorenow.org/

以　上

EU炭素国境調整メカニズム　企業にとっての課題

2023 年 10 月から移行期間がスタートする EU の炭素国境調整メカニズム（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM）に関し、主な概要と今後バリューチェーンをまたぎ、企業側が考慮しておくべき点と課題について記述したI Care Consultantsのブリーフィングを紹介する。

1．はじめに

欧州連合（EU）は、2030年までに温室効果ガス排出量を1990年比で55%削減し、2050年までにカーボンニュートラルの達成を計画している。2021年7月14日には、目標達成のための具体的施策を「Fit For 55パッケージ」として発表した。この施策提案のうち「炭素国境調整メカニズム（CBAM)」という措置は欧州に輸入される製品を、欧州市場で課される炭素価格の対象に加えることにより、産業の脱炭素化を図ることを目標とするものである。また、CBAMの別の目的は、カーボンリーケージを回避し、欧州の生産者と、欧州より緩い気候政策を実施している国の生産者との間の競争力の歪みの是正を試みるものである。

CBAM は、輸入セメント、肥料、鉄鋼と鉄を含む金属、アルミニウム、電力を当初の適用対象とする予定で、2023 年からは報告義務のみの「制度移行期」が始まり、2026 年にはこの措置が完全実施され、輸入業者は輸入製品のカーボンフットプリントに相当する炭素排出権証書を購入しなければならなくなる。

この前例のない措置は、気候目標への貢献という環境面、及び、炭素価格の上昇によって欧州の生産者が直面する競争力の歪みの緩和という経済面、の両面において有望視されている。一方で、この措置を適用する製品範囲の拡大が待ち望まれている（※１）。現在、適用対象の製品数が現時点ではまだ少ないために制限のある直接的な影響は限られるものの、それ以上に、CBAMは世界レベルでの貿易と気候のガバナンスの転換に道を開くインパクトがある。

【※１：EU理事会による2022年12月13日発表内容によると、EU理事会と欧州議会はCBAM規制提案について条件付きの仮合意に達し、適用対象の製品について上述に加え、ボルト・くぎなど金属のバリューチェーン下流の小売部品、水素、（活物質の合成原材料となる）前駆体が新たに対象に加わった。
また、これらの製品から排出される温室効果ガスの範囲はGHGプロトコル・スコープ２の間接排出が含まれることとなった】

2．EU炭素市場の促進のためのCBAM

2.1 炭素価格の上昇は最近の現象

2005年に設立されたEU排出権取引制度（EU ETS）は、現在、EU域内で発生する排出量の約40%をカバーする炭素取引市場となっている。EU ETSはキャップ・アンド・トレード方式で運営されており、毎年、対象となる施設に対して総排出量の上限が設定される。企業は、炭素市場で排出枠を取引し、年間の排出量に見合う十分な量の排出枠を確保する必要があるが、一方で、対象の生産者は、未使用の余剰排出枠を今後の不足時の充当分として繰り越しておくことも、他社に売却することも可能である。

排出枠の総量は毎年減少するため、CO2 の価格はこれに応じて上昇し、企業に脱炭素の生産技術の導入を促す仕組みとなっている。

このように、欧州の炭素取引市場は実施段階を複数回経て、構築が徐々に行われてきた。当初はエネルギー生産と炭素集約型産業のみを対象としていたが、航空部門や最近では海運部門もその範囲に含まれるようになり、地理的な範囲も拡大されアイスランド、リヒテンシュタインに加え、ノルウェーが含まれるようになった。

排出枠の割り当てシステムも進化してきた。初期の段階では、国際競争に直面する欧州産業界の競争力喪失のリスクを回避するため、EU ETS 排出枠の大部分の割り当ては無償で行われ、この手厚い配分により、実施初期の炭素価格は比較的低い水準にとどまっていた。2012 年以降は、オークションで支払われる排出枠の割合を増やすため排出枠総量の定義と割り当てメカニズムが大きく見直され、更に、Fit For 55 に沿い 1990 年比で 55%の排出量削減目標を達成するため、制限がより厳しくなっている（図 1 参照）。

炭素取引市場は、炭素排出量の多い産業活動に限り適用となるため、多くの欧州諸国では、個人と小規模な企業を対象とする炭素税と棲み分けされ併存している（ただしスウェーデンには大規模な生産施設を対象とする炭素税制度がある）。

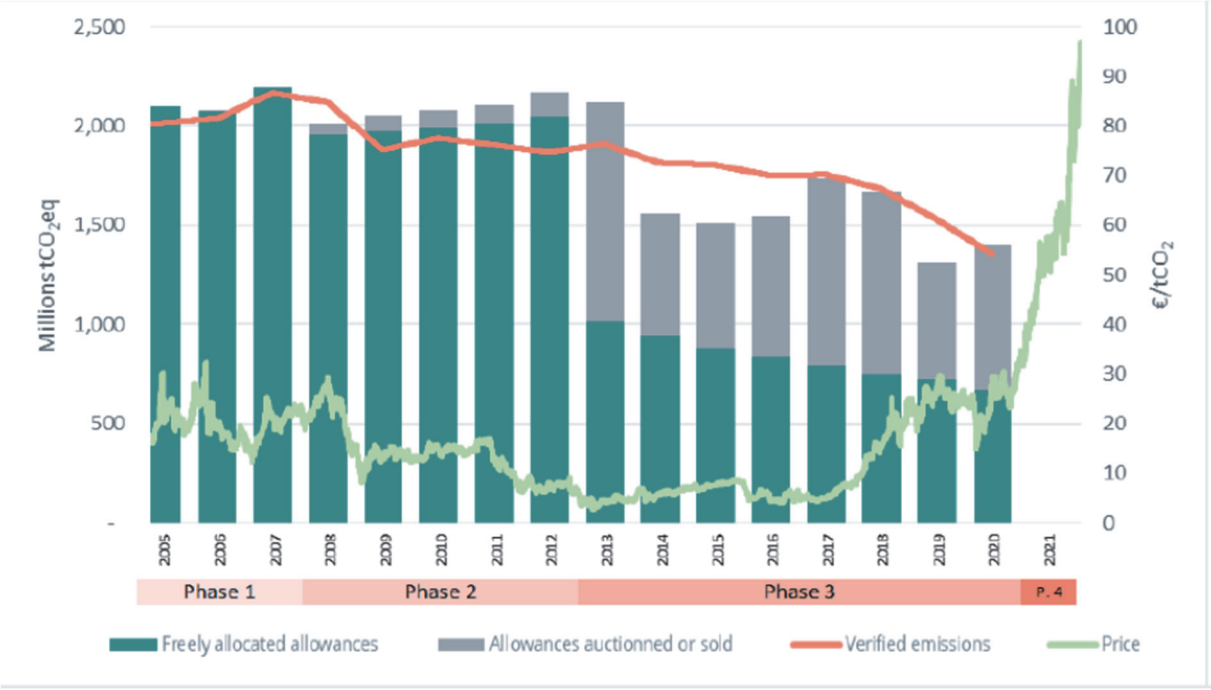


Figure 1. Distribution of emission allowances during the first 3 phases of the EU ETS
Data: European Environment Agency & International Carbon Action Partnership

図１　EU ETS 初期３フェーズ期間（2005-2020 年）における排出枠の割り当ての推移

※縦軸左側：単位（百万 tCO2-eq）、縦軸右側：単位（ユーロ／tCO2）

※ ■：無償割り当て排出枠　■：オークション／売却を通し取引された排出枠

—：認証済み排出量　—：炭素価格

出典：Expert Opinion | Carbon Border Adjustment Mechanism. What are the challenges for companies?, March 28th, 2022, I Care Consultants

2.2 欧州産業界はカーボンリーケージのリスクに直面

無償割り当て枠の段階的縮小と炭素取引価格の上昇により、企業に課された経済的制約が要因で、第三国での生産が欧州の生産に取って代わる場合、カーボンリーケージのリスクが発生することになる。

カーボンリーケージ（炭素の漏れ）とは、環境規制の緩い国に向けて、炭素集約型産業の生産移転が行われることで全体の排出量が増加し、ネットゼロに厳しく取り組む国などの排出対策が損なわれることである。

欧州大陸全体の CO2 排出量の 20%以上は、製品とサービスの純輸入が占めていると推定される。このため EU は、カーボンリーケージの防止を目的に国境の炭素調整メカニズムを設置し、徐々に無償の排出枠を置き換えて、最終的には適用対象セクターの地球温暖化コストの完全な内部化を図りたい方針である。

CBAM では、セメント、肥料、鉄鋼と鉄を含む金属、アルミニウム、電力の欧州への輸入時の課税を想定している。

2.3 炭素国境調整メカニズムの有効性には、目標と受容性のバランスが必要

しかし、CBAM 導入の発表当初は、欧州産業界や、EU の貿易相手国から一様の支持を受けなかった。むしろ欧州委員会の発表に先立つ議論において、維持すべきバランスの難しさが浮き彫りにされた。CBAM の実施は、欧州の環境政策（欧州グリーンディールなど）、貿易、関税、税制に限らず、予算や経済の問題などに影響をもたらすが、産業界の視点は、主に競争上の歪みへの対処と、カーボンリーケージのリスクの抑制に主な焦点があてられた。また、排出量の算定と報告書の作成など生産者の実務負担を懸念する声も上がった。

貿易相手国の立場からは、CBAM の世界貿易機関（WTO）の自由競争原則への適合性に対する疑問が、主な反対意見の根拠として挙げられた。特に、関税と貿易に関する一般協定（General Agreement on Tariffs and Trade、GATT）の無差別原則（Non-Discrimination Principles）は、輸入品と当該地域での生産品の同一な扱いを要求しているのである。しかし現在、環境への影響に関して製品ごとの区別はされていない。二つの製品がある場合、製造工程に係わらず、固有の特徴が同じであれば同一とみなされ、従って、カーボンフットプリントも同じである。EU は、WTO のルールと互換性を有するメカニズムの設計を強調するが、いくつかグレーゾーンが残ることは確かで、他の当事者からの指摘につながっている。2021 年 7 月 14 日発表の欧州委員会提案で、CBAM の形態が明確となったものの、受容性、有効性、或いは実施の容易性に関する全ての疑念が払拭されたわけではない。

3．漸進的な施行アプローチ

3.1 CBAM は無償の排出枠を徐々に置き換える

現時点では、CBAM は段階的に発効される予定である。移行期間中（2023-2025 年)、輸入業者は排出量報告義務の履行が必要となるが、排出権証書の購入・提出はまだ必要ではない。2026 年以降、この措置は恒久的なものとなり、欧州への製品輸入時、排出権の価格を支払う義務が発生する（EU の予算収入となる)。

また、CBAM に代わり炭素取引市場の無償排出枠は 2026 年から 2035 年の間に段階的に廃止される。それまでの期間は、適用対象のセクターにおいて無償排出枠以外の排出量の割合に限り、CBAM が適用される。

CBAM の実施スケジュールを図示したものが図２である。CBAM の実施までのタイトなスケジュールを守るためには、理事会と欧州議会双方の承認が必要となる。

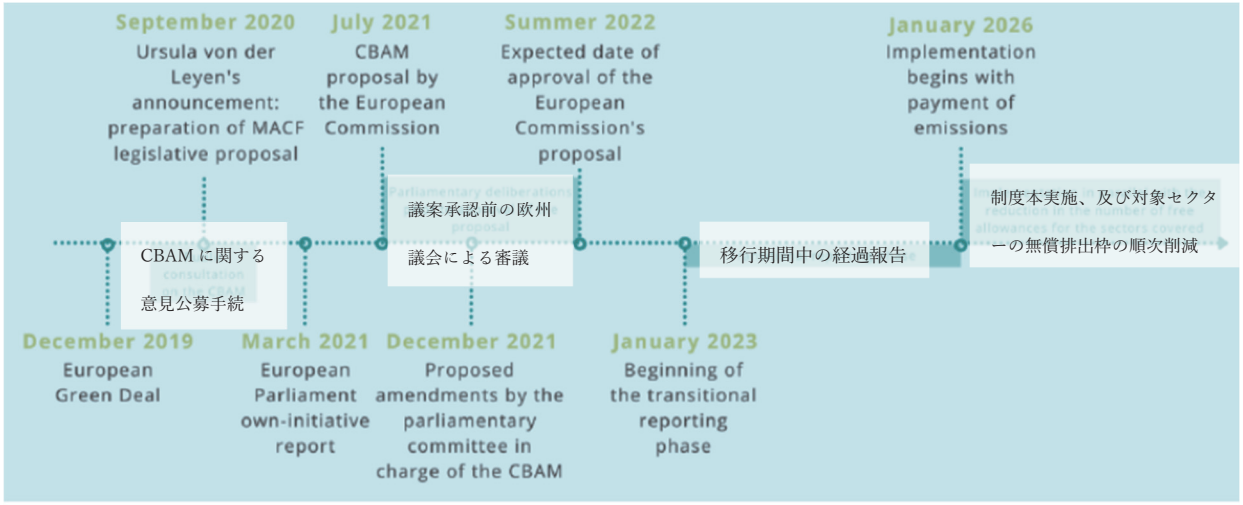


図２　CBAM 実施までのスケジュール

出典：Expert Opinion | Carbon Border Adjustment Mechanism. What are the challenges for companies?, March 28th, 2022, I Care Consultants

3.2 並行炭素市場における排出権支払いの義務

CBAM の流れを図３に図示している。具体的には、CBAM は「並行炭素市場」として設計され、輸入業者は、EU ETS の別の領域（プール）で排出量（証明書）の購入を通して排出権の代金を支払う。価格は輸入時の EU ETS の割り当てオークションの週平均価格をもとに（他に無償排出枠の控除などの調整を行い）決定される。購入排出枠の数量は、申告した当該輸入製品の排出量分と同じでなければならず、このようにして炭素１トンの価格は炭素市場のものと並行となる。法的に言えば、CBAM は関税でも輸入税でもない（炭素税である)。

輸入者が輸入製品の排出量や原産国のデータを報告／提示できない場合、既定値が適用される。この既定値は、EU 内の申告輸入品と同じカテゴリーに属する製品の生産施設のうち、最も排出量

対策の実績が悪い下位 10%の平均排出係数に基づいて算出される。

一方で、輸入者が輸入製品の原産国で炭素価格を支払済みであることを証明すれば、その分は控除される。このため、行政手続き的には欧州の炭素市場と税関当局の製品内容物規制の適用の合間にあると言える。

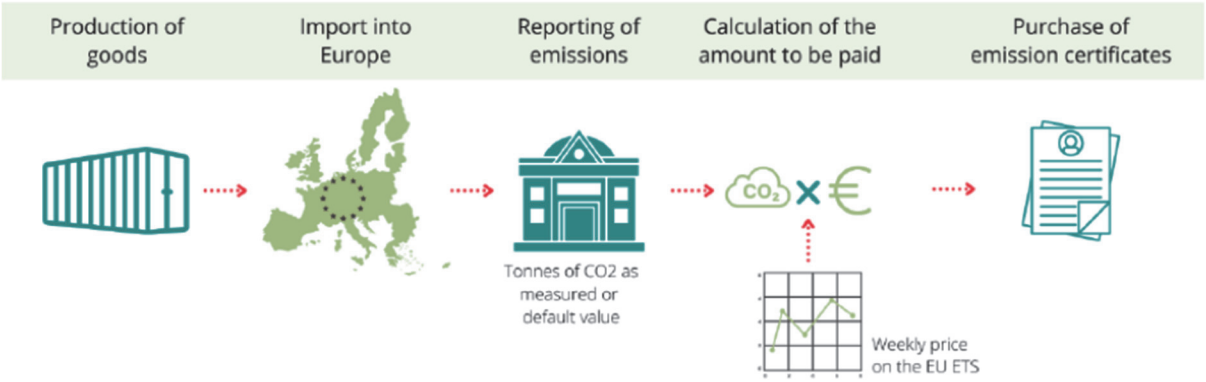


図３　CBAM 手続きの流れの図解

出典：Expert Opinion ｜ Carbon Border Adjustment Mechanism. What are the challenges for companies?, March 28th, 2022, I Care Consultants

CBAM が適用となる予定の輸入製品及び、排出量のスコープを以下図４に示す。

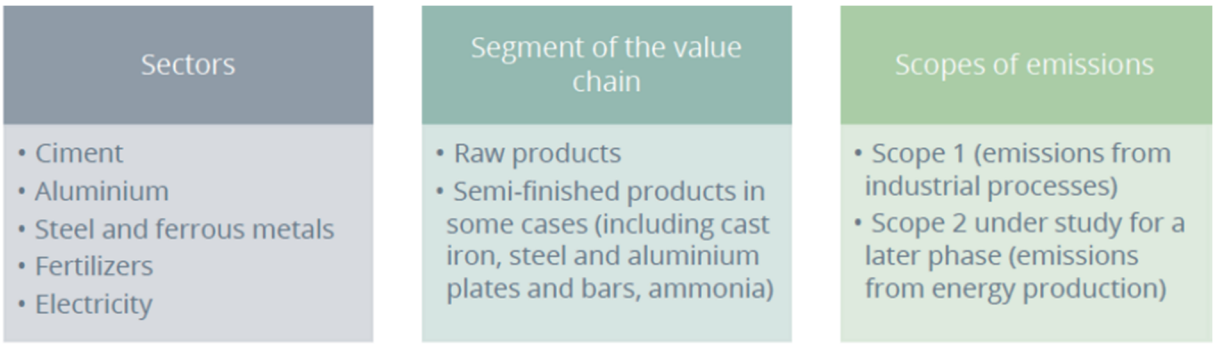


図４　CBAM 適用対象の製品、バリューチェーンセグメント、及び排出量のスコープ
（本ブリーフィング発表時点）

出典：Expert Opinion ｜ Carbon Border Adjustment Mechanism. What are the challenges for companies?, March 28th, 2022, I Care Consultants

現実的な理由から、欧州委員会が提案する CBAM は、EU ETS の全対象セクター、または対象セクターのバリューチェーン上の全製品を対象とはしておらず、主な焦点は実施が管理上可能な、カーボンリーケージのリスクが最も高いセクターの原材料と特定の半製品に置かれている。特に、バリューチェーン下流にある製品を含めないことは、カーボンリーケージの潜在的リスク要因となっている。

しかし、EU の意図が他セクター、間接排出、輸送排出、バリューチェーン下流の製品を含む広

範囲に適用対象を拡大させることにあるのは間違いないであろう。

また、適用セクターへの波及効果はまだ不明であるが、CBAM の保護強化により、欧州企業の生産は増加する一方、無償割り当てのフェーズアウトにより輸出が減少するという可能性もある。そのためか、EU は法的な係争リスク回避のため WTO ルールに沿いつつ、CBAM が可能な限りポジティブに機能するよう、多くの妥協点を設けている様である。

4．企業は CBAM への準備開始を

4.1 国際的な気候の協調体制を変える可能性

CBAM が欧州の貿易相手国に与えうる影響についての初期分析では、欧州の貿易相手国に対する影響は抑制的なレベルに留まることが示唆されている。特に、世界の輸出量の減少は最も高リスクのセクターにおいてさえ数パーセントと見られており、むしろ主な効果は、排出削減の負担を気候変動対策の貢献度が最も低い国に移転することにある。

しかし、EU 以外の国の中には、CBAM の WTO ルールの適合性に関する懸念を示し、EU への対抗措置を示唆する国もあり、他には米国、カナダ、日本など同様の国境調整メカニズム導入の検討を開始した国も出ている。

欧州は CBAM により自由貿易と環境政策の調和を図ろうとする立場で、輸入製品の生産国における炭素価格設定の免除は、国際交渉の場で積極的な気候政策の実施を促すテコとして使われる。これらのことは、CBAM が貿易条約における初の気候変動特例となった場合、環境問題が、今後どのように世界の貿易政策とガバナンスを形作るか、という根本的な問いを投げかけるであろう。

EU は他国との対話を継続するであろうし、気候変動はゼロサムゲームではないため、国際レベルで気候変動緩和政策への支持が盛り上がれば、協力はより良い結果につながるだろう。現在までに、45 の国の政府が炭素価格設定制度の導入に踏み切っており、 中国は 2021 年に独自の炭素市場を立ち上げ（当面は発電部門が対象）、カナダは連邦レベルの取引制度の導入を 2022 年中に予定している（既に州レベルの独自制度の導入事例がある）。これらの動きの結果、排出規模の大きい国（かつ排出基準に厳しく取り組む国）が共通の最低炭素価格の設定などで合意する「気候クラブ」の形成に関する議論が再燃している。

このような動きは、欧州の生産者の輸出競争力の保護、カーボンリーケージの発生リスクの低減、カーボンニュートラル達成を宣言した国々の脱炭素経済政策の具体化、また、途上国のエネルギー転換のための資金捻出など、利益を生む方向に進む可能性もある。

4.2 今から対処を始めることで、CBAM の負担を軽減できる。

国際レベルで CBAM に関する議論が引き起こした連鎖反応は、炭素税が今後時間の経過と共に定着していく可能性が高いことを示している。CBAM の対象は現時点で、炭素集約型の５セクターに限定されているが、移行期間終了後の段階的な拡大について欧州委員会が検討中だと言われている。

例えば環境・公衆衛生・食品安全に関する欧州議会委員会は最近の提案において、適用拡大対象として、特に「有機化学品」、「水素」、「ポリマー（重合体）」などのセクターの他、スコープ２の間接的排出、及び輸入製品のサプライチェーン上流の品まで含むことを盛り込んだ。

委員会の修正提案が、この後に続く通常の立法プロセスを経て最終規則に含まれるかは不確かであるが、CBAM 拡大の意欲が EU の意思決定機関内に存在することを明確に示している。

また拡大は、炭素集約型の製品を材料として使用するバリューチェーン下流部門の競争力に影響を与える可能性があり、炭素価格プレミアムを見越す必要が出てくる可能性にも留意が必要である。特に考えられる可能性は、最終消費者へのコスト負担転嫁が困難な製造業において、バリューチェーン下流へカーボンリーケージの移転が促されることである。例えば、自動車の製造に必要な鉄鋼やアルミニウムは、EU への輸入時に課税されるが、自動車は課税されない。そのため生産部門をヨーロッパの外に移転し、自動車を直接輸入することで短期的に競争力を維持する様なことである。

このことから現在の、あるいは将来的に適用が予想されるセクター全てにとって今から対処することが重要となる。詳細は修正される可能性が残るが、主要な原則に関しては、EU 内の政治的コンセンサスが得られているのである。CBAM はその複雑性から、生産者、輸入業者、最終消費者にそれぞれ異なる影響を与えると思われる。

EU 域内・域外を問わず、影響度合いを企業自ら評価し、対処することが必要だが、下記にカギとなる対処手段を挙げる：

- **輸入品からのカーボンフットプリントを算出する**。いくつかの方法論とツールがあり、検討中の課題に応じて決める。先述したように、最も効率の悪い施設の実績に基づき算出される既定値が、多くの場合において課されるペナルティとなる。

- **サプライヤーのフットプリントと CBAM の影響度を評価する**。バリューチェーン下流の生産者にとって、炭素コストを購買の意思決定に組み入れることが不可欠である。炭素集約度の低い材料を積極的に探す過程で、CBAM に伴うコストの理解と、削減につながる。

- **プロセスの効率の改善**　エネルギー効率の高い製造工程への投資、或いは炭素集約度の少ない生産材料への代替を通して、製品全体のカーボンフットプリントと、結果としての炭素税の影響を減らすことができる。投資を検討する際は上昇傾向にあるカーボンコストも考慮の一つに加えることを忘れてはならない。

5．結論

CBAM は 2023 年から段階的な導入が始まる。当初は、限られた数の炭素排出の高い輸入製品（セメント、肥料、鉄鋼、アルミニウム、電力）に、直接排出量をスコープとし、欧州市場での炭素価格と原産国の価格差に基づいて適用される予定である。生産のバリューチェーンを通して渡さ

れてゆく炭素コストがあるため、当初の CBAM 対象に含まれない企業にも影響を与えるはずである。

欧州の貿易相手国が CBAM により同様の措置の実施を刺激される中、生産者にとって負担となる、この新たな業務は直ぐに手を打つ必要があることは明らかで、これにはサプライチェーン全体の詳細な炭素会計の把握、が含まれる。

立法プロセスの終了時に詳細が分かることだが、CBAM は、カーボンニュートラル目標の達成と第三国へ同様の圧力をかける両面の視点において、欧州の気候・経済政策のカギとなる見込みである。そのため、グローバルな貿易ガバナンス体制と気候政策の最適な妥協点を見出す方法についての議論に示唆を与える。

(参考資料)

・Expert Opinion | Carbon Border Adjustment Mechanism. What are the challenges for companies?, March 28th, 2022, I Care Consultants
・“European Parliament and European Council reach provisional agreement on EU Carbon Border Adjustment Mechanism”, Tax News Update (US Edition) at EY online source December 14, 2022, 2022-1872: European Parliament and European Council reach provisional agreement on EU Carbon Border Adjustment Mechanism (ey.com)

アイルランド：下水道処理におけるエネルギー削減の取り組み

下水処理場は、ポンプの作動やばっ気処理など汚水の処理工程において多くのエネルギーを使用している。環境負荷の緩和に限らず、下水の管理／コストの効率化に効果があるとするデマンドレスポンスなどのデータ解析モデルの役割に関する考察において、Energy Systems Integration Partnership Programme（ESIPP)の主な調査成果をまとめたレポートを紹介する。

1．　はじめに

【要旨】

エネルギー生産が気候変動に与える影響に注目が集まる中、省エネ、（効率的な）エネルギー生産、より広域のエネルギーシステムを支える機会を見分ける必要性が高まっている。下水処理施設（WWTP）は、アイルランドに限らず世界的に見てエネルギー消費の大きな割合を占めていることからこの研究報告で、WWTPがデマンドレスポンスを通じてエネルギー消費を削減する可能性について明らかにし、意思決定の支援におけるデータ解析の役割について考察する。

1.1 背景

エネルギーシステム統合パートナーシッププログラム（ESIPP）は、アイルランド科学財団、産業界、慈善団体から資金提供を受け、ユニバーシティ・カレッジ・ダブリン、トリニティ・カレッジ・ダブリン、NUIゴールウェイ、経済社会研究所（ESRI）、及びダブリンシティ大学の研究者からなる学際的チームによって実施されている研究計画である。研究プログラムは、(i) ネットワークの運用と技術的な側面に取り組む、(ii) 家庭や職場におけるエネルギーソリューションを見分ける、(iii) エネルギーの脱炭素化につながるエネルギー政策とインフラ投資に関する情報を知らせる、という三つの柱で構成されている。ESIPPの研究の焦点の一つは、エネルギー消費を抑えた下水管理における効率性の改善方法で、これらの知見が、下水処理による環境負荷を低減するための今後の道筋について、政策立案者や業界の関係者に示唆を与えることを期待する。

アイルランド国営の上下水道事業者であるIrish Waterは、2017年までに51,000トン以上の炭素排出量の節約に相当する、エネルギー効率性能で22.4% の改善を達成した実績をもつ。アイリッシュウォーターは、まず2020年までにエネルギー効率を33%向上させる持続可能なエネルギー戦略を導入し、その後、2030年までに50%向上とする追加目標を設定しており、実施期間内には75,000トンの炭素排出量の回避が見込まれている。また、2016年のアイルランドの一人当たりの上下水道設備インフラのエネルギー消費量は、平均105 kWh超であった。このことからアイルランドでは上下水道セクターが依然として資源集約的なプロセスであり、エネルギー、化学物質、排水など、温室効果ガス（GHG）排出の原因とされる資源を利用していることが示唆された。

排出放流水規制が厳しくなるにつれて処理のためのエネルギー（及び他の資源の消費量）が増加するため、これらの要因（排水流出、エネルギー消費、化学物質）により引き起こされる環境

への負荷の評価とバランス維持を目的とした包括的アプローチが必要となる。

下水処理施設（WWTP）は、汚染物質の除去と、環境への影響を低減するため大量のエネルギーを消費することから「水とエネルギーのネクサス」の問題において中心的役割を果たすことが可能である。この数十年、下水処理の分野では、システム内に柔軟性と再生可能エネルギーの生産（熱回収、バイオガス、焼却、マイクロ水力発電、power-to-methaneなど）手段を提供し、資源回収とエネルギー効率を通じた持続可能性の向上に取り組んできている。

しかしながら、環境規制の強化が WWTP の性能向上に対する圧力となり、エネルギーや化学物質の消費量増加につながっている。また、アイルランドの下水処理インフラ全体として、人口増加や経済成長に加え、気候変動への対応の一環として規制の遵守や炭素排出ネットゼロ目標などの重要な課題に直面している。

都市排水に焦点を当てた EU の「都市下水処理指令（Urban Waste Water Treatment Directive）」は、第１条で「都市排水の収集、処理、放流、及び特定の産業部門からの排水の処理と放流」を謳っている。また、EU の「水枠組み指令（Water Framework Directive, 2000/60/EC）は、EU 加盟国に対し、あらゆる地下水と表層水（河川、湖沼、汽水域、沿岸水域を含む）の「良好な状態」を目指すことを義務付けている。この指令は、ほとんどの WWTP における排出放流水制限の主な推進要因となっている（図１参照）。これらの法律は、エネルギー生産からの排出や汚泥の土壌散布による生態毒性など、定められた水質の要求レベル達成を求めている。

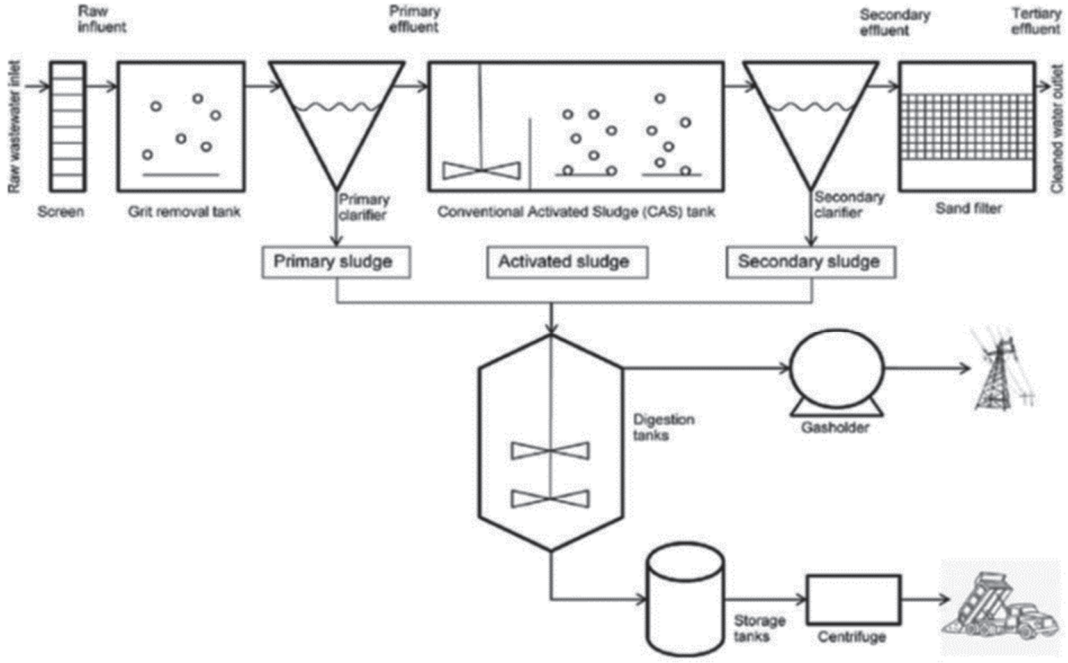


Figure 1: Typical wastewater treatment plant processes with sand filtration as an example of tertiary treatment (Source Berthod et al., 2016).

図１　砂ろ過槽を備えた高度（三次）処理工程を例とする典型的な水処理施設のプロセス図
出典：Logan, K. et al. Energy aspects of wastewater management, INSIGHTS SEREIES PAPER NO.9, April 2021

資源の消費と WWTP の性能の明確な関連性を通じて、水準基準の設定（ベンチマーキング）戦略は、WWTP の性能を評価しつつ、資源消費を評価するためにも活用できる。外部の介入がなければ、WWTP は環境規制を満たす努力のため、より資源集約的になるという悪循環から抜け出すことができない。これまで下水処理業界もエネルギー効率を改善する方法をいくつか練り出しているが、WWTP から電力システムにデマンドレスポンスを提供する機会は、WWTP の所有者/運営者に収益源を提供できる一方、電力システムにシステムサービスや柔軟性を提供し、より高いレベルの再生可能エネルギーの統合を可能にすることができると考えられる。

ESIPP の研究は、デマンドレスポンスの導入や、放流水の環境基準を維持しながら使用するプロセスのエネルギー効率を改善するなど、WWTP のエネルギー面のいくつかに焦点を当てたものである。

2．下水処理場におけるデマンドレスポンスの実施

発電ミックスにおいて再エネ由来のエネルギー供給に間欠性があることから、系統側と需要家側の両方でスマートな電力消費に向けた調整が必要となる。非柔軟性の発電システムと変動する再生可能エネルギー（風力や太陽光）の割合が高い電力システムは、デマンドレスポンスの大きな可能性を提供するものである。非柔軟性の発電とは、電力と需要家側の発電アセットの変動を通じて（システムの総需要量と風力などの再エネ発電量の差である）正味の負荷（ネットロード）の変動に対応するシステムの能力を指す。例えば、風速や世界の日射量など電力供給が一定量とならない再生可能エネルギーはこの一例となるであろう。

デマンドレスポンスとは、デマンドサイドマネジメント（DSM）の一側面であり、具体的には、エネルギー供給力と価格により電力消費を削減／シフトするためにエンドユーザの行動を調整することである。運用システムと経済効率に多面的なメリットをもたらし、同時にシステムの限界費用の変動を抑制することができる。時間当たりの価格体系（使用時間帯別料金、ピーク需要課金、リアルタイムプライシング、極端な逼迫時の価格設定、など）の利用により、デマンドレスポンスを需要家側に導入することができる。大口需要家に対しては補助金やスマートメータのデータによりインセンティブを与え、電力料金が最も高く負荷がかかるピーク時を避ける時間帯へ電力需要を誘導することで、電力需要とコストの両方を削減できる。

デマンドレスポンスは、ポンプの作動やばっ気に大量のエネルギーが必要な下水処理に活用できる可能性がある。WWTP 内の電力消費の分布は、プラントの規模、栄養除去の技術、放流水の基準、及び放流水の最終用途によって異なる。WWTP 内で使用される電力のほとんどは、活性汚泥プロセスにおけるばっ気と排水輸送用のポンプ向けが占め、施設総電力消費量の 10.2%から 71%の範囲に及んでいる。また、プラントの配置形態によっては、流入ポンプが最大で 15%のエネルギー消費を占めることがある。

デマンドレスポンスは、ピーク需要を削減すると同時に、需要パターン形成と負荷柔軟性という形で系統電力に間接的な利益をもたらす可能性がある。WWTP における DSM は、予測誤差を減ら

し、柔軟性を高め、効率的で安全な電力システムの運用に寄与する可能性があるものの、WWTP の運営事業者は、デマンドレスポンスが処理後の放流水の水質に与える影響を懸念している可能性があるため、エネルギーコストの最適化が同時に必要となる。

3．ESIPP のデマンドレスポンスに関する研究

3.1 需要応答モデリング

デマンドレスポンス（DR）モデルは、二つのカテゴリーに分類される。第一に、システム全体の視点として DR の最適活用に着目したエネルギーシステムモデル、第二に、エンドユーザの DR 戦略を分析するためのプロセススケジュールモデルである。下水処理プロセスや電力システムのダイナミクスを表現するセクター統合型エネルギーシステムモデルを用いた分析は、まだ存在しないが、これは「水とエネルギーのネクサス」の問題に対応する DR モデルを取り上げた研究文献が限られているのが理由である。

しかし、既存のモデルは、主な二つの理由により産業界のエンドユーザが利用できる DR の可能性を過大、もしくは過小評価することが多い。まず、DR によって生じる電力システムオペレーションと産業プロセスのそれとの間の交互作用が考慮されていない。第二に、DR の可能性に影響を与える重要な物理的プロセスの制約をモデルが抽象化していることである。WWTP の DR の可能性を示すために、いくつかのケーススタディが存在するが、DR の大規模利用で生じるエネルギー価格の内生性を認めた研究はない。従って、排水処理プロセス関連の制約は、統合エネルギーシステムモデルに適用するべきなのである。

3.2 デマンドレスポンスのためのスケジューリング戦略

長期的で、施設全体にまたがる、ダイナミックな状況下で汚泥処理排水のスケジューリングを制御することにより、WWTP 内のエネルギーの柔軟性を把握することは、エネルギーコストと制御戦略を評価するうえで重要となる（図２参照）。

ばっ気など他のアクティブ制御を行わない（一定の水質要求を満たさない処理水である）リジェクトウォーターのスケジューリング戦略が、人口 10 万人相当の下水処理能力を持つ WWTP において、処理後放流水の水質悪化なしに、平均ピーク需要の 63.4％の緩和と、累積年間エネルギーコストで 10,755 ユーロの削減につながったケースも存在する。これは、電力需要とコストを節約するための DR の重要性を示す一つの事例と考えられる。異なるリジェクトウォータースケジューリング制御の分析は、リジェクトウォータースケジューリングが、代替的な電力料金体系の下でエネルギーコストを最適化するための効果的なツールになり得る。

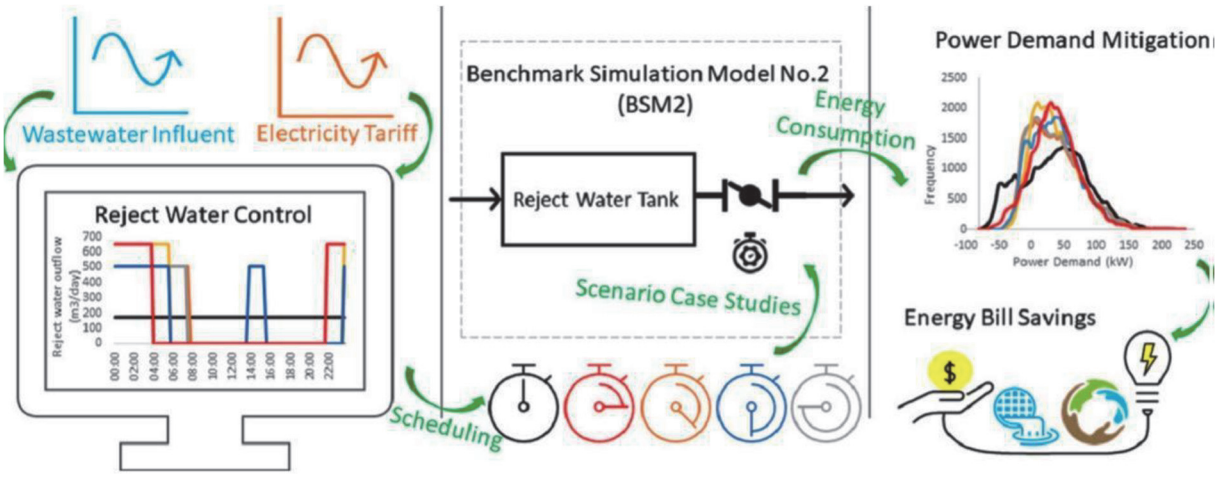


Figure 2: Demand response through reject water scheduling in water resource recovery facilitates (Source: Liu et al., 2021).

図２　水資源回収施設のリジェクト水スケジューリングへの DR 活用概念図

出典：Logan, K. et al. Energy aspects of wastewater management, INSIGHTS SEREIES PAPER NO.9, April 2021

3.3 需要削減の機会

ばっ気制御による需要削減は、プラント運転（の最低要件を遵守するための）制限の維持が条件となるが、WWTP の DR 可能性に大きな影響を与える可能性がある。しかし、ばっ気量の減少は、反応槽の混合液に存在する粒子状成分の沈降を促進する可能性があるが、一方でこの粒子沈降を無視したシミュレーションは、アンモニア濃度が低くなると予測し、放流水の水質に対する DR の影響を過小評価する可能性がある。このため、上述の現象を含む生物学的プロセスのキネティクスと、ばっ気槽内、二次処理清澄機、及び排水中の全懸濁物質濃度について、より現実的な傾向を探り出すモデルが提案されている。この研究は現在も進行中であり、モデルデータの実データに対する較正と検証を行う必要がある。この目的のためには、スラッジブランケット層の深さと、ばっ気槽を出た流水中の全懸濁物質濃度を測るセンサが、ばっ気システムの断続的運転と共に必要であろう。

4．埋立地浸出水（浸出水）の併用処理

埋立地浸出水は、主に最終処分場に埋め立てられる廃棄物の山から雨水が浸透することで発生する極めて汚染度の高い汚水である。これが下方に浸透するにつれて、廃棄物中に存在する有機化合物や無機化合物が溶出し、複雑な汚水となって浸出する。浸出水の成分は、気候、廃棄物の特性、埋立地の運営状態など様々な特性によって大きく変化する。浸出水は、埋立地の閉鎖後数十年経過しても発生する可能性があるため、表流水や地下水源への悪影響を最小限に抑えるために、回収して適切に処理しなければならない。

EU 指令によってもたらされた埋立地管理の変化は、埋め立て廃棄物１トン当たりの浸出水量の

減少と浸出水濃度の増加をもたらした。例えば、アイルランドの研究では、埋め立て期間の浅い埋立地は体積で総浸出水の 50%未満を占める一方、年間総浸出化学的酸素要求量の 70%、総生物化学的酸素要求量（５日間培養）及びアンモニウム態窒素（NH4-N）負荷量において約 80%を占めるとされている。

浸出水は、オンサイト型プラントとオフサイト型プラントでそれぞれ処理することができるが、自治体が運用する WWTP における浸出水の併用的処理は、その浸出水の成分、水処理プラントの構成と容量次第では、適切な選択肢となる。更に、浸出水からの炭素とアンモニウムの負荷上昇は、併用処理を行う自治体 WWTP におけるばっ気要量の増加により、電力使用量に大きな影響を与えることがある。

５．ESIPP による浸出水の併用処理に関する研究

浸出水の併用処理は長年にわたって世界中で実施されてきたが、浸出水と自治体下水の併用処理の長所と短所を批判的に論じたレビュー論文は文献に存在しなかった。Dereli らの研究は、浸出水の併用処理に用いられるプロセスと技術、及び自治体 WWTP の性能に対するその意味について述べた初めての評価である。

5.1 併用処理に関する方法

Dereli らによると、浸出水の特性の変化と WWTP における厳しい排出放流水制限のため、WWTP における浸出水の併用処理のための様々な方法が実施されてきたとのことであった。これには、従来の好気性・嫌気性プロセスや新技術（嫌気性・好気性膜バイオリアクタ、好気性グラニュラ（好気性粒状）スラッジシステム、部分的硝化反応及びアナモックス処理、膜ばっ気バイオフィルムリアクタなど）が含まれる。浸出水からのエマージング汚染物質（既存の法規制でカバーが不十分な汚染物質）を除去するためには、例えば、活性炭吸着、促進酸化処理法、膜ろ過など、コストのかかる追加プロセスが必要である。しかし、Dereli らの研究では、WWTP に新しい技術を導入することで、窒素除去効率の向上、微量汚染物質の除去の改善、エネルギー効率を高めながら、より高度なばっ気方法によるエネルギー需要の削減、（施設が処理する水の）急激な有害度（上昇）に応対する「Toxicity Shock」に対するレジリエンスの向上、並びに浸出水の併用処理の費用効果などのいくつかの可能性を生み、これらは全て処理の効率を向上させる潜在性を秘めているとのことである。

固形廃棄物の管理、浸出水の特性、厳しい放流水基準などの変化がきっかけで、特に高所得国において浸出水の併用処理は減少してゆくと予想される。しかし、予算に限りのある施設ではまだ併用処理が実施されており、新しい技術の導入を通してコストと処理効率のバランスを図ることができるであろう。従って、今後の研究では、これらのプロセスの導入をきっかけに、普及を想定したコスト削減について検討を進める必要がある。

5.2 浸出水供給戦略

Dereli らによれば、よりスマートな浸出水供給戦略を開発し、現実的なエネルギー価格の使用時間帯（自治体下水処理負荷と電力価格のバランス維持）の下で、WWTP のコストを削減すること

ができる。Dereli らの調査では浸出水を併用処理した結果、放流水質指数を 12-20%上昇させ、放流水質の悪化を招いたうえ、ばっ気向けのエネルギー需要量及びプラントのコストがそれぞれ 1.7～2.3%、0.8～2.5%増加したとのことであった。従って、浸出水の併用処理は浸出水の流量を、排水中のアンモニウム濃度に基づいて調整し、好気性リアクタ内の溶存酸素規制量維持のためのフィードバックアンモニウム制御などの高度なプロセスコントロールを使用することによって、緩和するために使用される可能性がある。

6．WWTP のエネルギーシステム統合のためのデータ駆動型モデル

介入がなければ、WWTP は資源集約型になる可能性があるため、下水処理の資源効率を標準的かつ効率的に測定するツールや方法の理解がとても重要となる。現在のシステムでは、下水処理における多面的詳細の分析が可能であるものの、下水処理の性能評価に使用されるデータの精度に関する評価が不足している。従って、データの可用性と正確さ（の不足）が水準基準の設定を制約しているなか、WWTP の性能向上は専ら厳しい環境規制により図らなければならない。

6.1 WWTP のデマンドサイドマネジメントのための流入量と負荷量の予測

厳密な規制と一貫した品質による原材料の供給に依存する工業製造プロセスとは異なり、WWTP は非常に変動的な流入水の処理に対応する能力を必要とする。実際、制御システムの観点からは、流入水の変動は、放流水質とエネルギー消費の両面において、プロセスに影響を与える「乱れ」の一つと考えることができるであろう。

従って、下水処理場への流入率や汚染物質負荷などの流入水の主な特徴を予測する能力は、処理場の運転に関する情報やアドバイスを提供する有用なツールとなり得るため、デマンドレスポンスプログラムにおいて、プラントの柔軟性をフルに活用するための特に重要な点である。将来のプラントの負荷条件を知ることで、特定の DR 戦略が放流水の質に及ぼす影響をより正確に推定することができる。例えば、処理場のエネルギー消費量の一時的な削減を目的とした運転計画は、処理場に大量の汚染物質が流入することが予想される場合には推奨されないかもしれないし、その逆もまた然りである。

原則的には、集水地域の決定論的モデルの構築は可能であるが、変数やパラメータの数が多く、キャリブレーションが特に複雑になる。このため、過去のデータのみを必要とするデータ駆動型モデルが、予測の課題に対応するものとして重要視され始めている。特に、予測モデル生成のため、自己回帰移動平均（ARMA）モデルやニューラルネットワークなどの機械学習（ML）技術の使用が可能となっている。

ここでは、様々なデータ駆動型モデルのキャリブレーションへの着目を通して、１時間ごとの予測を作成し、それをルールベースの制御システムに実装することで、将来の負荷条件と電力価格に基づくプラントの運転（ばっき強度など）を調整することとなる。

7．結論：鍵となる見識とアプリケーション

WWTP の放流水規制が厳しさを増し、エネルギー使用と物質回収の面で WWTP に大きなプレッシャーを与えており、このような状況において、モデリングはエネルギーシステム統合の概念に沿ったスマートな制御戦略を策定するための重要なツールと考えることができる。Dereli らによると、例えば、窒素を多く含む水の流れ（浸出水、汚泥処理リジェクト水など）の管理を支援する方法のいくつかは、エネルギー回収と効率を改善する可能性があるとのことであった。なぜなら、これらの排水をオフピーク時に処理すると、エネルギーコストを削減できるだけでなく、放流水規制にも準拠する可能性があるからである。しかし、Dereli らによれば、これらの研究結果の大部分は、実際のデータに対して校正し、検証する必要があるとのことである。従って、適切な結果を決定するためには、処理場特有の実験を含むことが必要であろう。

下水処理はエネルギー集約型のプロセスであるため、WWTP 向けの協調的な DR プログラムは、電力系統への需要を削減する大きな可能性を持っており、電気料金を異なる時間で設定することで、事業者は電気料金の節約を実現できる。使用時間制のような制度を導入し、オフピーク時に低い電気料金を提供すると同時に、ピーク時の高い電力消費には高い料金を課すことで、事業者は低コストの代替エネルギーにシフトすることができる。アイルランドが低炭素エネルギーシステムへの移行を進めるに従い、エネルギー市場における調整・柔軟性の必要性も高まりを見せているため、WWTP は DR の機会を活用し、その利用拡大を目指す必要があると考える。このような文脈において、データ駆動型モデル、AI、IoT、デジタルツインなどの新しい研究分野が、下水管理における意思決定の支援、コストの最小化、効率化を実現することを期待している。

(参考資料)

・Logan, K. et al. Energy aspects of wastewater management, INSIGHTS SEREIES PAPER NO.9, April 2021

欧州環境情報

欧州：Carlyle 社は欧州市場に向けた再生可能エネルギーのプラットフォームを設立

米国の投資企業 Carlyle 社は、欧州の主要市場において太陽光発電関連のプロジェクトの開発を目的とした Telis Energy と呼ばれる再生可能エネルギーのプラットフォームを設立した。

ロンドンに本社を置く Telis Energy 社は、英国、フランス、スペインおよびドイツでの太陽光発電プロジェクトの開発に焦点をあて、2030 年までに合計 10GW 以上のプロジェクト容量を開発することを目指している。

Carlyle 社は 2022 年 11 月初めに、米国の太陽光発電企業 Aspen Power 社に 3 億 5,000 万米ドルと、2021 年にカナダのエネルギー移行プラットフォームである Amp Energy 社に 3 億 7,400 万米ドルを投資した。同社は 2018 年以降、再生可能エネルギー資産に約 12 億米ドルを投資したという。

欧州：グリーンエネルギー製品の輸入額は輸出額の 2 倍

欧州統計局の最新データによると、EU は 2021 年に、太陽光発電パネル、風力タービンや、液体バイオ燃料といったグリーンエネルギー製品の輸入に 152 億ユーロを費やした。一方、EU からのグリーンエネルギー製品の輸出額が 65 億ユーロとなった。

152 億ユーロの輸入額のうち、太陽光発電パネルが 112 億ユーロ、液体バイオ燃料が 34 億ユーロ、および風力タービンが 6 億ユーロを占める。

一方、EU 域外への輸出額では太陽光発電パネルが 20 億ユーロと、液体バイオ燃料が 13 億ユーロとなった。風力タービンは、輸出額（33 億ユーロ）が輸入額（6 億ユーロ）を上回った。

2021 年の輸入相手国を風力タービンでみると、中国（64%）とインド（35%）が上位 2 ヶ国となり、合わせて 99%を占める。風力タービンにおける主な輸出相手国として英国（42%）、米国（15%）および台湾（11%）が挙げられる。

2021 年の輸入相手国を太陽光発電パネルでみると、中国（89%）が圧倒的となった。EU 域外への太陽光発電パネルの輸出額の最大シェアは米国（23%）が占め、シンガポール（19%）、英国（9%）およびスイス（9%）と続く。

2021 年の輸入相手国を液体バイオ燃料でみると、アルゼンチン（41%）、英国（14%）、中国（13%）およびマレーシア（13%）が上位 4 ヶ国となった。一方、英国（47%）と米国（30%）が主な輸出相手国である。

欧州：Airbus 社 Renault 社はバッテリーの開発で連携

欧州の航空機製造開発企業である Airbus 社とフランスの自動車メーカーRenault 社は、EV とハイブリッド電気飛行機向けのバッテリーの開発を進めるために、共同研究開発契約を締結した。

この連携では、バッテリーのエネルギー管理の最適化と、軽量化に焦点をあてるという。さらに、現在のリチウムイオン電池から、2030 年までにエネルギー密度を倍増する可能性があるとされている固体電池へ移行する方法を検討している。

両社は、EV と飛行機のバッテリーの技術的な側面に加えて、両社は持続可能性を共同で改善することを目指しており、生産からリサイクルまで、将来のバッテリーのライフサイクル全体を対象とするとのこと。その目的は、バッテリーのライフサイクル全体にわたるカーボン・フットプリントを決定し、評価する上、将来のバッテリー設計の工業化における足掛がりとすることである。

欧州：Eolus 社と Simply Blue 社は GW 規模の 4 つの浮体式風力発電プロジェクトを開発

再生可能エネルギー開発事業者であるスウェーデンの Eolus 社とアイルランドの Simply Blue 社は、バルト海における GW 規模の浮体式風力発電プロジェクト 4 件を開発するために、SeaSapphire と呼ばれる合弁会社を設立した。

スウェーデン側の 2GW の Skidbladner と 2.75GW の Herukles、およびフィンランド側の GW 規模の Wellamo、他 1 件のプロジェクトから構成され、年間 40TWh の電力を生産する見通しである。

出資比率 50：50 の合弁事業は、地元の雇用創出の機会を提供し、生産されるエネルギーの代替利用の可能性を検討するために、サプライチェーンの開発に焦点を当てるという。

スウェーデン政府は洋上風力発電所からの電力に対して補助金を提供していないため、同国には現在 192MW の洋上風力発電容量しか設置されていない。しかし、2029 年に開始する取り組みの一環として、最大 10GW の無料のグリッド接続を提供する予定であり、方針転換を目指している。一方、フィンランド政府は 2026 年～2027 年までに同国最初の大規模な洋上風力発電所を建設する計画である。

2022 年 8 月に、ロシアを除くバルト海沿岸 8 ヶ国は洋上風力発電の開発とエネルギー分野における協力を拡大することを目指す宣言に署名し、2030 年までに 19.6GW の洋上風力発電容量を開発することを目指している。

欧州：EU と日本はクリーンな水素に関する協力を強化

EU と日本は、ルールに基づいた透明性の高い国際的な水素市場を確立するために、グリーン水素と低炭素水素の開発に関する協力覚書（MoC）に署名した。

欧州委員会の声明によると、EU と日本は、持続可能かつ安価なグリーン水素の製造、貿易、輸送、貯蔵、流通および利用に連携するという。

この MoC には、協力プログラムの開発に関する詳細な提案の枠組みが含まれている。EU と日本が協力する分野として、政策、規制、インセンティブ、補助金、ベストプラクティス、ノウハウ、プロジェクト開発や技能の訓練・学習などが挙げられる。

EU と日本は既に、2050 年までに気候中立の長期目標を達成し、クリーンエネルギーへの移行を加速することを約束している。

欧州：EU は廃棄物とリサイクルに関する新規則を決定

欧州委員会は、プラスチック飲料ボトルのリサイクル含有率の増加と、オンライン配送に使用される材料やテイクアウト用カップの再利用の目標設定により、2022 年 12 月初めに包装廃棄物の削減を対象にした新たな規則案を発表した。

この規則案では、EU の全 27 加盟国に対して 2018 年レベル比で、1 人当たりの包装廃棄物を 2030 年までに 5%、2040 年までに 15%削減するという目標を義務付ける。現在、包装廃棄物が EU 域内全体の都市廃棄物の 36%を占めている。

この規則案はまた、2018 年に更新された廃棄物枠組み指令（Waste Framework Directive）からの 2025 年までの 65%と、2030 年までの 70%のリサイクル目標を維持し、包装材料ごとに特定の目標を設定している。

さらに、プラスチック包装のリサイクル含有率の最低限の目標を提案している。例えば、飲料ボトルにおいて 2030 年までに 30%、2040 年までに 65%のリサイクル含有率の最低限目標を定める予定。

また、ティーバッグ、コーヒーポット、軽量プラスチック袋、果物や野菜の粘着ラベルといったプラスチック包装を堆肥化可能とする必要がある。

欧州委員会はまた、レストランやカフェの店内での包装や、ホテルでのシャンプーボトルなどの使い捨てプラスチックを禁止することを提案している。追加措置としては、EU 加盟国はプラスチックボトルとアルミ缶に対するデポジット返却制度を導入する必要があるという。

英国：欧州最大規模のバッテリーエネルギー貯蔵システムが運転を開始

英国の Hull 市の近郊には、Pillswood と呼ばれる欧州最大規模のバッテリーエネルギー貯蔵システムが運転を開始した。同システムは、2023 年半ばに運転開始が予定されている Dogger Bank という世界最大規模の洋上風力発電所のサイト近郊に設置されている。

Pillswood プロジェクトは、1 回の充電サイクルで最大 196MWh の電力を貯蔵できる。英国の再生可能エネルギー開発事業者 Harmony Energy 社により開発され、米 Tesla 社の 2 時間 Megapack システムを利用している。Harmony Energy 社によると、同システムのバッテリー貯蔵容量は、30 万世帯に 2 時間の電力を供給するに十分であるという。

このプロジェクトは、英国の電力網のバランシングサービスに重要な役割を果たせることが期待されており、Dogger Bank 風力発電所と接続する予定もある。Harmony Energy 社によると、Pillswood プロジェクトに関わる建設作業が Tesla 社により行われた。

このプロジェクトは、Tesla 社のリアルタイム取引および制御プラットフォームである Autobidder により管理される予定。Harmony Energy 社の Kavanagh 氏によると、同社は今後数年間にわたって 5 つの同様のプロジェクトを開発することを計画している。

英国：革新的なエネルギー貯蔵プロジェクトに約 3,300 万ポンドの融資を提供

英国政府は、Longer Duration Energy Storage Demonstration（より長期的エネルギー貯蔵の実証）というスキームの第 2 フェーズで、五つの革新的なエネルギー貯蔵プロジェクトに 3,290 万ポンドの融資を提供することを発表した。

補助金を受けるプロジェクトは、熱、電力および水素の貯蔵に関する技術の開発を対象にしている。Edinburgh 市に本社を置く StorTera 社は、単一液体フロー電池（Single Liquid Flow Battery：SLIQ）技術のプロトタイプを製造するために、502 万ポンドの補助金を受ける。スコットランドの Lothian 地域に本社を置く Sunamp 社は、全国 100 の世帯に熱貯蔵システムを試験運転するために、925 万ポンドの補助金を受ける。

Sheffield 大学は、家庭内における柔軟な熱エネルギー貯蔵システムのプロトタイプを開発するために、260 万ポンドが授与される。RheEnergise 社は 824 万ポンドの融資で、Plymouth 市の近郊にて High-Density Hydro と呼ばれるポンプ式のエネルギー貯蔵システムの開発を進んでいる。この技術は、水よりも密度の高い液体を使用し、丘など標高の低い緩斜面から電力を生産するものである。

英国政府はさらに、英国の研究機関である EDF UK R&D とパートナーである Bristol 大学、核燃料企業 Urenco 社および英国原子力公社（UK Atomic Energy Authority：UKAEA）に 773 万ポンドの補助金を提供し、劣化ウランを使用する水素貯蔵の実証プロジェクトの開発を後押しする。

Longer Duration Energy Storage Demonstration スキームの総予算は 6,800 万ポンドであり、二つのストリームにより提供される。同スキームのストリーム 2 ではプロトタイプ技術の実証プロジェクトがサポートされる一方、ストリーム 1 では商業化は近い技術の実証プロジェクトが対象である。

英国：Essar Oil UK 社は 3 億 6,000 万ポンド相当の炭素回収プラントを建設

英国の石油企業 Essar Oil UK 社は、英国の Cheshire の Stanlow 製油所にて 3 億 6,000 万ポンド相当の新たな炭素回収プラントを建設する計画を公表した。同社は、2030 年に生産工程を大幅に脱炭素化する取り組みの一環として、エネルギー効率、代替燃料および炭素回収に関わるイニシアティブに 10 億ポンド以上を投資している。

Stanlow 製油所にある欧州最大規模の残油流動接触分解装置（Residue Fluidised Catalytic Cracking：RFCC）ユニットからの排出 CO_2 を回収する新プラントの建設において、同社は英国のエネルギーサービス事業者 Kent plc 社と Pre-FEED（Front End Engineering Design）の契約を締結した。

回収した CO_2 を含むガスは、イギリス北西部にある HyNet と呼ばれるエネルギープロジェクトの一環として、Liverpool 湾の海底での枯渇ガス田に隔離し閉じ込める計画である。これにより 2027 年以降、年間推定 81 万 t の排出 CO_2 を削減できると推定されている。これは、40 万台からの自動車からの排出量、または Stanlow 製油所の全排出量の約 40%に相当する。

Essar Oil UK 社のエネルギー移行戦略は、①Stanlow 製油所の製油プロセスの効率性と安定性を向上、②Stanlow 製油所の事業を脱炭素化、③HyNet コンソーシアムの一環として、Vertex Hydrogen というクリーンな水素のプラットフォームを開始、④持続可能な航空燃料を含むグリーン燃料を開発、⑤Stanlow Terminals Limited 社により英国最大規模のバイオ燃料の貯蔵施設を建設、という五つの柱からなっている。

Essar 社は 2022 年 9 月に、Progressive Energy 社との合弁会社である Vertex 社と、280MW 以上の水素供給に関する基本合意書（Heads of Terms：HoF）のオフテイク契約を締結した。この水素は、2022 年 8 月に設置された水素を燃料とする精製用加熱炉を含む Essar 社の既存の生産施設の脱炭素化の取り組みに使用される。この 4,500 万ポンド相当の水素燃料炉は、英国初の 100%水素で運転するものであり、Stanlow 製油所での 3 基の従来炉を置き換える予定。

Vertex 社はまた、HyNet プロジェクトの一環として、英国初の大規模な低炭素水素生産ハブの開発に取り組んでいる。これは、初期段階で 1GW の水素を生産し、年間 180 万 t の炭素を回収できると予測されている。同社は 2030 年までに、英国政府の国家目標の約 40%に相当する約 4GW の低炭素水素を供給することを目指している。

英国：CO_2排出量を削減するための 150 万ポンドの AI プログラムを開始

英国政府は 2022 年 11 月 22 日に、AI for Decarbonisation Programme と呼ばれる国内の CO_2 排出量を削減するための AI（人工知能）活用を支援する新たなプログラムを開始した。

このプログラムは、同政府の 10 億ポンド相当のネット・ゼロ・イノベーション・ポートフォリオ（Net Zero Innovation Portfolio）の一環であり、150 万ポンドの補助金が付与されている。この補助金は、二つの初期段階で開始される別々の助成金の流れで構成される。

最大 50 万ポンド相当のストリーム 1 は、2025 年 3 月までに AI イノベーションと脱炭素化に関するバーチャルなセンター・オブ・エクセレンス（CoE：Centre of Excellence）に共同出資するために使用される予定である。また、最大 100 万ポンドのストリーム 2 は、脱炭素化を支援する AI 技術の開発を促進するイノベーションプロジェクトに資金を提供する予定。

英国政府はまた 2023 年以降、バーチャルなセンター・オブ・エクセレンスがネットゼロ達成の実現に不可欠であると見定めた、AI イノベーションの優先分野をサポートするために、追加資金を提供する予定である。

本プログラムは、技術、エネルギーおよび産業のセクター間のコラボレーションを促進することで、英国の AI 部門におけるさらなるイノベーションを刺激し、成長の促進及び、ネットゼロの目標達成を目的としている。同プログラムは、2021 年に発表された国家 AI 戦略（National AI Strategy）で開発されたアイデアに基づき、英国が脱炭素化目標を達成するために AI がどのように支援できるかを定めている。

脱炭素化のための AI プログラムにより、英国における市場成長の促進、英国産業の競争力強化のためのエネルギーコストの削減、AI への民間投資の活用、脱炭素化に適用する AI 技術における倫理・偏見・公平性への配慮を高めることができると期待されている。

ドイツ：PNE 社は 2027 年までに 20GW の再生可能エネルギー容量を開発

ドイツの再生可能エネルギー開発事業者である Pure New Energy 社（PNE）は、Scale Up 2.0 と呼ばれる 5 年間のスキームを発表した。これには 2027 年までに事業化する予定の 20GW の再生可能エネルギーのプロジェクトのパイプラインが含まれる。その 20GW のうち、今後 5 年間にわたって 8GW の太陽光発電、10GW の陸上風力発電と、2GW の洋上風力発電のプロジェクトを開発する予定である。

同社はまた、開発後に自社運営とするプロジェクトの発電ポートフォリオを拡大することを計画している。ドイツ、フランス、ポーランド、スペインおよびイタリアからの太陽光発電プロジェクトにより、2027 年までに 1.5GW の電力を自分で生産することを目指し、合計約 16 億ユーロの投資を行う予定。

拡大計画の一環として、PNE 社が提供するサービスを既存の再生可能エネルギープロジェクトに拡大する予定であり、合計 3.5GW の太陽光発電と風力発電のプロジェクトを運営することを目指している。同社は、電力取引、プロジェクトの最適化、ライフサイクル管理、およびエンジニアリングサービスに焦点を当てるという。

PNE 社はまた、ハイブリッド電解槽やバッテリー貯蔵システムなどの他の再生可能エネルギー技術の開発にも取り組むと発表した。

ドイツ：中国企業は１億ユーロ相当のバッテリーリサイクルプラントを建設

中国のリサイクル企業である Botree Cycling 社は、ドイツ北東部にある Guben 市にてリチウムイオン電池のリサイクルプラントを建設するために、最大 1 億ユーロを投資するという計画を公表した。

北京に本社を置く同企業は Brandenburg 州の Guben 市と基本合意書（LoI）に署名し、同プロジェクトには最大 30 人向けの訓練センターの設立が含まれていると Guben 地方自治体は声明で述べた。

Botree Cycling 社は、Guben 市の工業地帯で合計 3.8ha ある土地二区画を購入し、2025 年までにリサイクルプラントの運転を開始する予定。このプラントは、欧州における同社初の施設となる見通しである。2019 年に設立された Botree Cycling 社は、レアメタル資源の抽出とレアメタル材料のリサイクルに関わるプロセスと設備の据付、リサイクル施設の設計、及び関連技術のコンサルティングを主な業務としている。

Guben 市は、鉱山地帯として知られる Lusatia 地域に位置しており、2030 年までに 7GW の再生可能エネルギーを開発し、ドイツのグリーン拠点の一つとなることを目指している。

Botree Cycling 社の他、カナダのクリーン技術企業である Rock Tech Lithium 社は Guben 市の工業地帯に水酸化リチウムのコンバータを設置する予定であり、2025 年に運転を開始する予定。

ドイツ：EIB はリチウムイオン電池向けの材料を製造するための商用実証プラントの建設に融資を提供

欧州投資銀行（EIB）は、電池の開発を手掛けるオーストラリアの Pure Battery Technologies 社（PBT）がドイツにてリチウムイオン電池向けの材料を製造するための商用実証プラントの建設資金として、3,670 万ユーロの融資を提供する。

この施設は、NMC（ニッケル・マンガン・コバルト）化学において高度なリチウムイオン電池の製造に使用される前駆体・正極活物質（pCAM）を生産するという PTB 社の最初の商用実証プラントとなっている。同施設は、PTB 社の子会社である Koenigswarter & Ebell 社により、ドイツ東部の Hagen 市にある工業地帯に建設される予定。

PTB 社は、オーストラリアの Queensland 大学が開発した処理技術を利用し、一次資源とリサイクル資源によりバッテリー材料を製造する見通しである。新プラントの生産工程に、リサイクル電池材料を原料として使用することで、NMC などの資源を削減できるという。

オーストラリアの Brisbane 市に本社を置く PBT 社は、EU のリサイクル部門にカソード材料の閉ループを設立し、2023 年度にドイツにおいて 1 億 5,000 万ユーロの売上高を目指している。

フランス：Renault 社は 3 つの脱炭素化契約を締結

フランスの自動車メーカーRenault 社は、フランスの再生可能エネルギー発電所の運営者である Voltalia 社との契約を含む、フランス内の自社事業の長期的な脱炭素化に関する契約三本を締結したことを発表した。

Voltalia 社との契約は、年間発電量約 500GWh に相当する 350MW の太陽光発電容量に関する 15 年間の電力購入契約（PPA）である。Voltalia 社は、初期の 100MW の太陽光発電設備を 2025 年までに設置し、2027 年までにこの容量を 350MW まで増加する予定。この PPA により、Renault 社が 2027 年に Cleon 自動車製造プラントと ElectriCity という EV 車両製造ハブを含むフランス内の電力消費量の 50%をカバーできると推定されている。

Renault 社は、2025 年までに ElectriCity ハブ、2030 年までに欧州全体、および世界中の事業においてネット・ゼロの CO_2 排出量を達成する目標を掲げている。

Renault 社はまた、工場内にカーボンニュートラルの熱を供給することを目指している。そのため、同社はフランスのエネルギー大手 Engie 社とともに、フランスの北部にある Douai 工場にて欧州の工業地帯における最初の深部地熱プロジェクトを開発している最中である。このプロジェクトは、熱購入契約（HPA）の一環であり、同サイトのガス需要の 70%を賄うことができると推定されている。

ENGIE 社は 2023 年末に Douai プラントにおける掘削作業を開始し、2025 年以降同プラントの産業と熱プロセスに熱水を供給する予定。このプロジェクトにより、40MW の熱エネルギーを供給できるという。

さらに、Renault 社は EDF 社の再生可能エネルギー関連の子会社である Dalkia 社と、Renault 社の Maubeuge プラントへのカーボンニュートラルの熱供給に関する三番目の契約を締結した。Dalkia 社は 2025 年に同サイトのガス需要の 65%をカバーするため、15MW のバイオマスボイラーと、廃熱の回収システムを設置する予定である。

フランス：太陽光発電パネルのギガファクトリーを建設

Alsace 地域に本社を置く Voltec Solar 社とフランスの太陽光発電研究所である Institut Photovoltaïque d'Île-de-France（IPVF）は、フランス国内の太陽光発電設備の製造を促進する取り組みの一環として、フランスに太陽光発電パネルのギガファクトリーを建設することで連携すると発表した。

この大規模生産工場は、太陽光発電をフランスの主要産業部門の一つとすることを目的としている両社の France PV Industrie と呼ばれる共同プロジェクトの一環となっている。このプロジェクトは、4T perovskite/silicon tandem という先端的な技術を導入する見通しである。

「この新たな技術は、従来の PV 技術と比較して、太陽光電池モジュールレベルで 30%の高率向上を達成でき、太陽光発電パネルの製造に必要なエネルギーと材料の消費を削減できる」と IPVF の Drozdowski-Strehl 氏は述べた。

IPVF は、2025 年までにこの技術の商品化と、2030 年までに 5GW の生産規模を目指している。この技術はまた、フランスや世界中のエネルギー移行の取り組みにおいて重要な役割を果たせると両社は期待している。

フランス政府は 2019 年に、太陽光発電の開発における 10 年間の拡大計画を発表し、2030 年までにグリーン・再生可能エネルギーにおいて世界的なリーダーとなることを目指しており、Voltec 社と IPVF の共同取り組みは、この目標の達成を後押しするとみられる。Voltec 社はまた、2023 年までに 500MW の生産容量を開発することを目指している。

フランス：EV 向けの急速充電設備を普及

フランス政府は、フランスの農村地域での小規模なガソリンスタンドにおいて EV 向けの急速充電器の設置を普及させるための支援プログラムを開始した。

この 1,000 万ユーロ相当の支援プログラムは、「人口密度が中または農村レベルのコミュニティー」にある年間 2,500m³ 未満の燃料を販売する独立ガソリンスタンドを対象にしている。フランス政府によると、国内では現在 4,000 カ所以上のガソリンスタンドが対象となるという。

認定された補給ステーションは、充電器の充電能力に応じて設置費用の 60～70%までの補助金を申請できる。2022 年 12 月 1 日以降、フランスの環境・エネルギー管理機関である ADEME に申請可能である。

今回の動きは、フランス政府の小規模なガソリンスタンド向けの支援パッケージの第二部に当たる。同政府は 2022 年 8 月に、小規模なガソリンスタンドあたり 3,000～6,000 ユーロ規模の補助金を提供するという最初の緊急措置スキームを設定した。

フランス：TotalEnergies 社は Air France 社と KLM 社に SAF を供給

フランスのエネルギー大手 TotalEnergies 社と航空企業 Air France 社と KLM 社は、100 万 m³、即ち 80 万 t 以上の持続可能な航空燃料（SAF）の供給に関する覚書（MoU）に署名したことを発表した。

この契約に基づき、SAF が 2023 年から 10 年間にわたって主に France-KLM グループのフランスとオランダを出発する便に提供される予定である。

TotalEnergies 社はこの SAF を自社のバイオリファイナリーで生産する予定であり、化石燃料と比べ、ライフサイクル全体で平均 80%以上の CO_2 排出量を削減できるという。

Air France 社と KLM 社の方針では、人間の食糧や動物飼料の供給と競合しないもの、持続可能性認証を受けたもの、そしてパーム油に由来しない SAF だけを購入することを約束している。

両社は 2014 年以来航空事業の脱炭素化で提携しており、フランス国内の 78 便に利用した航空燃料の 10%を SAF で賄う Lab Line for the Future という 2 年間の実験プロジェクトに取り組んだ。

フランス：TotalEnergies 社と Air Liquide 社は SAF 製造向けのクリーン水素の開発で連携

フランスの産業用ガス供給事業者である Air Liquide 社とフランスのエネルギー大手 TotalEnergies 社は、TotalEnergies 社の Grandpuits サイトをバイオリファイナリーに転換する取り組みの一環として、再生可能で低炭素の水素の製造で連携すると発表した。

両社の声明によると、Air Liquide 社は水素製造ユニットを建設かつ運営するために約 1 億 3,000 万ユーロを投資する予定。TotalEnergies 社は長期購入契約の下でこの水素を購入し、バイオリファイナリープラントでの持続可能な航空燃料（SAF）の製造に使用する見通しである。

この水素製造施設の年間生産能力は 2 万 t 以上あり、Air Liquide 社の炭素回収技術を利用するという。同施設は天然ガスの代わり、Grandpuits バイオリファイナリープラントからの残留バイオガスをリサイクルするために、部分的に再生可能な水素を製造するという。

TotalEnergies 社は 2020 年に Grandpuits 製油所の原油利用をゼロ化するという 5 億ユーロ以上の計画を公表した。この計画は、2030 年までに製油所で使用される全ての水素を脱炭素化とするという同社のプロジェクトを後押しする。

スペイン：CIP 社は 2 カ所のバイオガスプラントを建設

デンマークの投資企業である Copenhagen Infrastructure Partners 社（CIP）は、同社の CI Advanced Bioenergy Fund I と呼ばれる資金プラットフォームにより、スペインの Catalonia 州にある La Sentiu と Linyola にて 2 ヶ所の大規模な産業規模のバイオガスプラントを建設すると発表した。

CIP 社はスペインのバイオエネルギー開発事業者である Connect Bioenergy 社とともに、2024 年に最終投資決定が予定されているバイオガスプラントの建設で連携する。これらのバイオガスプラントは、豚糞や食肉処理廃棄物などの地元農場からの有機廃棄物を持続可能な原材料として使用する見通しである。

同プラントは、スペイン国内の天然ガスパイプライングリッドを介して投入するグリーンガス（バイオメタン）を生産し、循環性の改善に貢献するという。有機材料が農業生産用の栄養素（肥料）として再循環され、産業用または Power-to-X プロジェクト用のバイオジェニック CO_2 を生産する。

この 2 ヶ所のバイオガスプラントの建設により、年間 150,000t 以上の CO_2 排出量が削減できると推定されている。

スペイン：Endesa 社は 2023 年～2025 年に再生可能エネルギーの開発に 43 億ユーロを投資

スペインのエネルギー企業 Endesa 社は、2023 年～2025 年の 3 年間の戦略計画を公表し、この期間に最大 86 億ユーロの投資を行う予定である。そのうち、半分がイベリア半島における再生可能エネルギー容量の開発に使用されるという。

この 43 億ユーロの投資により、2025 年までに 4,400MW の太陽光発電および風力発電と、合計容量が 200MW であるポルトガルの Pego とスペインの Andorra という二ヶ所のバッテリーエネルギー貯蔵システム（BESS）を設置する予定。

BESS とグリーン水素を含む 2025 年までに合計 13,900MW のカーボンニュートラルのエネルギー容量を開発できると Endesa 社は推定している。現在、同社の再生可能エネルギーのプロジェクトのポートフォリオの 58%が太陽光発電、16%が風力発電および約 20%が BESS である。

さらに、自家消費と分散型発電を促進するためのネットワークのデジタル化と、配電網の回復力を改善するために、Endesa 社は国内配電網に 26 億ユーロを投資する予定。

2023 年～2025 年の戦略計画のさらなる 9 億ユーロの投資は、手頃な電力価格と付加価値サービスを提供するため小売事業向けに使用される予定。

2023 年～2025 年の戦略計画の総投資額は 2022 年～2024 年比で 15%増加し、その主な原因として、Endesa 社の再生可能エネルギーの開発への投資拡大が挙げられる。Endesa 社の親企業である Enel 社も 2022 年に戦略計画を公表し、イタリア、スペイン、ポルトガルおよびイタリアにおいて事業を拡大すると発表した。

オランダ：オランダ空港に 1 万台の EV 向けの充電器を設置

オランダの空港運営事業者 Royal Schiphol Group 社は、2030 年までにオランダの各空港に合計 1 万台の EV 向けの充電器を設置する計画を公表した。同社は既に、オランダの EV 充電開発事業者 Ecotap 社とエネルギーソリューションの開発事業者 FIMIH 社へのプロジェクトの委託を発表した。

Royal Schiphol Group 社によると、このイニシアティブで Amsterdam の Schiphol 空港にある 400 台の既存 EV 充電器への追加などにより大きく容量が増加するという。他に Rotterdam、Hague および Lelystad の空港にも新たな充電器を設置する予定である。

Ecotap 社と FIMIH 社は、充電器の設置を担当する。FIMIH 社はまたオランダの e-モビリティ企業 Maxem 社と協力し、Schiphol 空港での太陽光発電パネルとの接続を含むスマート充電管理に向けた充電サービス事業者（Charge Point Operators：CPO）のプラットフォームを設立する予定である。

Schiphol 空港では 2014 年以降、約 200 台の Tesla 製 EV タクシーが出入りしており、このプロジェクトで、これら EV 車両が充電に使用できる容量が大きく増える見込みである。さらに、新たな充電インフラは、電気トラックやバスなどの車両にも使用できる。

Royal Schiphol Group 社は世界中で最も持続可能な空港を運営するという目標を掲げており、EV 向けの充電器がこの目標達成に鍵を握るという。

デンマーク：Ørsted 社と Skovgaard Energy 社は Power-to-X を共同開発

デンマークのエネルギー大手 Ørsted 社と再生可能エネルギー開発事業者 Skovgaard Energy 社は、電解槽容量が 3GW 以上であるという欧州最大規模の Power-to-X 施設の開発で連携するという基本同意書（LoI）に署名したことを発表した。

このプロジェクトは、デンマーク南部の Holstebro 地方自治体近郊の Idomlund に開発されており、初期段階では陸上風力発電と太陽光発電からの電力により供給される 150MW の電解槽容量を開発する予定。Skovgaard Energy 社は既に Power-to-X 施設と関連の陸上風力発電と太陽光発電設備に関する設置作業を開始した。

EU 加盟国が北海における洋上風力発電容量の開発を進めるなか、Idomlund が戦略的な役割を果たせるとされている。大規模なグリーン水素の輸出により、EU のグリーンエネルギーへの移行を後押しできることが期待されている。

セルビア：InoBat 社はバッテリーセルの生産工場を建設

スロバキアのバッテリー企業である InoBat Auto 社は、セルビア政府と、年間最大 32GWh の EV バッテリーセルの生産工場の建設に関する意向書に署名した。InoBat 社は 2022 年 10 月に、スペインの Valladolid 市でのバッテリーセルの工場建設に関するスペイン政府と同様の契約を締結した。

セルビアでの工場は 2025 年に運転を開始する予定であり、初期の年間生産能力は 4GWh になる見込みである。セルビア政府は、補助金と税制優措置により、InoBat 社に最大 4 億 1,900 万ユーロの資金を提供することを約束している。

今までのところ、InoBat 社はスロバキアに 45MWh のパイロット生産工場と、2020 年に発表された 10 GWh の生産施設を建設していた。2022 年夏にはまた、米国にバッテリー組立とセル生産工場の建設を検討することを発表した。EV の開発を手掛ける米国の Ideanomics 社とともに、Indiana 州にバッテリーを開発かつ生産するという 3 段階のプロジェクトを共同開発することを計画している。

ブルガリア：イタリアのコンソーシアムはブルガリア初の太陽光発電パネルの製造工場を建設

イタリアの太陽光発電モジュールの製造業者である EXE Solar 社が率いるイタリアのコンソーシアムは、ブルガリア南部の Yambol 工業地帯に同国最初の太陽光発電パネルの製造工場を建設すると発表した。同プロジェクトへの投資額は 650 万ユーロであると見積もられている。同工場に関する建設作業が 2023 年 4 月に開始する予定であり、2023 年末までに運転を開始する予定。

同施設の初期の生産能力は 300MW であり、将来的には 600MW まで拡大する計画である。

Bolzano 市に本社を置く EXE Solar 社は、Yambol 工業地帯にある 1.1ha の土地を 20 万ユーロで購入した。同工場はロボットによる業務自動化が高く、約 50 人の IT 専門家やエンジニアを雇用する予定。EXE Solar 社はまた、同地域に太陽光発電所を建設することを検討している。

●米国環境産業動向

○Amazon、女性主導の気候技術企業に 5000 万ドルを投資へ

米 Amazon と米国際開発庁（USAID）は 11 月 3 日、ジェンダー平等と気候変動イノベーションの加速に向け、女性起業家を支援する官民パートナーシップ基金「Climate Gender Equity Fund」を設立すると発表した。

Amazon は、女性が経営する気候技術企業に直接投資するための資金 5000 万ドル（約 73.5 億円）を提供する。また 300 万ドル（約 4.4 億円）を拠出し、USAID の気候性平等基金（Climate Gender Equity Fund）の創設パートナーとして女性主導の気候変動対策に取り組む企業、NGO、アクセラレータ、インキュベータ、草の根団体らに対し、女性が気候変動技術の開発を加速させるために必要なネットワークや技術力を利用できるよう支援する。

USAID は、Amazon の 300 万ドル（約 4.4 億円）の投資と同額を拠出する。Amazon 側の資金は、ゼロカーボン経済への移行を促進する製品やサービスを開発する企業を支援するベンチャー投資プログラム、「Climate Pledge Fund」から充当される予定。同プログラムは 2020 年に 20 億ドル（約 2,940 兆円）の予算で立ち上げられたもので、Amazon やその他の企業が 2040 年までに炭素ゼロの達成などを実現できるよう支援することを目的としている。

○米環境保護庁、冷蔵庫やエアコンなど向け HFC 規制案発表、特定 HFC 使用をさらに厳格化

米国環境保護庁（EPA）は 12 月 9 日、家電製品などの冷媒として使用するハイドロフルオロカーボン（HFC）について、エアコンや冷蔵庫などでの使用規制案を発表した。EPA は 2021 年 9 月、HFC を今後 15 年間で 85%削減する規則を発表しているが、業界団体や環境団体、州政府などから、特定の HFC のさらなる使用制限を求める動きが続いており、今回はそれに応えたかたちだ。

規則案では、規制対象に工業・小売り用などの冷蔵庫、住宅用や自動車用のエアコン、ヒートポンプ、除湿機、自動販売機など約 40 の製品カテゴリーを挙げ、地球温暖化係数（GWP、注）の高い HFC または特定物質の使用禁止を定めている。GWP の上限は製品の種類によって異なるものの、最大 700 に設定しており、製造業者は設定の GWP 以下の HFC しか製品に使用できなくなる。また、同規制の適用では、大半の製品は 2025 年 1 月 1 日以降に製造または輸入されたものが対象となるが、自動車用エアコンについては 2025 年モデルまたは 2026 年モデルが対象とされている。EPA によると、今回の規則により、2050 年までに二酸化炭素（CO2）換算で 1 億 3,400 万～9 億 300 万トンに相当する温室効果ガス（GHG）削減が見込まれ、エネルギー効率改善などを通じた純便益は 131 億～562 億ドルに達するという。

なお、この規則案は、官報での公開後 45 日間パブリックコメントが受け付けられる。

米国では、9 月に代替フロンの国際規制のモントリオール議定書キガリ改正批准が議会で承認されていることに加え、10 月には 2021 年 9 月に発表した HFC 削減に関する規則に沿って、企業などへの 2024～2028 年の HFC 生産・消費の割り当て基準案を公表するなど、HFC 削減に向けた動きが着実に進んでいる。HFC 削減については、与野党間の対立なども少ないため、今後もこの動きは続きそうだ。

（注）地球温暖化係数(GWP：Global Warming Potential）とは、CO2 の温室効果を 1 としたときの、他の GHG の持つ温暖化への影響力の大きさを数値化したもの。

○バイデン政権、連邦政府業者に排出量の開示などを義務付ける規則を発表

バイデン政権は 11 月 10 日、連邦政府の請負業者に対し、温室効果ガスの排出量と気候関連財務リスクのデータを開示し、科学的根拠に基づく排出量削減目標を設定することを義務付ける規則案を発表した。

米連邦政府は世界最大の物品・サービスの買い手であり、昨年の購入額は 6,300 億ドル（約 87.8 兆円）。サプライチェーンによる温室効果ガス排出量は、連保政府の 30 万棟の建物と 60 万台の車両によって生じる温室効果ガスの 2 倍以上だという。

今回の規則案では、年間契約額 750 万ドル（約 10.4 億円）以上のすべての連邦政府請負業者に、スコープ 1 および 2 の排出量、または直接管理下にある排出量の報告を義務付け、年間契約額 5,000 万ドル（約 69.6 億円）以上の請負業者には、スコープ 3 の排出量の関連カテゴリー、またはバリューチェーン全体で発生しているものおよび気候関連の財務リスクも公開するよう求めている。また、契約金額が 5,000 万ドル（約 69.6 億円）以上の企業には、科学的根拠に基づく排出量削減目標の設定が義務付けられる。

○バイデン大統領と習近平国家主席、米中気候協議の再開で合意

米バイデン大統領と中国の習近平国家主席は 11 月 14 日、20 ヶ国・地域(G20)首脳会議が開催されたインドネシアのバリ島で会談を実施し、米中気候協議を再開することで合意した。

中国は 8 月、米ペロシ下院議長の台湾訪問への報復を受け、気候変動などを巡る一連の米国との公式対話経路を停止していたが、両首脳は今回の会談で気候変動や債務問題などについて、両国の高官が新たに対話を行っていくことで合意した。

○バイデン政権、カーボンフリーエネルギー調達覚書に調印

バイデン政権は 11 月 16 日、米国一般調達庁（GSA）と総合エネルギー企業の米 Entergy 社の子会社 Entergy Arkansas 社と、100%カーボンフリーエネルギー（CFE）を 24 時間体制で調達するという連邦政府初の覚書を締結したと発表した。

今回の発表には、2030 年までにすべての連邦施設に 100%炭素汚染のない電力を供給すること、うち 50%は 24 時間 365 日ベースで供給することなどが含まれており、2021 年 12 月にバイデン大統領が署名した、米連邦政府が 2050 年までにネット・ゼロ・エミッションを達成するための一連の目標や取り組みを示す大統領令を受けたものとみられる。

○エネルギー省、バッテリーのリサイクル・再使用に 7,400 万ドルを助成

米エネルギー省（DOE）は 11 月 16 日、電気自動車（EV）などに用いられるバッテリーのリサイクルおよび再使用の促進を目指すプロジェクト 10 件に対し、超党派のインフラ法案より約 7,400 万ドル（約 103 億円）を助成した。

今回の助成金はミシガン、ネバダ、ニュージャージー、テネシー、インディアナ、アラバマ、カリフォルニアの 7 州の学術および産業関連の応募者に提供される。カリフォルニア大学サンディエゴ校は 1,000 万ドル（約 13 億 7,000 万円）を受け取り、リチウムイオン電池のリサイクル技術の開発および適用の拡大を進める。また同州の Element Energy 社には 790 万ドル（約 10 億 6,000 万円)が助成され、エネルギー貯蔵用のバッテリー二次使用の拡大を目的に、テキサス州西部の風力発電プロジェクトを進めるという。

今回の発表は、10 月に発表された、国内 12 州における EV バッテリーの国内増産のための 28 億ドル（約 3,753 億円）の補助金に続くもので、リチウム、黒鉛、その他電池材料の抽出・加工、部品生産、鉱物の国内供給の強化に関するプロジェクトに関わる計 20 社が補助金を受け取る予定。

○ブリヂストン、米国天然ゴム生産拡大に向け 3,500 万ドルの補助金を獲得

株式会社ブリヂストンの米国子会社である Bridgestone Americas は 11 月 17 日、米国農務省（USDA）とのパートナーシップを通じ、気候変動対応策として 3,500 万ドル（約 47 億円）の補助金を獲得したと発表した。

同社はこの補助金により、米国での天然ゴム生産の拡大及び米国南西部において水不足問題に直面している天然ゴムの生産者に対し、より環境的に持続可能な作物であるグアユールを提案する。グアユールは現在の天然ゴムの主要な供給源であるパラゴムノキとはまったく異なる土地で栽培することが可能な、乾燥地帯が原産の低木。

ブリヂストンは 2050 年までにカーボン・ニュートラルを達成し、同社のタイヤ製造において 100%サステイナブルな材料を使用すると発表しており、2030 年までにはグアユール由来の天然ゴムの商業生産を目標としている。

○Enel、米国の再生可能エネルギー小売市場に参入

世界最大級の大手電力・エネルギー会社であり、イタリアに本社を置く Enel S.p.A.の北米子会社 Enel North America は 11 月 22 日、米国において商業・産業（C&I）企業向けに再生可能エネルギーを提供する小売エネルギー事業を開始すると発表した。販売は今年テキサス州で開始され、2023 年にはオハイオ、イリノイ、ペンシルバニア州などにも拡大する。

Enel は今回の発表において、C&I 企業がネット・ゼロやサステナビリティの目標を達成するために、金融や電力購入契約の代わりに、価格競争力を持つ再生可能エネルギーを直接購入できるようになるとしている。同社はまた、北米市場に 50 億ドル（約 6,930 億円）近くを投資する計画を発表。2025 年までに電力事業規模の再生可能エネルギーと蓄電池を新たに 5GW 開発し、2025 年までに分散型エネルギー貯蔵 155MW、需要反応 37MW、充電ポート 47 万 5,000 個を追加することを目標に掲げている。

○炭素クレジット企業 Rubicon、3 億ドルの支援を受けて設立

炭素クレジット（企業が森林の保護や植林、省エネルギー機器導入などを行い、温室効果ガスの削減量や吸収量をクレジット=排出権として発行し、他の企業などとの間で取引できるようにする仕組み）企業である米 Rubicon Carbon 社が 11 月 29 日、代替的資産企業である米 TPG 社の支援を受けて設立された。

Rubicon は、気候変動に焦点を当てた投資戦略 TPG Rise Climate とそのインパクト投資戦略である The Rise Fund から 3 億ドル（約 400 億円）の支援を受けている。また Bank of America、JetBlue Ventures、NGP ETP などの投資家も支援に参加予定で、総額 10 億ドル（約 1,360 億円）の資本コミットメントが予定されている。

温室効果ガスの排出を相殺する炭素オフセットのプロジェクトや関連するクレジットの需要は、今後数年間で大幅に増加すると予想されているが、炭素クレジットの市場には、流動性の欠如、プロジェクトの有効性を評価するためのデータの不足や一貫性の欠如といった問題がある。Rubicon のプラットフォームは、こうした問題へ対処することを目的としており、独自のキュレーションやポートフォリオの構築、モニタリングや分析の強化など、技術に基づくサービスを提供する予定だという。

○Tesla、大型 EV トラックを初納入

米電気自動車（EV)大手 Tesla は 12 月 1 日、同社初の大型 EV トラック「Semi」を PepsiCo に納入した。同社にとっては初の運送トラック納入で、運送業界への正式参入となる。

Semi は当初は 2019 年に生産開始の予定だったが、新型コロナウィルスの感染拡大とバッテリーの制約により計画が延期されていた。Semi は 37 トンの荷物を載積した上で、一回の充電で 500 マイル（約 800km）の走行が可能。充電には同社が開発した 1 メガワットの充電器ケーブルを使用するが、このケーブルはフルサイズの EV ピックアップトラック「Cybertruck」にも使用される予定で、30 分で「Semi」のバッテリーを 70%まで充電可能。また、従来のエアブレーキを使わず長時間の下り坂を降りることもできるという。

Semi はビール会社の AB InBev、貨物運送会社の UPS、大手小売業の Walmart なども予約注文しており、今後順次納入される予定。

〇JetBlue、持続可能な航空燃料の購入契約を締結

格安航空会社の米 JetBlue は 12 月 2 日、エネルギー転換企業のデンマーク Fidelis New Energy と、バイオマスエネルギーで製造され、炭素回収・貯留によりライフサイクル炭素強度がマイナスとなる 9,200 万ガロンの持続可能な航空燃料（SAF）を購入する契約を締結したことを発表した。SAF は 2025 年から 5 年間供給される予定。

SAF は航空業界の脱炭素化において重要な役割を果たすと考えられており、化石燃料ではなく、廃油や農業残渣などの持続可能な資源から製造されている。従来のジェット燃料と比較して、SAF では二酸化炭素排出量は約 80%の削減となる。

Fidelis のルイジアナ州にある「Grön Fuels Giga System」で製造される SAF は、既存および新規の低炭素原料を使用し、炭素回収と隔離を統合して廃熱を発電に利用する。同システムは北米で最大かつ最も効率的な再生可能燃料施設として建設されたもので、年間 10 億ガロン（1 日あたり 6 万 5000 バレル）の SAF・再生可能ディーゼル・その他低炭素製品を生産するという。

JetBlue は昨年、2030 年までにジェット燃料の 10%を混合燃料化し、2040 年までには炭素排出量ゼロを達成するという目標を発表している。

●最近の米国経済について

○米国債の国外保有残高、2021 年 5 月以来の低水準、ドル高是正進む

米国財務省が 12 月 15 日に発表した証券投資統計によると、10 月の外国・地域による米国債保有残高は前月比 1,115 億ドル減の 7 兆 1,854 億ドルと 2021 年 5 月以来の低水準にまで落ち込んだ。2022 年に入ってからの連邦準備制度理事会（FRB）の金融引き締めによる金利上昇に相関して、債券価格が下落したことが影響しているとみられる。

国別保有残高では、1 位の日本が前月比 420 億ドル減の 1 兆 782 億ドルで、4 カ月連続で減少した。2021 年 11 月のピーク時 1 兆 3,286 億ドルから約 2,500 億ドル減少している。2022 年 9 月から 10 月にかけて、日本政府・日本銀行は急激な円安ドル高是正のためにドル売り円買いの為替介入を実施した際に、保有米国債を売却しその原資とした可能性が複数メディアで報じられており、これが影響した可能性もある。2 位の中国は前月比 240 億ドル減の 9,096 億ドルで、2 カ月連続で減少した。2010 年 6 月以来の水準にまで落ち込んでおり、2021 年 11 月の 1 兆 808 億ドルからは 2,000 億ドル近く減少している。また、3 位の英国も前月比 248 億ドル減の 6,385 億ドルとなっている。

米国の金利高などによる米国債離れは続いているが、同じく金利高の影響を受けていた各国通貨に対するドル高は落ち着きを取り戻し始めている。米国のインターコンチネンタル取引所（ICE）が算出しているユーロや円など主要通貨に対するドルの相対的な価値を表すドル指数をみると、2022 年 10 月には約 20 年ぶりの高値となる 110～115 付近まで上昇したが、現在（12 月 19 日時点）は 104 付近まで低下している。これは、米国の消費者物価の伸びが 5 カ月連続で鈍化するなどピークアウトの兆しを示しはじめ、FRB の金融引き締めによる最終的な到達金利の見通しが立ちはじめていることが影響しているとみられる。

金利見通しの影響は、為替だけでなく社債市場にも落ち着きを取り戻させている。社債市場の逼迫度を示すニューヨーク連邦準備銀行（NYFED）の「社債市場ディストレス指数（CMDI）」によると、CMDI は一時期約 2 年ぶりの水準にまで悪化したが、足元の 11 月は月を通して大きく改善している。NYFED は「社債市場機能の観点から、（社債）逼迫の兆候は全くない」とコメントしている（ロイター11 月 6 日）。

○2023 年経済状況のさらなる悪化を懸念し、ホリデーシーズンの支出抑制、米世論調査

米国では、2023 年に経済状況がさらに悪化することが懸念され、ホリデーシーズンの支出を控える傾向にあることが各種世論調査からわかった。

CNN は 12 月 9 日、今後の経済見通しなどに関する世論調査結果（注 1）を発表した。それによると、現在の経済状況について、53%が「経済は依然低迷しており、さらに悪化する」と回答し、約半数は 2023 年も悪化すると見込んでいる。「経済の回復はまだ始まっていないが、状況は持ち直してこれ以上悪化しない」は 30%、「過去数年直面した問題から経済が回復し始めた」が 17%だった。

1 年前の個人の経済的状況と比較して、「悪化した」が 49%と約半数を占め、「好転した」の 16%を大きく上回った。「ほとんど同じ」は 34%だった。

昨今の経済状況に応じた消費行動の変化については、「予算内に収まるよう購入する食料品を変更した」が 71%と大多数だ。また「必需品を購入するため余計な出費や娯楽の出費を抑えた」71%、「ホリデーシーズンの贈答品の支出を抑えた」 70%と、出費を抑える傾向がみられた。

また、CNBC が 11 月下旬に実施した世論調査（注 2）では、現在の経済状況について「ひどい」

とする人は51%で、10月の調査時（49%）より2ポイント悪化した。2023年の経済見通しについては、「悪化する」が44%と、「好転する」（26%）を大きく上回った。「ほぼ同じ」とする割合は25%だった。

ホリデーシーズンの支出については、1年前と比べて「減らした」は41%で、「増やした」（11%）を大きく上回った。「ほとんど同じ」は 46%だった。ホリデーシーズンの支出を「減らした」理由には、「経済の悪化」（38%）、「インフレ、物価上昇」（15%）、「収入の減少」（13%）、「節約」（12%）、「固定費の支払いに充てるため」（8%）などが上位に挙がった。

（注1）実施時期は12月1～7日、対象者は全米の成人1,208人。

（注2）実施時期は11月26～30日、対象者は全米の成人801人。

〇米国の2022年電力消費は過去最高の見通し、電力源の天然ガスは英国向け輸出加速で合意

米国エネルギー情報局（EIA）は12月6日、短期のエネルギー予測を発表し、2022年の電力消費が過去最高になるとの見通しを示した。経済活動の正常化や猛暑などによって電力需要が増加したことが影響しているとみられる。

2022年の電力消費量は4兆440億キロワット時（kWh、前年比2.6%増）となる見通しで、2018年に記録した過去最高の4兆30億kWhを上回ると予想されている。消費の内訳は、家庭向け1兆5,140億kWh（前年比3.0%増）、商業向け1兆3,760億kWh（前年比3.6%増）、工業向け1兆110億kWh（前年比1.0%増）などとなっており、家庭向けと商業向けが大きく伸びる見通しだ。2023年の電力消費見通しは4兆40億kWhと微減する見通しだが、引き続き過去最高レベルの水準と予想されている。

2022年の電力源構成比は、天然ガス39%（前年37%）、石炭20%（23%）、再生可能エネルギー22%（20%）、原子力19%（20%）で、天然ガスと再生可能エネルギーが前年からそれぞれ増加している。

天然ガスについては、12月7日に米国は英国とエネルギー分野の安全保障と安定供給のため連携すると発表した。米国から英国への液化天然ガス（LNG）の輸出量を2023年にかけて少なくとも90億～100億立方メートル（LNG換算643万～714万トン）にすることが柱で、エネルギー価格高騰に苦しむ英国を支援する。そのほか、小型モジュール炉（SMR）など原子力分野での協力強化や、二酸化炭素（CO2）の回収・活用・貯留（CCUS）で緊密に協力していくことなどでも合意した。

エネルギー省によると、米国は現在、世界最大のLNG輸出国で、ロシアによるウクライナ侵攻の影響から、ロシアの天然ガス供給が細るEUへのLNG輸出も増やしている。今後、英国にも供給を加速させる考えだが、前述のとおり、米国内の電力需要も旺盛な中、今冬のガスや電気代は前年に比べて2桁以上の伸びとなる見通しだ。エネルギー価格の高騰は国民の不満に直結し、バイデン政権の支持にも響く。エネルギーの国内外への安定供給と価格安定という難しいかじ取りがバイデン政権に求められている状況だ。

〇米議会のねじれで今後2年間、政策アジェンダ法制化は困難に、シンクタンク調査

米国で11月に行われた中間選挙で、民主党は上院で多数派となる議席獲得を確実にしたものの、下院は共和党が多数派となり、2023年1月からは「ねじれ」議会となる。ジョー・バイデン大統領にとっても、共和党にとっても政策アジェンダの法制化が困難とみられることがシンクタンク調査からわかった。

ピュー・リサーチ・センターは12月1日、中間選挙結果の影響などに関する世論調査結果（注）を発表した。それによると、2023年1月から2年間で、バイデン大統領や共和党指導部がそれぞ

れの政策アジェンダの法制化に成功するか否かという問いに、バイデン大統領は「成功しない」とする割合が 65%、共和党が 61%と、いずれも 6 割を超えた。支持政党別では、民主党支持者の 48%はバイデン大統領の政策アジェンダ法制化が「成功する」と回答した（バイデン大統領が「成功する」とした共和党支持者の割合は 18%）。

中間選挙での投票の動機については、投票した共和党支持者の 68%はバイデン大統領への反対票と回答した。一方、民主党支持者では 35%がバイデン大統領支持のために投票したと回答したものの、過半の 63%はバイデン大統領が動機ではないとしている。

中間選挙の運営管理については、地域社会の運営管理が「うまくいった」との回答は 93%（「非常にうまくいった」64%、「ある程度うまくいった」29%）だった。米国全体での運営管理については、「うまくいった」が 74%(「非常にうまくいった」37%、「ある程度うまくいった」37%)と、地域社会より低めではあったが、2020 年の大統領選挙時（59%）より上回った。支持政党別では、投票した民主党支持者は 96%が「うまくいった」(「非常にうまくいった」61%、「ある程度うまくいった」34%）と評価した。共和党支持者では 53%（「非常にうまくいった」14%、「ある程度うまくいった」39%）と半数程度にとどまったが、2020 年の大統領選挙時（21%）を大きく上回った。

（注）実施時期は 2022 年 11 月 16～27 日、対象者は全米の成人 1 万 1,377 人（中間選挙投票者 8,617 人を含む）。

〇米年末商戦、最初の 5 日間の買い物客数は前年を上回る、大幅な値引きが売り上げ増に寄与

全米小売業協会（NRF）は 11 月 29 日、米国の年末商戦の始まりとされる、感謝祭（11 月 24 日）から翌週月曜日（11 月 28 日）までの 5 日間の買い物客数を発表した。実店舗とオンラインを合わせた買い物客数は 1 億 9,670 万人となり、2021 年の 1 億 7,980 万人を上回り、NRF が 2017 年に同データの調査を開始して以来、過去最高となった。

2022 年は、過去 2 年間のパンデミックを経て、従来の年末商戦の購買体験を求め、実店舗への客足が増えた。感謝祭からの 5 日間における実店舗への来客数は前年比 17%増の 1 億 2,270 万人となった。5 日間のうち、来客数が最も多かった日は、2021 年までに引き続き感謝祭翌日の「ブラックフライデー」で、1 日の買い物客数は 7,290 万人に達し、前年の 6,650 万人を上回った。また、ブラックフライデー翌日の土曜日も 6,340 万人に達し、前年の 5,100 万人を上回った。

オンラインでの購入者数は、前年同期比 2%増となる 1 億 3,020 万人だった。米国アドビ・アナリティクスによると、ブラックフライデーのオンライン売上高は前年比 2.3%増の 91 億 2,000 万ドルに上り、統計開始以来初の減少となった 2021 年から増加に転じ、過去最高に達した。また、11 月 19 日からの 1 週間の後払い決済〔バイナウ・ペイレーター（BNPL)〕は、前週と比較して 78%増加するとともに、売上高も 81%増と大幅に伸びた（CNBC11 月 26 日)。インフレが続く中、支払いを分割するため、多くの消費者は柔軟な決済サービスを求め、後払い決済の利用が広まったとみられる。

オンライン販売のセール日とされる「サイバーマンデー」の売上高については、前年比 5.8%増の 113 億ドルに達し、1 日のオンライン売上高としては過去最高を記録した。同日に実施されたセールでは、玩具の割引率は平均 34%だったほか、電化製品は 25%と前年同期の割引率（8%）を上回るなど、大幅な値引きが高インフレに直面する多くの消費者を引き付けた（「テッククランチ」11 月 29 日)。

NRF の会長兼最高経営責任者（CEO）のマシュー・シェイ氏は、インフレが家計を圧迫する中、小売り各社による値引きは消費者にとって重要な動機付けになっている、と述べている。また、小売業者などは、年末年始の見通しについて慎重な姿勢をみせており、ウォルマートは、顧客が

裁量品への支出を控えるとともに、より安価な価格帯の商品の購入にシフトしていると分析している（CNBC11 月 26 日）。

なお、NRF は 11 月 3 日に、年末商戦期間（11～12 月）全体の小売売上高について、前年同期比 6～8%増の 9,426 億～9,604 億ドルになるとの見通しを発表している。

○米内務省、アラスカ沖の海洋鉱区リースの詳細を発表、インフレ削減法に準拠

米国内務省の海洋エネルギー管理局（BOEM）は 11 月 28 日、アラスカ沖の海洋鉱区リース権の販売に関する詳細を発表した。2022 年 8 月 16 日に成立したインフレ削減法には、連邦政府が管轄するメキシコ湾とアラスカ沖の領海外大陸棚（OCS）における追加リースが盛り込まれていた。

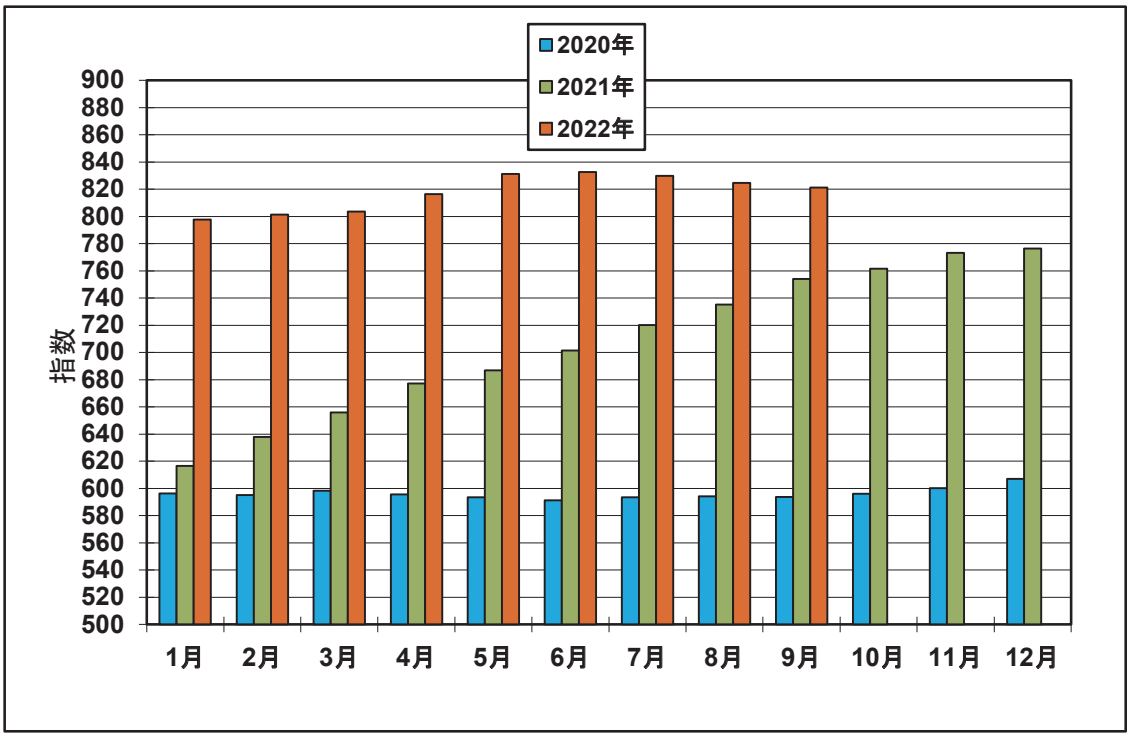
BOEM の発表によると、リース販売の対象は、アラスカ沖クック湾周辺の約 95 万 8,000 エーカー（約 3,878 平方キロ）。リース販売は 2023 年 12 月 30 日に開始される予定で、原油が最大約 1 億 9,000 万バレル、天然ガスが最大約 3,000 億立方フィート（約 85 億立方キロ）生産できる可能性がある。他方、アラスカ沖クック湾は業界からの関心が低く、リース販売がいったん取り止めになった経緯がある。実際に、原油の掘削や生産が行われるかは不透明な状況だ。

原油の生産に関しては、財務省が 2022 年 11 月 26 日に米国石油大手シェブロンに対しベネズエラでの石油事業の限定的再開を認めるなど、中長期的な供給の改善を期待させるニュースが相次ぐ。需要面では、中国での都市封鎖再開などの影響を受け、米国 WTI 原油先物価格が 11 月 28 日に 1 バレル当たり約 74 ドルと 2021 年 12 月以来の水準にまで低下した。このようなエネルギー価格の低下は、インフレを抑制する上で政権の追い風となるが、気候変動対策の観点からはマイナスの側面を持っている。ジョー・バイデン大統領は、先日開催された国連気候変動枠組み条約第 27 回締約国会議（COP27）において「主要排出国は（産業革命前からの気温上昇の）1.5 度目標で協調が必要」と述べたが、どこまで化石燃料の開発を許容していくのか、その動向に注目が集まる。

●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09月 (速報値)	2022年08月 (実績)	2021年09月 (実績)	
指数	821.1	824.5	754.0	**年間指数**
機器	1,041.5	1,046.7	946.5	**2014 = 576.1**
熱交換器及びタンク	872.3	879.5	810.6	**2015 = 556.8**
加工機械	1,047.7	1,054.5	958.5	**2016 = 541.7**
管、バルブ及びフィッティング	1,476.1	1,480.9	1,330.9	**2017 = 567.5**
プロセス計器	556.7	556.8	551.3	**2018 = 603.1**
ポンプ及びコンプレッサー	1,312.1	1,305.3	1,180.5	**2019 = 607.5**
電気機器	785.0	775.3	639.3	**2020 = 596.2**
構造支持体及びその他のもの	1,166.6	1,185.0	1,038.9	**2021 = 708.0**
建設労務	362.0	358.9	348.4	
建物	813.0	825.8	771.9	
エンジニアリング及び管理	311.8	311.6	311.1	



（出所：「ケミカル・エンジニアリング」2022 年 12 月号より作成）

●米国産業機械の輸出入統計（2022 年 9 月）

米国商務省センサス局の輸出入統計に基づく、2022 年 9 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、39 億 5,853 万ドル（対前年同月比 13.3%増）となった。ボイラ・原動機は対前年同月比がプラスとなったが、鉱山機械、化学機械、プラスチック機械、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、57 億 2,404 万ドル（対前年同月比 9.2%増）となった。ボイラ・原動機、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、鉱山機械、化学機械、プラスチック機械、風水力機械、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。

(3) 産業機械の純輸入は、17 億 6,551 万ドルとなり、81 ヵ月連続で輸入が輸出を上回った。ボイラ・原動機以外の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 9 億 6,719 万ドル（対前年同月比 13.7%増）となり、ガスタービン（≦5MW）や液体原動機（シリンダ）などの増加により、2 ヵ月振りに対前年同月比がプラスとなった。輸入は 8 億 5,066 万ドル（対前年同月比 4.1%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、8 ヵ月連続で対前年同月比がプラスなった。

② 鉱山機械は、輸出が 1 億 1,587 万ドル（対前年同月比 27.4%増）となり、選別機や混合機などの増加により、9 ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は 1 億 6,754 万ドル（対前年同月比 34.9%増）となり、選別機、破砕機などの増加により、20 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 6,582 万ドル（対前年同月比 6.4%増）となり、温度処理機械（その他）や分離ろ過機（液体ろ過機）などの増加により、19 ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は 14 億 3,130 万ドル（対前年同月比 13.0%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、2 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 2,450 万ドル（対前年同月比 2.8%減）となり、吹込み成形機やその他の機械などの減少により、対前年同月比が 2 か月連続でマイナスとなった。輸入は 2 億 4,389 万ドル（対前年同月比 0.8%増）となり、吹込み成形機やその他の機械などの増加により、3 ヵ月振りに対前年同月比がプラスとなった。

⑤ 風水力機械は、輸出が 8 億 7,452 万ドル（対前年同月比 18.7%増）となり、ポンプ（ピストンエンジン用）や送風機（その他）などの増加により、8 ヵ月連続で対前年同月比がプ

ラスとなった。輸入は 12 億 7,530 万ドル（対前年同月比 12.4%増）となり、ポンプ（ピストンエンジン用）やポンプ（紙パ用等遠心式）などの増加により、19 ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。

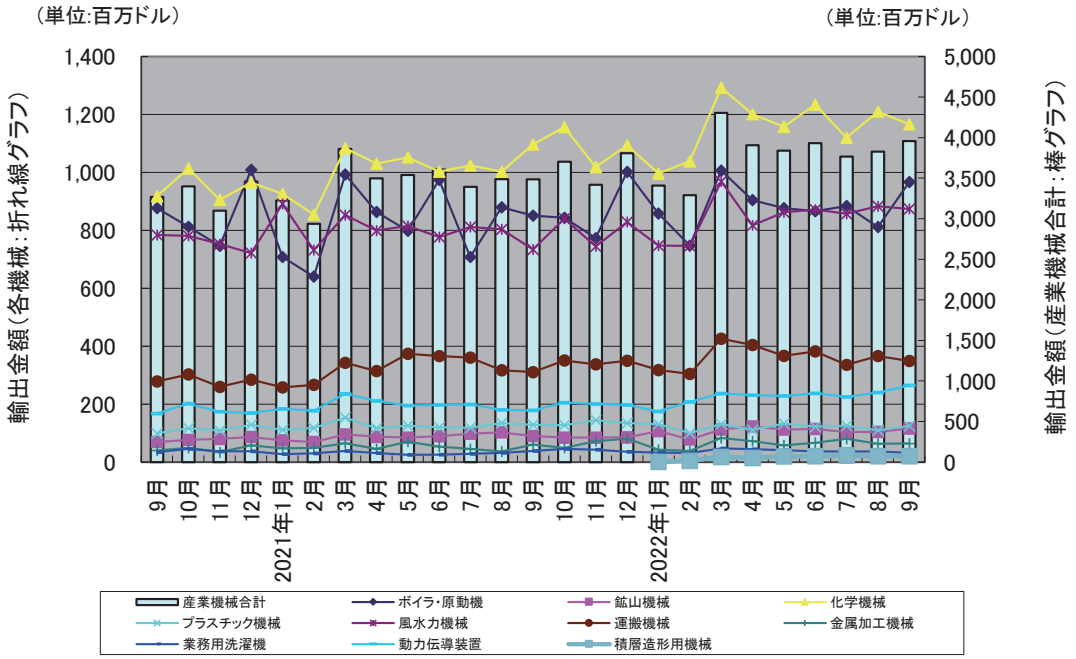
⑥ 運搬機械は、輸出が 3 億 4,937 万ドル（対前年同月比 12.2%増）となり、巻上機（(ウィンチ・キャプ：電動)やエスカレータ・エレベータ（非連続エレ・スキップホ）などの増加により、2 ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は 10 億 9,615 万ドル（対前年同月比 11.0%増）となり、巻上機（その他の機械装置）やエスカレータ・エレベータ（その他のもの）などの増加により、20 ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。

⑦ 金属加工機械は、輸出が 6,403 万ドル（対前年同月比 5.0%増）となり、圧延機（熱間及び熱・冷組合せ）やベンディング等（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 1 億 4,137 万ドル（対前年同月比 23.9%増）となり、圧延機（管圧延機）やベンディング等（その他）などの増加により、2 ヵ月連続で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 3,177 万ドル（対前年同月比 16.2%減）となり、洗濯機（10kg 超）や乾燥機（10kg 超・品物用）の減少により、9 ヵ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。輸入は 1 億 3,634 万ドル（対前年同月比 32.9%減）となり、洗濯機（10kg 超）や乾燥機（10kg 超・品物用）などの減少により、4 ヵ月連続で対前年同月比がマイナスとなった。

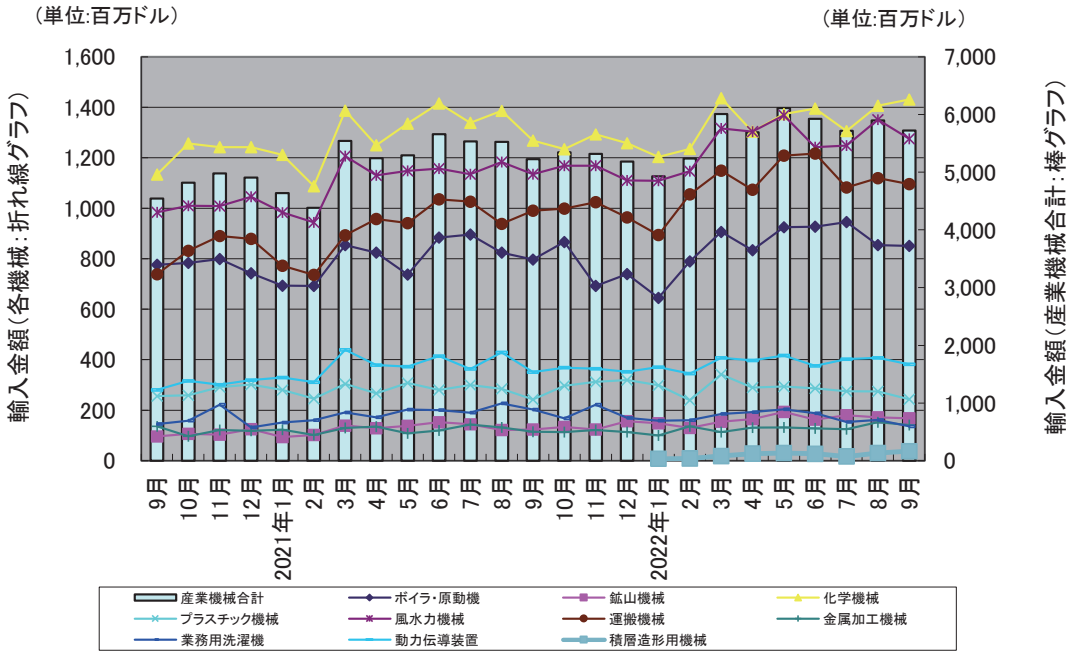
⑨ 動力伝動装置は、輸出が 2 億 6,546 万ドル（対前年同月比 47.2%増）となり、ギヤボックス等変速機（手動可変式）や歯車及び歯車伝導機などの増加により、8 ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。輸入は 3 億 8,149 万ドル（対前年同月比 8.8%増）となり、トルクコンバータやギヤボックス等変速機（手動可変式・その他）などの増加により、2 ヵ月振りに対前年同月比がプラスとなった。

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 2,025 万ドル、輸入が 3,772 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		輸出					純輸出	
			2022年09月		2021年09月		対前年比	2022年09月	2021年09月
		区分	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	447.371	46.3	362.969	42.7	23.3	95.084	89.139
		部品	519.822	53.7	487.475	57.3	6.6	21.445	−55.793
		小計	967.194	100.0	850.445	100.0	13.7	116.530	33.346
2	鉱山機械	機械類	48.166	41.6	37.943	41.7	26.9	−44.047	−26.041
		部品	67.707	58.4	53.034	58.3	27.7	−7.617	−7.139
		小計	115.873	100.0	90.978	100.0	27.4	−51.664	−33.179
3	化学機械	機械類	885.234	75.9	836.706	76.3	5.8	−278.856	−195.607
		部品	280.581	24.1	259.188	23.7	8.3	13.373	24.719
		小計	1,165.815	100.0	1,095.894	100.0	6.4	−265.483	−170.888
4	プラスチック機械	機械類	59.254	47.6	66.022	51.6	−10.3	−84.717	−86.245
		部品	65.250	52.4	62.016	48.4	5.2	−34.670	−27.617
		小計	124.504	100.0	128.038	100.0	−2.8	−119.386	−113.862
5	風水力機械	機械類	627.109	71.7	520.712	70.7	20.4	−313.334	−326.003
		部品	247.411	28.3	216.279	29.3	14.4	−87.448	−71.479
		小計	874.520	100.0	736.991	100.0	18.7	−400.782	−397.482
6	運搬機械	機械類	223.118	63.9	200.600	64.4	11.2	−564.210	−511.746
		部品	126.249	36.1	110.685	35.6	14.1	−182.577	−164.733
		小計	349.367	100.0	311.285	100.0	12.2	−746.787	−676.478
7	金属加工機械	機械類	59.211	92.5	54.643	89.6	8.4	−59.480	−34.971
		部品	4.819	7.5	6.313	10.4	−23.7	−17.855	−18.140
		小計	64.030	100.0	60.956	100.0	5.0	−77.335	−53.112
8	業務用洗濯機	機械類	30.280	95.3	35.541	93.8	−14.8	−86.822	−150.279
		部品	1.493	4.7	2.357	6.2	−36.7	−17.748	−14.987
		小計	31.773	100.0	37.898	100.0	−16.2	−104.570	−165.266
9	動力伝導装置	機械類	192.846	72.6	117.475	65.1	64.2	−61.083	−124.483
		部品	72.612	27.4	62.874	34.9	15.5	−54.947	−45.831
		小計	265.457	100.0	180.349	100.0	47.2	−116.030	−170.315
10	積層造形用機械	機械類	14.792	73.1	0.000	−	−	−14.049	0.000
		部品	5.455	26.9	0.000	−	−	−3.423	0.000
		小計	20.247	100.0	0.000	100.0	−	−17.472	0.000
産業機械合計		機械類	2,572.590	65.0	2,232.612	63.9	15.2	−1,397.464	−1,366.237
		部品	1,385.942	35.0	1,260.221	36.1	10.0	−368.043	−380.999
		合計	3,958.532	100.0	3,492.833	100.0	13.3	−1,765.508	−1,747.236

番号	産業機械名		輸入					純輸出	
			2022年09月		2021年09月		対前年比	増減率(%)	対輸出割合(%)
		区分	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	352.287	41.4	273.830	33.5	28.7	6.7	21.25
		部品	498.377	58.6	543.268	66.5	−8.3	138.4	4.13
		小計	850.664	100.0	817.098	100.0	4.1	249.5	12.05
2	鉱山機械	機械類	92.213	55.0	63.984	51.5	44.1	−69.1	−91.45
		部品	75.323	45.0	60.173	48.5	25.2	−6.7	−11.25
		小計	167.537	100.0	124.157	100.0	34.9	−55.7	−44.59
3	化学機械	機械類	1,164.090	81.3	1,032.313	81.5	12.8	−42.6	−31.50
		部品	267.208	18.7	234.469	18.5	14.0	−45.9	4.77
		小計	1,431.298	100.0	1,266.782	100.0	13.0	−55.4	−22.77
4	プラスチック機械	機械類	143.970	59.0	152.267	62.9	−5.4	1.8	−142.97
		部品	99.920	41.0	89.633	37.1	11.5	−25.5	−53.13
		小計	243.890	100.0	241.900	100.0	0.8	−4.9	−95.89
5	風水力機械	機械類	940.443	73.7	846.716	74.6	11.1	3.9	−49.96
		部品	334.858	26.3	287.757	25.4	16.4	−22.3	−35.35
		小計	1,275.302	100.0	1,134.473	100.0	12.4	−0.8	−45.83
6	運搬機械	機械類	787.328	71.8	712.346	72.1	10.5	−10.3	−252.88
		部品	308.826	28.2	275.418	27.9	12.1	−10.8	−144.62
		小計	1,096.154	100.0	987.763	100.0	11.0	−10.4	−213.75
7	金属加工機械	機械類	118.691	84.0	89.614	78.6	32.4	−70.1	−100.45
		部品	22.674	16.0	24.453	21.4	−7.3	1.6	−370.55
		小計	141.365	100.0	114.067	100.0	23.9	−45.6	−120.78
8	業務用洗濯機	機械類	117.102	85.9	185.820	91.5	−37.0	42.2	−286.73
		部品	19.242	14.1	17.344	8.5	10.9	−18.4	−1188.67
		小計	136.343	100.0	203.164	100.0	−32.9	36.7	−329.11
9	動力伝導装置	機械類	253.929	66.6	241.959	69.0	4.9	50.9	−31.67
		部品	127.558	33.4	108.705	31.0	17.3	−19.9	−75.67
		小計	381.487	100.0	350.664	100.0	8.8	31.9	−43.71
10	積層造形用機械	機械類	28.841	76.5	0.000	−	−	−	−94.98
		部品	8.878	23.5	0.000	−	−	−	−62.74
		小計	37.719	100.0	0.000	100.0	−	−	−86.29
産業機械合計		機械類	3,970.054	69.4	3,598.849	68.7	10.3	−2.3	−54.32
		部品	1,753.986	30.6	1,641.220	31.3	6.9	3.4	−26.56
		合計	5,724.040	100.0	5,240.069	100.0	9.2	−1.0	−44.60

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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8402 － 11	水管ボイラ（＞45t/h）	＊	283	2.831	62	0.536	428.2
12	水管ボイラ（＜45t/h）	＊	255	2.163	210	1.067	102.8
19	その他蒸気発生ボイラ	＊	557	6.209	1,068	4.322	43.6
20	過熱水ボイラ	＊	10	0.108	10	0.067	60.7
90 － 0010	部分品（熱交換器）	＊	169	5.325	76	0.756	604.6
8404 － 10 － 0010	補助機器（エコノマイザ）	＊	35	0.834	34	0.665	25.3
0050	補助機器（その他）	＊	41	0.622	73	0.912	－31.8
20	蒸気原動機用復水器	＊	21	0.277	42	0.434	－36.3
8406 － 10	蒸気タービン（船用）		4	0.037	1	0.007	393.7
81	蒸気タービン（＞40MW）		0	0.000	1	0.013	－100.0
82	蒸気タービン（≦40MW）		252	10.392	200	7.914	31.3
8410 － 11	液体タービン（≦1MW）		96	0.520	80	0.291	78.9
12	液体タービン（≦10MW）		0	0.000	13	0.350	－100.0
13	液体タービン（＞10MW）		215	0.097	192	0.044	118.5
8411 － 81	ガスタービン（≦5MW）		49	20.272	50	22.254	－8.9
82	ガスタービン（＞5MW）		95	193.030	91	141.822	36.1
8412 － 21	液体原動機（シリンダ）		106,332	102.460	196,158	93.731	9.3
29	液体原動機（その他）		62,453	52.119	71,246	43.504	19.8
31	気体原動機(シリンダ)		167,894	18.504	148,389	16.396	12.9
39	気体原動機(その他)		32,324	17.546	31,420	13.062	34.3
80	その他原動機		83,898	14.026	498,817	14.822	－5.4
機械類合計			－	447.371	－	362.969	23.3
8402 － 90 － 0090	部品(ボイラ用)		X	5.839	X	13.328	－56.2
8404 － 90	部品(補助機器用)		X	1.504	X	1.307	15.1
8406 － 90	部品(蒸気タービン用)		X	19.410	X	16.762	15.8
8410 － 90	部品(液体タービン用)		X	1.871	X	8.725	－78.6
8411 － 99	部品(ガスタービン用)		X	405.051	X	377.466	7.3
8412 － 90	部品（その他）		X	86.147	X	69.888	23.3
部品合計			－	519.822	－	487.475	6.6
総合計			－	967.194	－	850.445	13.7

（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

(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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8430 － 49	せん孔機	277	9.145	298	19.417	－52.9
8467 － 19 － 5060	さく岩機（手持工具）	6,651	1.322	4,361	1.034	27.9
8474 － 10	選別機	583	24.277	255	6.822	255.9
20	破砕機	273	10.607	274	9.300	14.1
39	混合機	126	2.815	96	1.372	105.2
機械類合計		－	48.166	－	37.943	26.9
8474 － 90	部品	X	67.707	X	53.034	27.7
部品合計		－	67.707	－	53.034	27.7
総合計		－	115.873	－	90.978	27.4

（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 （輸出）

（単位：百万ドル・億円：$1=100円）

HS コード	品　名	2022年09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
7309 － 00	タンク	124,197	18.676	200,388	27.387	−31.8
8419 － 19	温度処理機械（湯沸器）	29,665	16.554	36,059	15.460	7.1
20	〃（滅菌器）	2,582	9.722	2,941	10.838	−10.3
35	〃（乾燥機・紙パ用）	3	0.105	123	1.643	−93.6
39	〃（乾燥機・その他）	3,630	10.399	4,165	10.033	3.7
40	〃（蒸留機）	115	0.995	91	4.401	−77.4
50	〃（熱交換装置）	210,734	97.497	205,911	111.505	−12.6
60	〃（気体液化装置）	15,728	5.878	341	24.856	−76.4
89	〃（その他）	22,779	82.720	18,750	58.351	41.8
8405 － 10	発生炉ガス発生機	7,136	6.228	9,785	6.042	3.1
8479 － 82	混合機	27,371	27.498	14,886	21.239	29.5
8401 － 20	分離ろ過機（同位体用）　＊	95	0.180	117	0.112	61.4
8421 － 19	〃（遠心分離機）	1,180	12.942	1,076	12.956	−0.1
29	〃（液体ろ過機）	16,740,111	253.492	6,835,020	212.905	19.1
32　注1	〃（気体ろ過機・内燃機関）	772,411	130.314	0	0.000	－
39	〃（気体ろ過機・その他）	3,780,303	188.243	4,100,252	284.901	−33.9
8439 － 10	紙パ製造機械（パルプ用）	74	0.903	27	0.271	233.8
20	〃（製紙用）	80	1.593	218	2.419	−34.2
30	〃（仕上用）	6	0.174	17	0.875	−80.1
8441 － 10	〃（切断機）	417	8.786	326	7.339	19.7
40	〃（成形用）	30	0.919	49	1.392	−34.0
80	〃（その他）	456	11.417	200	21.782	−47.6
機械類合計		－	885.234	－	836.706	5.8
8405 － 90	部品（ガス発生機械用）	X	0.992	X	2.114	−53.1
8419 － 90 － 2000	部品（紙パ用）	X	2.541	X	2.188	16.1
8421 － 91	部品（遠心分離機用）	X	11.882	X	8.187	45.1
99	部品（ろ過機用）	X	224.359	X	214.962	4.4
8439 － 91	部品（パルプ製造機用）	X	11.257	X	6.821	65.0
99	部品（製紙・仕上機用）	X	8.102	X	7.952	1.9
8441 － 90	部品（その他紙パ製造機用）	X	21.449	X	16.964	26.4
部品合計		－	280.581	－	259.188	8.3
総合計		－	1,165.815	－	1,095.894	6.4

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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8477 － 10	射出成形機	143	16.136	125	13.626	18.4
20	押出成形機	112	6.572	20	1.694	287.9
30	吹込み成形機	59	2.262	69	3.819	−40.8
40	真空成形機	150	3.631	146	2.876	26.3
51	その他の機械（成形用）	61	0.904	160	1.428	−36.7
59	その他のもの（成形用）	372	16.128	210	10.598	52.2
80	その他の機械	767	13.621	1,424	31.981	−57.4
機械類合計		1,664	59.254	2,154	66.022	−10.3
8477 － 90	部品	X	65.250	X	62.016	5.2
部品合計		－	65.250	－	62.016	5.2
総合計		－	124.504	－	128.038	−2.8

（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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8413 － 19	ポンプ（その他計器付設型）	80,854	34.915	43,005	17.142	103.7
30	〃（ピストンエンジン用）	1,045,290	120.708	912,710	90.373	33.6
50 － 0010	〃（油井用往復容積式）	1,072	4.093	1,107	5.490	−25.4
0050	〃（ダイアフラム式）	54,766	26.319	48,894	20.224	30.1
0090	〃（その他往復容積式）	12,934	32.676	12,361	30.843	5.9
60 － 0050	〃（油井用回転容積式）	34	0.394	16	0.311	26.8
0070	〃（ローラポンプ）	5,123	1.913	2,968	1.052	81.9
0090	〃（その他回転容積式）	14,217	32.394	13,040	32.346	0.1
70	〃（紙パ用等遠心式）	224,653	91.504	242,639	99.168	−7.7
81	〃（タービンポンプその他）	151,462	39.029	95,672	35.796	9.0
82	液体エレベータ	943	0.379	365	0.348	9.1
8414 － 80 － 1618	圧縮機（定置往復式≦11.19KW）	9,651	3.771	10,819	4.920	−23.3
1642	〃（ 〃11.19KW＜ ≦74.6KW）	103	0.874	51	0.502	74.0
1655	〃（ 〃＞74.6KW）	364	2.536	234	1.963	29.2
1660	〃（定置回転式≦11.19KW）	177	0.461	258	0.618	−25.4
1667	〃（〃11.19KW＜ ≦74.6KW）	206	2.645	246	2.831	−6.6
1675	〃（〃＞74.6KW）	322	6.338	178	3.886	63.1
1680	〃（定置式その他）	16,440	7.779	13,156	4.756	63.6
1685	〃（携帯式＜0.57m3/min.）	94	0.902	110	1.013	−11.0
1690	〃（携帯式その他）	45,873	5.965	39,770	4.167	43.2
2015	〃（遠心式及び軸流式）	310	25.741	362	17.275	49.0
2055	〃（その他圧縮機≦186.5KW）	1,287	9.302	1,044	9.505	−2.1
2065	〃（〃186.5KW＜ ≦746KW）	18	0.758	5	0.106	613.1
2075	〃（〃＞746KW）	27	2.327	27	7.074	−67.1
9000	〃（その他）	168,552	36.391	114,232	25.178	44.5
59 － 9080	送風機（その他）	1,995,518	100.702	1,372,469	74.094	35.9
10	真空ポンプ	116,689	36.294	77,050	29.734	22.1
機械類合計		3,946,979	627.109	3,002,788	520.712	20.4
8413 － 91 － 1000	部品（圧縮点火機関用ポンプ）	X	19.433	X	31.046	−37.4
9010	〃（その他エンジン用ポンプ）	X	11.861	X	12.522	−5.3
9520	〃（ポンプ用その他）	X	121.629	X	94.143	29.2
92	〃（液体エレベータ）	X	1.216	X	0.350	247.5
8414 － 90 － 1080	〃（その他送風機）	X	22.015	X	16.926	30.1
2095	〃（その他圧縮機その他）	X	41.463	X	31.837	30.2
9100	〃（真空ポンプ）	X	29.793	X	29.454	1.2
部品合計		－	247.411	－	216.279	14.4
総合計		－	874.520	－	736.991	18.7

（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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8426 － 11	クレーン（固定支持式天井クレーン）	198	3.403	61	1.050	224.1
12	〃（移動リフテ・ストラドル）	118	3.442	239	4.674	−26.4
19	〃（非固定天井・ガントリ等）	132	2.215	144	0.793	179.2
20	〃（タワークレーン）	24	1.112	69	1.514	−26.5
30	〃（門形ジブクレーン）	346	2.132	171	1.152	85.1
91	〃（道路走行車両装備用）	541	8.713	263	4.925	76.9
99	〃（その他のもの）	128	1.064	71	0.556	91.5
8425 － 39	巻上機（ウィン・キャップ：その他）	3,617	7.181	3,391	6.296	14.1
11	〃（プーリタ・ホイス：電動）	2,565	12.263	1,846	8.506	44.2
19	〃（〃：その他）	11,993	3.938	13,417	4.799	−17.9
31	〃（ウィンチ・キャプ：電動）	8,436	14.836	12,888	4.537	227.0
8428 － 60	〃（ケーブルカー等けん引装置）	385	1.526	125	0.575	165.5
70	〃（産業用ロボット）	393	9.648	638	16.404	−41.2
90 － 0310	〃（森林での丸太取扱装置）	290	5.356	291	5.232	2.4
0390	〃（その他の機械装置）	86,219	48.264	43,951	55.201	−12.6
8425 － 41	ジャッキ・ホイスト（据付け式）	717	2.127	338	1.108	91.9
42	〃（液圧式その他）	20,366	8.766	14,068	7.146	22.7
49	〃（その他のもの）	251,300	7.577	208,713	5.633	34.5
8428 － 20 － 0010	エスカレータ・エレベータ（空圧式コンベイヤ）	235	3.225	246	4.131	−21.9
0050	〃（空圧式エレベータ）	472	4.902	301	3.998	22.6
10	〃（非連続エレ・スキップホ）	1,317	19.880	917	13.844	43.6
40	〃（エスカレータ・移動歩道）	12	0.225	22	0.595	−62.2
31	その他連続式エレベ・コンベイヤ（地下使用形）	39	0.964	16	0.328	193.9
32	〃（その他バケット型）	34	1.048	35	0.752	39.4
33	〃（その他ベルト型）	1,308	15.227	1,417	19.431	−21.6
39	〃（その他のもの）	29,935	34.087	17,746	27.422	24.3
機械類合計		421,120	223.118	321,384	200.600	11.2
8431 － 10 － 0010	部品（プーリタタック・ホイス用）	X	2.992	X	2.892	3.5
0090	〃（その他巻上機等用）	X	8.287	X	10.276	−19.4
31 － 0020	〃（スキップホイスト用）	X	0.413	X	0.917	−54.9
0040	〃（エスカレータ用）	X	6.603	X	1.070	517.1
0060	〃（非連続作動エレベータ用）	X	2.979	X	7.642	−61.0
39 － 0010	〃（空圧式エレベ・コンベ用）	X	39.136	X	33.671	16.2
0050	〃（石油・ガス田機械装置用）	X	13.138	X	8.496	54.6
0090	〃（その他の運搬機械用）	X	31.603	X	27.552	14.7
49 － 1010	〃（天井・ガント・門形等用）	X	7.919	X	7.436	6.5
1060	〃（移動リ・ストラドル等用）	X	1.748	X	1.719	1.7
1090	〃（その他クレーン用）	X	11.431	X	9.014	26.8
部品合計		－	126.249	－	110.685	14.1
総合計		－	349.367	－	311.285	12.2

（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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8455 － 10		圧延機（管圧延機）	14	0.436	2	0.158	176.7
21		〃（熱間及び熱・冷組合せ）	114	3.783	39	1.138	232.3
22		〃（冷間圧延用）	3	0.072	7	0.150	−51.9
8462 － 10	注2	鍛造機等	0	0.000	139	10.697	−100.0
11	注1	熱間鍛造機（密閉型）	120	15.829	0	0.000	－
19	注1	〃（その他）	27	3.861	0	0.000	－
21	注2	ベンディング等（数値制御式）	0	0.000	176	6.851	−100.0
22	注1	〃（形状成型機）	285	5.533	0	0.000	－
23	注1	〃（数値制御式プレスブレーキ）	9,863	2.457	0	0.000	－
24	注1	〃（数値制御式パネルベンダー）	1	0.010	0	0.000	－
25	注1	〃（数値制御式ロール成形機）	6	0.049	0	0.000	－
26	注1	〃（その他の数値制御式）	29	1.552	0	0.000	－
29		〃（その他）	2,225	16.248	1,891	6.349	155.9
31	注2	剪断機（数値制御式）	0	0.000	65	2.723	−100.0
32	注1	スリッター機等（スリッター機・切断機）	4	0.134	0	0.000	－
33	注1	〃（数値制御式剪断機）	0	0.000	0	0.000	－
39		〃（その他）	342	2.705	496	2.002	35.1
41	注2	パンチング等（数値制御式）	0	0.000	92	4.209	−100.0
42	注1	〃（数値制御式）	20	1.621	0	0.000	－
49		〃（その他）	1,248	1.349	1,161	3.640	−63.0
51	注1	炉心管（数値制御式）	0	0.000	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）	10	0.261	0	0.000	－
62	注1	〃（機械プレス）	7	0.421	0	0.000	－
63	注1	〃（サーボプレス）	16	0.259	0	0.000	－
69	注1	〃（その他）	4	0.022	0	0.000	－
90	注1	その他	1,184	2.610	0	0.000	－
91		液圧プレス	0	0.000	43	13.939	−100.0
99		その他	0	0.000	557	2.787	−100.0
機械類合計			15,522	59.211	4,668	54.643	8.4
8455 － 90		部品（圧延機用）　＊	X	4.819	X	6.313	−23.7
部品合計			－	4.819	－	6.313	−23.7
総合計			－	64.030	－	60.956	5.0

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（%）　　・「＊」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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8450 － 12	洗濯機（10kg以下遠心脱水）	82	0.055	77	0.056	−2.6
19	〃（〃・その他）	300	0.140	351	0.158	−11.3
20	〃（10kg超）	57,277	25.657	69,534	27.056	−5.2
8451 － 10	ドライクリーニング機	21	0.345	3	0.017	1896.5
29 － 0010	乾燥機（10kg超・品物用）	8,055	4.084	17,919	8.254	−50.5
機械類合計		65,735	30.280	87,884	35.541	−14.8
8450 － 90	部品（洗濯機用）	X	1.493	X	2.357	−36.7
部品合計		－	1.493	－	2.357	−36.7
総合計		－	31.773	－	37.898	−16.2

（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 （輸出）

（単位：百万ドル・億円：$1=100円）

HS コード	品　名	2022年09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8483 － 40 － 1000	トルクコンバータ	16,596	14.234	7,595	10.762	32.3
4010	ギヤボックス等変速機（固定比）	12,609	37.664	10,221	29.991	25.6
4050	〃（手動可変式）	19,126	87.910	35,987	41.392	112.4
7000	〃（その他）	2,851	9.032	9,449	6.499	39.0
9000	歯車及び歯車伝導機	10,271,215	44.006	10,031,366	28.832	52.6
機械類合計		－	192.846	－	117.475	64.2
8483 － 90 － 5000	部品（ギヤボックス等変速機用）	X	72.612	X	62.874	15.5
部品合計		－	72.612	－	62.874	15.5
総合計		－	265.457	－	180.349	47.2

（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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8485 － 10　注1	積層造形用機械（メタル）	27	1.522	0	0.000	－
20　注1	〃（プラスチック）	627	12.874	0	0.000	－
30　注1	〃（プラスター）	0	0.000	0	0.000	－
80　注1	〃（その他）	192	0.396	0	0.000	－
機械類合計		－	14.792	－	0.000	－
8485 － 90　注1	部品（積層造形用機械）	X	5.455	X	0.000	－
部品合計		－	5.455	－	0.000	－
総合計		－	20.247	－	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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8402 － 11	水管ボイラ（＞45t/h） ＊	33	0.198	68	0.933	−78.8
12	水管ボイラ（＜45t/h） ＊	130	2.837	19	0.229	1141.1
19	その他蒸気発生ボイラ ＊	233	1.573	161	1.729	−9.1
20	過熱水ボイラ ＊	6	0.081	2	0.023	249.8
90 － 0010	部分品（熱交換器） ＊	48	0.393	178	1.267	−69.0
8404 － 10 － 0010	補助機器（エコノマイザ） ＊	104	0.860	1	0.007	12366.1
0050	補助機器（その他） ＊	271	3.000	285	1.881	59.5
20	蒸気原動機用復水器 ＊	204	1.467	16	0.128	1050.6
8406 － 10	蒸気タービン（船用）	15	0.061	0	0.000	－
81	蒸気タービン（>40MW）	0	0.000	0	0.000	－
82	蒸気タービン（≦40MW）	0	0.000	19	2.184	−100.0
8410 － 11	液体タービン（≦1MW）	30	0.007	0	0.000	－
12	液体タービン（≦10MW）	0	0.000	0	0.000	－
13	液体タービン（＞10MW）	0	0.000	2	0.004	−100.0
8411 － 81	ガスタービン（≦5MW）	70	31.020	63	30.434	1.9
82	ガスタービン（＞5MW）	8	26.621	8	9.062	193.8
8412 － 21	液体原動機（シリンダ）	989,883	143.269	752,346	108.106	32.5
29	液体原動機（その他）	155,200	82.717	125,353	67.357	22.8
31	気体原動機(シリンダ)	731,988	33.416	734,228	33.215	0.6
39	気体原動機(その他)	119,149	14.265	113,232	9.647	47.9
80	その他原動機	359,668	10.501	264,493	7.624	37.7
機械類合計		－	352.287	－	273.830	28.7
8402 － 90 － 0090	部品(ボイラ用)	X	8.211	X	5.653	45.2
8404 － 90	部品(補助機器用)	X	1.779	X	1.002	77.5
8406 － 90	部品(蒸気タービン用)	X	10.720	X	11.846	−9.5
8410 － 90	部品(液体タービン用)	X	3.650	X	1.708	113.6
8411 － 99	部品(ガスタービン用)	X	256.167	X	210.857	21.5
8412 － 90	部品（その他）	X	217.851	X	312.202	−30.2
部品合計		－	498.377	－	543.268	−8.3
総合計		－	850.664	－	817.098	4.1

（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

(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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8430 － 49	せん孔機	529,929	13.996	0	5.685	146.2
8467 － 19 － 5060	さく岩機（手持工具）	59,162	4.867	323,269	17.161	−71.6
8474 － 10	選別機	1,041	29.206	613	20.232	44.4
20	破砕機	1,768	41.485	268	19.548	112.2
39	混合機	383	2.659	248	1.357	95.9
機械類合計		－	92.213	－	63.984	44.1
8474 － 90	部品	X	75.323	X	60.173	25.2
部品合計		－	75.323	－	60.173	25.2
総合計		－	167.537	－	124.157	34.9

（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 （輸入）

（単位：百万ドル・億円：$1=100円）

HS コード	品　名	2022年09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
7309 － 00	タンク	96,257	55.049	50,228	31.740	73.4
8419 － 19	温度処理機械（湯沸器）	171,140	43.662	175,932	37.083	17.7
20	〃（滅菌器）	5,150	19.787	26,775	25.103	−21.2
35	〃（乾燥機・紙パ用）	141	1.018	140	0.357	185.6
39	〃（乾燥機・その他）	17,199	19.585	19,158	16.181	21.0
40	〃（蒸留機）	27,391	14.346	2,288	4.583	213.1
50	〃（熱交換装置）	1,255,994	139.463	888,618	104.402	33.6
60	〃（気体液化装置）	1,962	7.320	353	9.390	−22.0
89	〃（その他）	434,313	93.203	289,463	69.736	33.7
8405 － 10	発生炉ガス発生機	279,656	2.337	230,217	1.920	21.7
8479 － 82	混合機	106,658	73.642	168,860	69.233	6.4
8401 － 20	分離ろ過機（同位体用）　＊	1	0.002	13	0.049	−95.7
8421 － 19	〃（遠心分離機）	107,513	24.645	179,411	23.708	4.0
29	〃（液体ろ過機）	29,137,287	144.932	30,540,372	110.550	31.1
32　注1	〃（気体ろ過機・内燃機関）	1,056,660	257.374	0	0.000	－
39	〃（気体ろ過機・その他）	11,356,623	206.258	14,689,553	460.531	−55.2
8439 － 10	紙パ製造機械（パルプ用）	8	0.597	10	0.518	15.2
20	〃（製紙用）	47	1.096	24	0.968	13.2
30	〃（仕上用）	56	14.070	64	7.759	81.3
8441 － 10	〃（切断機）	259,046	29.766	380,713	36.945	−19.4
40	〃（成形用）	106	2.495	500	1.818	37.2
80	〃（その他）	860	13.441	609	19.738	−31.9
機械類合計		－	1,164.090	－	1,032.313	12.8
8405 － 90	部品（ガス発生機械用）	X	1.887	X	0.619	204.6
8419 － 90 － 2000	部品（紙パ用）	X	2.176	X	7.176	−69.7
8421 － 91	部品（遠心分離機用）	X	16.183	X	15.643	3.5
99	部品（ろ過機用）	X	178.984	X	149.362	19.8
8439 － 91	部品（パルプ製造機用）	X	8.138	X	9.190	−11.5
99	部品（製紙・仕上機用）	X	23.545	X	19.382	21.5
8441 － 90	部品（その他紙パ製造機用）	X	36.294	X	33.097	9.7
部品合計		－	267.208	－	234.469	14.0
総合計		－	1,431.298	－	1,266.782	13.0

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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8477 － 10	射出成形機	567	68.675	487	62.837	9.3
20	押出成形機	54	10.197	43	6.618	54.1
30	吹込み成形機	59	10.990	37	18.917	−41.9
40	真空成形機	157	3.536	485	7.173	−50.7
51	その他の機械（成形用）	25	3.583	34	2.317	54.6
59	その他のもの（成形用）	153	9.233	431	14.629	−36.9
80	その他の機械	5,495	37.756	38,507	39.775	−5.1
機械類合計		6,510	143.970	40,024	152.267	−5.4
8477 － 90	部品	X	99.920	X	89.633	11.5
部品合計		－	99.920	－	89.633	11.5
総合計		－	243.890	－	241.900	0.8

（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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8413 － 19	ポンプ（その他計器付設型）	645,985	29.898	637,436	50.169	−40.4
30	〃（ピストンエンジン用）	5,629,790	239.715	5,633,666	225.761	6.2
50 － 0010	〃（油井用往復容積式）	362	9.183	955	6.316	45.4
0050	〃（ダイアフラム式）	314,368	14.138	359,704	14.092	0.3
0090	〃（その他往復容積式）	221,843	32.197	700,960	29.181	10.3
60 － 0050	〃（油井用回転容積式）	1,202	0.697	57	0.168	314.1
0070	〃（ローラポンプ）	4,556	0.732	4,691	1.520	−51.8
0090	〃（その他回転容積式）	425,015	25.515	434,380	20.087	27.0
70	〃（紙パ用等遠心式）	3,566,496	154.175	3,694,011	134.728	14.4
81	〃（タービンポンプその他）	737,313	37.006	637,515	33.672	9.9
82	液体エレベータ	5,196	0.357	15,417	0.430	−16.8
8414 － 80 － 1605	圧縮機（定置往復式≦746W）	115,887	8.802	114,758	8.198	7.4
1615	〃（〃746W＜ ≦4.48KW）	27,737	4.382	27,196	3.543	23.7
1625	〃（〃4.48KW＜ ≦8.21KW）	6,897	3.080	5,682	2.040	51.0
1635	〃（〃8.21KW＜ ≦11.19KW）	2,308	1.836	1,124	0.805	128.1
1640	〃（〃11.19KW＜ ≦19.4KW）	230	0.290	548	0.429	−32.3
1645	〃（〃19.4KW＜ ≦74.6KW）	283	0.788	2,960	0.841	−6.3
1655	〃（〃＞74.6KW）	366	4.112	184	1.538	167.4
1660	〃（定置回転式≦11.19KW）	5,894	8.740	4,705	5.360	63.1
1665	〃（〃11.19KW＜ ＜22.38KW）	2,307	6.050	2,089	5.382	12.4
1670	〃（〃22.38KW≦ ≦74.6KW）	1,432	8.946	894	5.708	56.7
1675	〃（〃＞74.6KW）	511	14.932	446	9.837	51.8
1680	〃（定置式その他）	20,843	5.812	19,093	5.115	13.6
1685	〃（携帯式＜0.57m3/min.）	998,138	39.900	915,642	34.529	15.6
1690	〃（携帯式その他）	163,875	11.329	159,245	8.798	28.8
2015	〃（遠心式及び軸流式）	3,039	8.906	436	1.783	399.6
2055	〃（その他圧縮機≦186.5KW）	36,164	6.935	65,802	6.194	12.0
2065	〃（〃186.5KW＜ ≦746KW）	71	4.639	15	0.133	3386.2
2075	〃（〃＞746KW）	14	5.515	16	8.846	−37.7
9000	〃（その他）	412,231	16.847	498,819	12.048	39.8
8414 － 59 － 6560	送風機（その他遠心式）	1,581,359	54.201	1,650,373	43.153	25.6
6590	〃（その他軸流式）	3,186,014	70.556	3,299,867	67.330	4.8
6595	〃（その他）	1,323,182	40.281	1,437,368	36.253	11.1
10	真空ポンプ	866,731	69.950	904,742	62.730	11.5
機械類合計		20,307,639	940.443	21,230,796	846.716	11.1
8413 － 91 － 1000	部品（圧縮点火機関用ポンプ）	X	14.869	X	13.462	10.5
2000	〃（紙パ用ストックポンプ）	X	1.465	X	0.786	86.4
9010	〃（その他エンジン用ポンプ）	X	25.718	X	26.732	−3.8
9096	〃（ポンプ用その他）	X	154.686	X	119.743	29.2
92	〃（液体エレベータ）	X	3.212	X	1.591	101.8
8414 － 90 － 1080	〃（その他送風機）	X	33.582	X	33.870	−0.9
4165	〃（その他圧縮機ハウジング）	X	18.640	X	13.990	33.2
4175	〃（その他圧縮機その他）	X	47.802	X	48.768	−2.0
9140	〃（真空ポンプ）	X	10.768	X	8.171	31.8
9180	〃（その他）	X	24.116	X	20.644	16.8
部品合計		−	334.858	−	287.757	16.4
総合計		−	1,275.302	−	1,134.473	12.4

（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

(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09月 数量	2022年09月 金額	2021年09月 数量	2021年09月 金額	Ch.(%)
8426 － 11	クレーン（固定支持式天井クレーン）	165	2.865	77	5.574	−48.6
12	〃（移動リフテ・ストラドル）	1,513	14.875	75	10.370	43.4
19	〃（非固定天井・ガントリ等）	1,947	11.406	1,340	65.823	−82.7
20	〃（タワークレーン）	553	7.847	123	2.930	167.8
30	〃（門形ジブクレーン）	38	1.108	29	0.246	350.5
91	〃（道路走行車両装備用）	376	13.119	228	7.848	67.2
99	〃（その他のもの）	2,078	4.325	380	1.217	255.4
8425 － 39	巻上機（ウィン・キャップ：その他）	1,687,372	20.170	902,793	17.376	16.1
11	〃（プーリタ・ホイス：電動）	38,580	9.035	20,536	9.450	−4.4
19	〃（〃：その他）	4,239,873	14.146	5,117,335	10.701	32.2
31	〃（ウィンチ・キャプ：電動）	99,697	16.048	88,009	12.763	25.7
8428 － 60	〃（ケーブルカー等けん引装置）	1,647	7.030	477	1.119	528.2
70	〃（産業用ロボット）	8,925	93.850	5,041	78.013	20.3
90 － 0310	〃（森林での丸太取扱装置）	1,323	10.880	223	9.111	19.4
0390	〃（その他の機械装置）	799,780	260.956	659,323	210.613	23.9
8425 － 41	ジャッキ・ホイスト（据付け式）	36,000	7.031	35,588	3.940	78.4
42	〃（液圧式その他）	571,483	37.160	630,990	35.691	4.1
49	〃（その他のもの）	1,320,614	25.010	1,715,912	31.113	−19.6
8428 － 20 － 0010	エスカレータ・エレベータ（空圧式コンベイヤ）	1,534	9.483	944	10.464	−9.4
0050	〃（空圧式エレベータ）	497	4.306	239	1.671	157.6
10	〃（非連続エレ・スキップホイス）	11,139	19.881	9,852	25.048	−20.6
40	〃（エスカレータ・移動歩道）	318	4.034	30	1.194	237.8
31	その他連続式エレベ・コンベイヤ（地下使用形）	13	0.102	2	0.002	4367.4
32	〃（その他バケット型）	848	1.315	1,003	1.360	−3.3
33	〃（その他ベルト型）	14,993	57.702	5,917	45.800	26.0
39	〃（その他のもの）	91,938	133.644	49,667	112.905	18.4
機械類合計		8,933,244	787.328	9,246,133	712.346	10.5
8431 － 10 － 0010	部品（プーリタタック・ホイス用）	X	10.682	X	4.669	128.8
0090	〃（その他巻上機等用）	X	21.373	X	18.045	18.4
31 － 0020	〃（スキップホイスト用）	X	0.656	X	0.138	376.8
0040	〃（エスカレータ用）	X	1.867	X	1.053	77.3
0060	〃（非連続作動エレベータ用）	X	37.420	X	32.004	16.9
39 － 0010	〃（空圧式エレベ・コンベ用）	X	103.288	X	104.401	−1.1
0050	〃（石油・ガス田機械装置用）	X	5.647	X	1.609	251.0
0070	〃（森林での丸太取扱装置用）	X	3.568	X	3.072	16.2
0080	〃（その他巻上機用）	X	95.122	X	81.693	16.4
49 － 1010	〃（天井・ガント・門形等用）	X	11.346	X	14.137	−19.7
1060	〃（移動リ・ストラドル等用）	X	2.742	X	2.904	−5.6
1090	〃（その他クレーン用）	X	15.114	X	11.694	29.2
部品合計		－	308.826	－	275.418	12.1
総合計		－	1,096.154	－	987.763	11.0

（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 （輸入）

（単位：百万ドル・億円：$1=100円）

HS コード	品　名	2022年09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8455 － 10	圧延機（管圧延機）	190	6.232	10	0.021	29019.2
21	〃（熱間及び熱・冷組合せ）	121	0.448	87	0.492	−9.0
22	〃（冷間圧延用）	329	3.249	954	7.704	−57.8
8462 － 10　注2	鋳造機等	0	0.000	919	11.223	−100.0
11　注1	熱間鍛造機（密閉型）	347	12.687	0	0.000	－
19　注1	〃（その他）	183	0.588	0	0.000	－
21　注2	ベンディング等（数値制御式）	0	0.000	141	20.884	−100.0
22　注1	〃（形状成型機）	253	2.990	0	0.000	－
23　注1	〃（数値制御式プレスブレーキ）	60	7.703	0	0.000	－
24　注1	〃（数値制御式パネルベンダー）	9	0.353	0	0.000	－
25　注1	〃（数値制御式ロール成形機）	2	0.096	0	0.000	－
26　注1	〃（その他の数値制御式）	69	7.657	0	0.000	－
29	〃（その他）	8,717	32.689	12,425	17.381	88.1
31　注2	剪断機（数値制御式）	0	0.000	17	0.916	−100.0
32　注1	スリッター機等（スリッター機・切断機）	36	1.790	0	0.000	－
33　注1	〃（数値制御式剪断機）	19	0.729	0	0.000	－
39	〃（その他）	670	1.860	1,233	5.594	−66.7
41　注2	パンチング等（数値制御式）	0	0.000	52	9.113	−100.0
42　注1	〃（数値制御式）	25	7.921	0	0.000	－
49	〃（その他）	252	3.294	307	3.470	−5.1
51　注1	炉心管（数値制御式）	24	2.715	0	0.000	－
59　注1	〃（その他）	43	0.032	0	0.000	－
61　注1	冷間金属加工（液圧プレス）	1,478	5.586	0	0.000	－
62　注1	〃（機械プレス）	69	11.010	0	0.000	－
63　注1	〃（サーボプレス）	24	3.510	0	0.000	－
69　注1	〃（その他）	317	0.704	0	0.000	－
90　注1	その他	844	4.847	0	0.000	－
91　注2	液圧プレス	0	0.000	5,497	6.891	−100.0
99　注2	その他	0	0.000	1,202	5.926	−100.0
機械類合計		14,081	118.691	22,844	89.614	32.4
8455 － 90	部品（圧延機用）　＊	X	22.674	X	24.453	−7.3
部品合計		－	22.674	－	24.453	−7.3
総合計		－	141.365	－	114.067	23.9

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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8450 － 12	洗濯機（10kg以下遠心脱水）	2,492	0.641	2,462	0.734	−12.6
19	〃（〃・その他）	12,987	0.404	11,824	0.521	−22.5
20	〃（10kg超）	111,413	60.683	267,202	113.818	−46.7
8451 － 10	ドライクリーニング機	51	1.066	63	1.126	−5.3
29 － 0010	乾燥機（10kg超・品物用）	124,200	54.308	180,751	69.621	−22.0
機械類合計		251,143	117.102	462,302	185.820	−37.0
8450 － 90	部品（洗濯機用）	X	19.242	X	17.344	10.9
部品合計		－	19.242	－	17.344	10.9
総合計		－	136.343	－	203.164	−32.9

（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

(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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8483 － 40 － 1000	トルクコンバータ	337,458	10.074	427,026	15.938	−36.8
3040	ギヤボックス等変速機（固定比・紙パ機械用	8,138	0.454	16,425	0.542	−16.3
3080	〃（手動可変式・紙パ機械用）	32,940	2.865	47,171	2.594	10.5
5010	〃（固定比・その他）	802,135	114.821	844,102	112.834	1.8
5050	〃（手動可変式・その他）	688,304	35.679	1,084,873	47.428	−24.8
7000	〃（その他）	362,813	20.368	263,241	11.131	83.0
9000	歯車及び歯車伝導機	7,125,022	69.669	5,232,315	51.492	35.3
機械類合計		－	253.929	－	241.959	4.9
8483 － 90 － 5000	部品（ギヤボックス等変速機用）	X	127.558	X	108.705	17.3
部品合計		－	127.558	－	108.705	17.3
総合計		－	381.487	－	350.664	8.8

（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09月 数 量	2022年09月 金 額	2021年09月 数 量	2021年09月 金 額	Ch.(%)
8485 － 10　注1	積層造形用機械（メタル）	32	17.201	0	0.000	－
20　注1	〃（プラスチック）	5,054	9.644	0	0.000	－
30　注1	〃（プラスター）	3	0.534	0	0.000	－
80　注1	〃（その他）	7,877	1.462	0	0.000	－
機械類合計		－	28.841	－	0.000	－
8485 － 90　注1	部品（積層造形用機械）	X	8.878	X	0.000	－
部品合計		－	8.878	－	0.000	－
総合計		－	37.719	－	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 9 月）

米国商務省センサス局の輸出入統計に基づく、2022 年 9 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 2,450 万ドル（対前年同月比 2.8%減）となった。輸出先は、メキシコが 3,290 万ドル（同 18.5%増）で最も大きく、次いでカナダが 2,187 万ドル（同 18.6%減）、ドイツが 1,424 万ドル（同 9.5%減）、中国が 927 万ドル（同 6.1%減）と続く。機種別の輸出金額は、射出成形機は 1,614 万ドル（同 18.4%増）、押出成形機は 657 万ドル（同 287.9%増）、吹込み成形機は 226 万ドル（同 40.8%減）、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 363 万ドル（同 26.3%増）となり、部分品は 6,525 万ドル（同 5.2%増）となった。

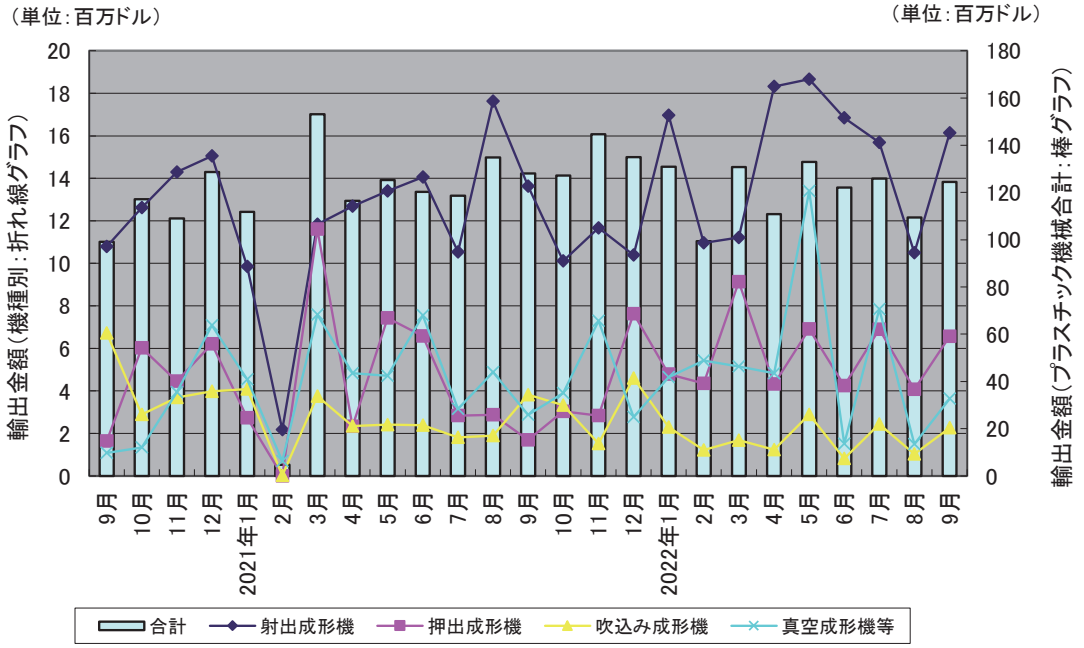
(2) プラスチック機械の輸入は、全体で 2 億 4,389 万ドル（同 0.8%増）となった。輸入元は、ドイツが 5,349 万ドル（12.5%減）で最も大きく、次いでカナダが 3,418 万ドル（同 3.9%増）、日本が 2,673 万ドル（同 23.4%減）、オーストリアが 2,238 万ドル（同 60.1%増）と続く。機種別の輸入金額は、射出成形機は 6,868 万ドル（同 9.3%増）、押出成形機は 1,020 万ドル（同 54.1%増）、吹込み成形機は 1,099 万ドル（同 41.9%減）、真空成形機等は 354 万ドル（同 50.7%減）となり、部分品は 9,992 万ドル（同 11.5%増）となった。

(3) プラスチック機械の対日輸出は、全体 145 万ドル（同 66.1%減）となり、全輸出金額に占める割合は 1.2%となった。

(4) プラスチック機械の対日輸入は、全体で 2,673 万ドル（同 23.4%減）となり、全輸入金額に占める割合は、11.0%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、1,989 万ドル（同 7.0%減）となった。

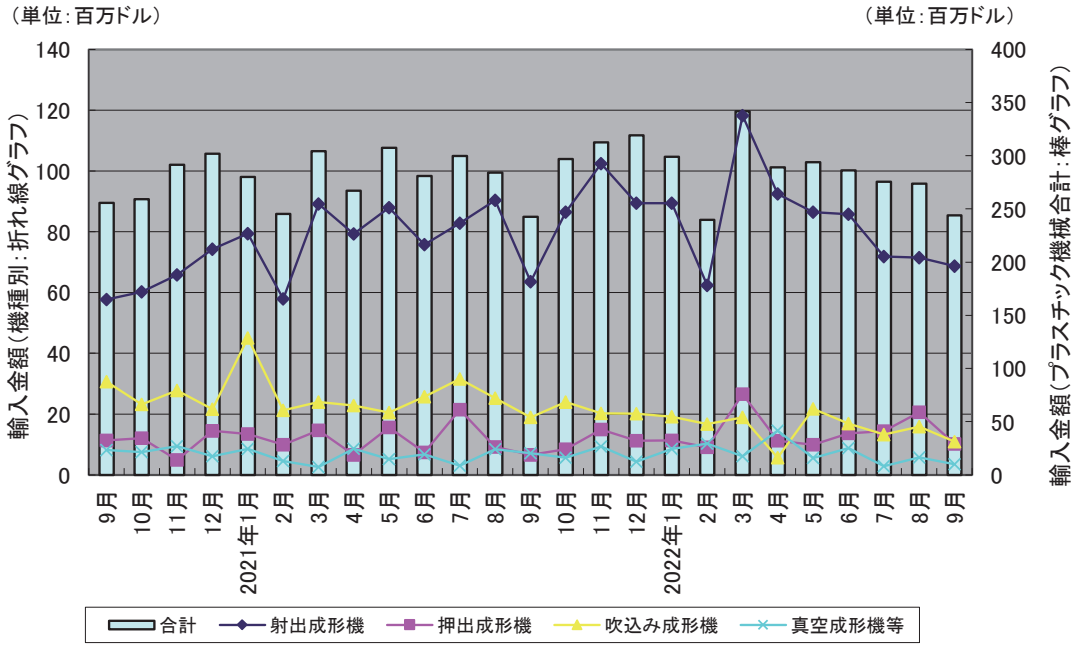
(5) プラスチック機械輸出の単純平均単価は、射出成形機が 112.8 千ドル、押出成形機が 58.7 千ドル、吹込み成形機が 38.3 千ドル、真空成形機等が 24.2 千ドルとなった。また、全機種の単純平均単価は、35.6 千ドルとなった。

(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 121.1 千ドル、押出成形機が 188.8 千ドル、吹込み成形機が 186.3 千ドル、真空成形機等が 22.5 千ドルとなった。また、全機種の単純平均単価は、22.1 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 139.1 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09月）

（単位:台、ドル・億円:$1=100円）

輸出先	プラスチック機械合計						射出成形機				
	2022年09月		2021年09月		輸出金額	輸出金額	2022年09月		2021年09月		輸出金額
国名	数量	金額	数量	金額	増減	伸び率(%)	数量	金額	数量	金額	伸び率(%)
アイルランド	6	1,382,944	42	3,656,184	−2,273,240	−62.2	0	0	0	0	−
イギリス	31	2,629,715	22	3,246,047	−616,332	−19.0	0	0	0	0	−
フランス	4	2,421,876	4	1,056,915	1,364,961	129.1	0	0	1	45,000	−100.0
ドイツ	246	14,244,329	243	15,733,598	−1,489,269	−9.5	0	0	0	0	−
イタリア	10	1,805,801	31	1,445,491	360,310	24.9	0	0	0	0	−
トルコ	1	619,504	8	466,718	152,786	32.7	0	0	0	0	−
小計	298	23,104,169	350	25,604,953	−2,500,784	−9.8	0	0	1	45,000	−100.0
カナダ	166	21,865,826	260	26,847,231	−4,981,405	−18.6	27	3,459,785	60	6,069,667	−43.0
メキシコ	682	32,895,368	642	27,766,633	5,128,735	18.5	91	10,931,282	54	5,984,351	82.7
コスタリカ	34	1,798,994	23	1,523,797	275,197	18.1	2	221,667	1	164,434	34.8
コロンビア	6	507,211	8	410,349	96,862	23.6	0	0	0	0	−
ベネズエラ	0	286,658	0	19,542	267,116	1,366.9	0	0	0	0	−
ブラジル	23	2,073,952	44	2,238,686	−164,734	−7.4	0	0	0	0	−
チリ	40	1,093,799	10	254,503	839,296	329.8	0	0	0	0	−
小計	911	59,428,009	977	58,806,238	621,771	1.1	120	14,612,734	115	12,218,452	19.6
日本	42	1,446,147	90	4,261,177	−2,815,030	−66.1	0	0	0	0	−
韓国	10	2,411,512	18	1,626,933	784,579	48.2	5	248,495	1	126,523	96.4
中国	51	9,265,541	263	9,868,165	−602,624	−6.1	6	468,965	0	0	−
台湾	1	891,372	5	667,836	223,536	33.5	0	0	2	200,000	−100.0
シンガポール	7	1,109,345	2	1,048,438	60,907	5.8	0	0	0	0	−
タイ	1	734,459	75	2,550,237	−1,815,778	−71.2	0	0	0	0	−
インド	21	2,514,239	66	2,538,568	−24,329	−1.0	0	0	0	0	−
小計	133	18,372,615	519	22,561,354	−4,188,739	−18.6	11	717,460	3	326,523	119.7
その他	322	23,598,860	308	21,065,278	2,533,582	12.0	12	805,785	6	1,036,270	−22.2
合計	1,664	124,503,653	2,154	128,037,823	−3,534,170	−2.8	143	16,135,979	125	13,626,245	18.4

輸出先	押出成形機			吹込み成形機			真空成形機等			部分品	
	2022年09月		輸出金額	2022年09月		輸出金額	2022年09月		輸出金額	22年09月	輸出金額
国名	数量	金額	伸び率(%)	数量	金額	伸び率(%)	数量	金額	伸び率(%)	金額	伸び率(%)
アイルランド	0	0	−	1	16,098	−98.1	0	0	−100.0	1,272,453	−50.0
イギリス	0	0	−	0	0	−	0	0	−	2,342,062	−14.1
フランス	0	0	−	0	0	−	0	0	−	2,224,824	141.6
ドイツ	37	1,754,847	−	13	398,650	−	3	22,194	158.6	3,706,169	−34.7
イタリア	0	0	−	1	5,298	−	0	0	−	1,507,425	275.6
トルコ	1	141,700	−	0	0	−	0	0	−	477,804	530.2
小計	38	1,896,547	−	15	420,046	−51.5	3	22,194	−88.0	11,530,737	−6.6
カナダ	17	980,458	2.5	1	75,505	88.3	2	220,717	342.3	14,780,946	−9.3
メキシコ	9	1,068,712	132.8	25	789,680	461.6	132	2,810,160	16.5	9,826,543	−9.6
コスタリカ	0	0	−100.0	0	0	−	0	0	−	700,133	−17.4
コロンビア	2	100,000	−	0	0	−	0	0	−	328,491	15.6
ベネズエラ	0	0	−	0	0	−	0	0	−	286,658	1,366.9
ブラジル	0	0	−100.0	0	0	−100.0	0	0	−	1,611,913	37.6
チリ	0	0	−	0	0	−	0	0	−	522,725	147.7
小計	28	2,149,170	37.3	26	865,185	−22.5	134	3,030,877	23.1	27,534,684	−6.6
日本	0	0	−	0	0	−	0	0	−	648,644	−60.7
韓国	0	0	−	0	0	−	0	0	−	1,722,214	144.9
中国	11	1,128,815	−	9	252,535	4,474.9	5	92,579	7.5	6,086,370	123.9
台湾	1	47,345	−	0	0	−	0	0	−	844,027	93.0
シンガポール	0	0	−	1	9,286	−	0	0	−	685,422	−34.1
タイ	0	0	−	0	0	−	0	0	−	728,579	54.5
インド	0	0	−	5	582,390	−7.6	0	0	−	1,576,642	114.2
小計	12	1,176,160	−	15	844,211	32.8	5	92,579	7.5	12,291,898	58.5
その他	34	1,350,290	949.9	3	132,564	−89.0	8	485,306	240.3	13,892,716	11.9
合計	112	6,572,167	287.9	59	2,262,006	−40.8	150	3,630,956	26.3	65,250,035	5.2

（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09月）

（単位:台、ドル・億円:$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09月		2021年09月		輸入金額増減	輸入金額伸び率(%)	2022年09月		2021年09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	38	2,936,832	93	2,666,738	270,094	10.1	0	0	0	0	-
スペイン	70	327,967	11	942,985	-615,018	-65.2	1	15,743	1	27,196	-42.1
フランス	22	9,727,888	32	5,141,973	4,585,915	89.2	1	101,208	4	477,365	-78.8
オランダ	64	7,769,844	82	3,019,523	4,750,321	157.3	6	143,201	2	35,342	305.2
ドイツ	467	53,489,968	1,114	61,103,305	-7,613,337	-12.5	88	10,167,905	102	11,505,473	-11.6
スイス	40	4,908,798	86	8,368,643	-3,459,845	-41.3	8	1,932,666	8	2,902,837	-33.4
オーストリア	93	22,378,585	55	13,974,860	8,403,725	60.1	52	14,717,267	28	5,855,687	151.3
ハンガリー	0	248,660	0	13,746	234,914	1,709.0	0	0	0	0	-
イタリア	496	15,012,460	221	14,799,038	213,422	1.4	3	1,154,716	2	970,481	19.0
ルーマニア	0	15,968	0	49,662	-33,694	-67.8	0	0	0	0	-
チェコ	44	15,968	265	49,662	-33,694	-67.8	0	0	0	0	-
ポーランド	3	462,372	5	520,691	-58,319	-11.2	0	0	0	0	-
小計	1,337	117,295,310	1,964	110,650,826	6,644,484	6.0	159	28,232,706	147	21,774,381	29.7
カナダ	2,133	34,182,778	419	32,907,660	1,275,118	3.9	11	5,064,853	19	4,552,156	11.3
ブラジル	92	2,340,945	3	971,494	1,369,451	141.0	1	29,765	0	0	-
小計	2,225	36,523,723	422	33,879,154	2,644,569	7.8	12	5,094,618	19	4,552,156	11.9
日本	215	26,727,084	459	34,896,380	-8,169,296	-23.4	143	19,893,234	174	21,385,811	-7.0
韓国	30	6,047,368	46	4,461,023	1,586,345	35.6	17	4,498,807	28	3,183,072	41.3
中国	1,867	21,702,278	36,191	24,301,742	-2,599,464	-10.7	146	4,891,872	67	7,559,837	-35.3
台湾	75	6,973,163	189	5,355,671	1,617,492	30.2	12	286,800	8	1,049,515	-72.7
タイ	62	6,149,595	294	3,934,367	2,215,228	56.3	58	4,538,861	30	2,523,711	79.8
インド	32	4,996,640	28	3,620,997	1,375,643	38.0	18	1,118,750	12	778,245	43.8
小計	2,281	72,596,128	37,207	76,570,180	-3,974,052	-5.2	394	35,228,324	319	36,480,191	-3.4
その他	667	17,474,931	431	20,799,705	-3,324,774	-16.0	2	119,539	2	30,000	298.5
合計	6,510	243,890,092	40,024	241,899,865	1,990,227	0.8	567	68,675,187	487	62,836,728	9.3

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09月		輸入金額伸び率(%)	2022年09月		輸入金額伸び率(%)	2022年09月		輸入金額伸び率(%)	22年09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	5	1,379,429	1,089.1	0	0	-100.0	1	20,829	-87.5	1,336,297	-20.2
スペイン	0	0	-	0	0	-	0	0	-	141,622	-83.4
フランス	0	0	-	1	2,111,853	-	3	67,994	84.5	4,688,056	14.3
オランダ	2	98,398	-46.8	0	0	-	3	7,974	-90.1	4,098,604	116.8
ドイツ	14	2,544,564	5.5	10	3,541,162	-65.1	24	1,877,707	-44.2	24,210,990	31.6
スイス	0	0	-100.0	1	212,835	-88.9	0	0	-	2,455,334	22.5
オーストリア	4	1,041,674	-11.0	17	187,300	-91.4	5	489,981	-26.8	3,545,975	22.8
ハンガリー	0	0	-	0	0	-	0	0	-	248,660	1,709.0
イタリア	2	1,958,264	212.2	6	1,609,982	65.5	5	57,196	-	5,354,309	12.8
ルーマニア	0	0	-	0	0	-	0	0	-	15,968	-67.8
チェコ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	15,968	-67.8
ポーランド	0	0	-	0	0	-	0	0	-	405,481	-14.3
小計	27	7,022,329	22.3	35	7,663,132	-50.0	41	2,521,681	-41.7	46,517,264	24.3
カナダ	3	140,096	-	0	0	-	0	0	-100.0	22,977,510	-5.6
ブラジル	0	0	-	0	0	-	0	0	-	551,125	241.5
小計	3	140,096	-	0	0	-	0	0	-100.0	23,528,635	-4.0
日本	1	174,000	-	2	1,150,590	-32.2	1	5,267	-99.7	4,989,874	2.6
韓国	0	0	-	0	0	-	0	0	-100.0	1,342,460	62.3
中国	14	1,264,226	210.4	16	286,208	-68.5	94	207,281	-63.9	10,678,052	2.1
台湾	0	0	-100.0	2	918,400	-	4	653,700	-	3,592,266	54.5
タイ	2	510,190	-	1	81,736	-88.0	0	0	-	418,498	-31.7
インド	1	182,880	40.4	2	673,829	640.5	0	0	-	2,861,883	56.7
小計	18	2,131,296	142.5	23	3,110,763	-8.0	99	866,248	-60.9	23,883,033	14.2
その他	6	902,832	-	1	215,800	-2.7	17	148,188	-44.6	5,990,961	-11.8
合計	54	10,196,553	54.1	59	10,989,695	-41.9	157	3,536,117	-50.7	99,919,893	11.5

（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09月）

（単位：台、ドル・億円；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09月	2021年09月	伸び率（%）	2022年09月	2021年09月	伸び率（%）	2022年09月	2021年09月
8477-10　射出成形機	16,135,979	13,626,245	18.4	0	0	－	0.0	0.0
8477-20　押出成形機	6,572,167	1,694,346	287.9	0	0	－	0.0	0.0
8477-30　吹込み成形機	2,262,006	3,818,978	-40.8	0	0	－	0.0	0.0
8477-40　真空成形機等	3,630,956	2,875,509	26.3	0	0	－	0.0	0.0
8477-51　その他の機械（成形用）	903,702	1,428,209	-36.7	0	0	－	0.0	0.0
8477-59　その他のもの（成形用）	16,127,924	10,597,925	52.2	0	497,999	-100.0	0.0	4.7
8477-80　その他の機械	13,620,884	31,980,989	-57.4	797,503	2,114,297	-62.3	5.9	6.6
機械類小計	59,253,618	66,022,201	-10.3	797,503	2,612,296	-69.5	1.3	4.0
8477-90　部分品	65,250,035	62,015,622	5.2	648,644	1,648,881	-60.7	1.0	2.7
合計	124,503,653	128,037,823	-2.8	1,446,147	4,261,177	-66.1	1.2	3.3

項目	輸入金額			対日輸入金額			対日輸出割合（%）	
	2022年09月	2021年09月	伸び率（%）	2022年09月	2021年09月	伸び率（%）	2022年09月	2021年09月
8477-10　射出成形機	68,675,187	62,836,728	9.3	19,893,234	21,385,811	-7.0	29.0	34.0
8477-20　押出成形機	10,196,553	6,618,493	54.1	174,000	0	－	1.7	0.0
8477-30　吹込み成形機	10,989,695	18,916,907	-41.9	1,150,590	1,698,098	-32.2	10.5	9.0
8477-40　真空成形機等	3,536,117	7,173,250	-50.7	5,267	1,627,292	-99.7	0.1	22.7
8477-51　その他の機械（成形用）	3,583,479	2,317,447	54.6	135,300	0	－	3.8	0.0
8477-59　その他のもの（成形用）	9,233,492	14,628,961	-36.9	0	0	－	0.0	0.0
8477-80　その他の機械	37,755,676	39,775,413	-5.1	378,819	5,322,955	-92.9	1.0	13.4
機械類小計	143,970,199	152,267,199	-5.4	21,737,210	30,034,156	-27.6	15.1	19.7
8477-90　部分品	99,919,893	89,632,666	11.5	4,989,874	4,862,224	2.6	5.0	5.4
合計	243,890,092	241,899,865	0.8	26,727,084	34,896,380	-23.4	11.0	14.4

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	143	112.8	0	－	567	121.1	143	139.1
8477-20　押出成形機	112	58.7	0	－	54	188.8	1	174.0
8477-30　吹込み成形機	59	38.3	0	－	59	186.3	2	575.3
8477-40　真空成形機等	150	24.2	0	－	157	22.5	1	5.3
8477-51　その他の機械（成形用）	61	14.8	0	－	25	143.3	1	135.3
8477-59　その他のもの（成形用）	372	43.4	0	－	153	60.3	0	－
8477-80　その他の機械	767	17.8	42	19.0	5,495	6.9	67	5.7
機械類小計	1,664	35.6	42	19.0	6,510	22.1	215	101.1
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 9 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 9 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 721.6 万ネット・トンで、前月の 761.4 万ネット・トンから減少（△5.2%）となり、対前年同月比は減少（△8.5%）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（△8.5%）となっている。

鉄鋼生産量は 714.0 万ネット・トンで、前月の 767.5 ネット・トンから減少（△7.0%）となり、対前年同月比は減少（△11.7%）となった。鋼種別では、前年同月比で炭素鋼（△11.7%）、合金鋼（△3.0%）、ステンレス鋼（△18.5%）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 109.7 万ネット・トン（対前年同月比 1.0%）、建設関連 180.8 万ネット・トン（同△22.1%）、中間販売業者 181.0 万ネット・トン（同△19.1%）、機械産業（農業関係を除く）10.4 万ネット・トン（同△25.0%）となっている。

需要分野別にみると、鉄鋼中間材（同＋21.1%）、自動車（同＋1.0%）、鉄道輸送（同＋8.9%）、鉱山・採石・製材（同＋17.1%）、農業（農業機械等）（同＋121.7%）、が対前年比で増加となり、産業用ねじ（同△58.2%）、中間販売業者（同△19.1%）、建設関連（同△22.1%）、船舶・舶用機械（同△21.5%）、航空・宇宙（同△79.4%）石油・ガス・石油化学（同△31.8%）、機械装置・工具（同△12.4%）電気機器（同△40.1%）、家電・食卓用金物（同△27.0%）、コンテナ等出荷機材（同△31.5%）が対前年比で減少となっている。また、外需は増加（同＋1.4%）となっている。

③ 鉄鋼輸出は、68.1 万ネット・トンで、前月の 75.4 万ネット・トンから減少（△9.7%）となり、対前年同月比は増加（＋1.4%）となった。

④ 鉄鋼輸入は、224.1 万ネット・トンで、前月の 251.0 万ネット・トンから減少（△10.7%）となり、対前年同月比は減少（△25.2%）となっている。鋼種別にみると対前年同月比で、炭素鋼（△25.3%）、合金鋼（△18.9%）、ステンレス鋼（△42.6%）となっている。

主要な輸入元としては、カナダが 53.9 万ネット・トン、メキシコが 31.6 万ネット・トン、メキシコ・カナダを除く南北アメリカが 19.6 万ネット・トン、EU が 27.6 万ネット・トン、欧州の EU 非加盟国（ロシアを含む）が 14.4 万ネット・トン、アジアが 70.6 万ネット・トンとなっている。

主な荷受地は、大西洋岸で 28.4 万ネット・トン（構成比 12.7%）、メキシコ湾岸部で 102.4 万ネット・トン（同 45.7%）、太平洋岸で 24.9 万ネット・トン（同 11.1%）、五大湖沿岸部で 67.5 万ネット・トン（同 30.1%）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 25.8%と、前月の 26.6%から 0.8 ポイント減となり、前年同月の 28.8%から 3.0 ポイント減となった。

⑤　設備稼働率は 76.4%で、前月の 78.0%から 1.6 ポイント減となり、前年同月の 83.3%から 6.9 ポイント減となった。また、内需は 870.1 万ネット・トンとなり、対前年同月比で減少（△ 16.4%）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 9 月）

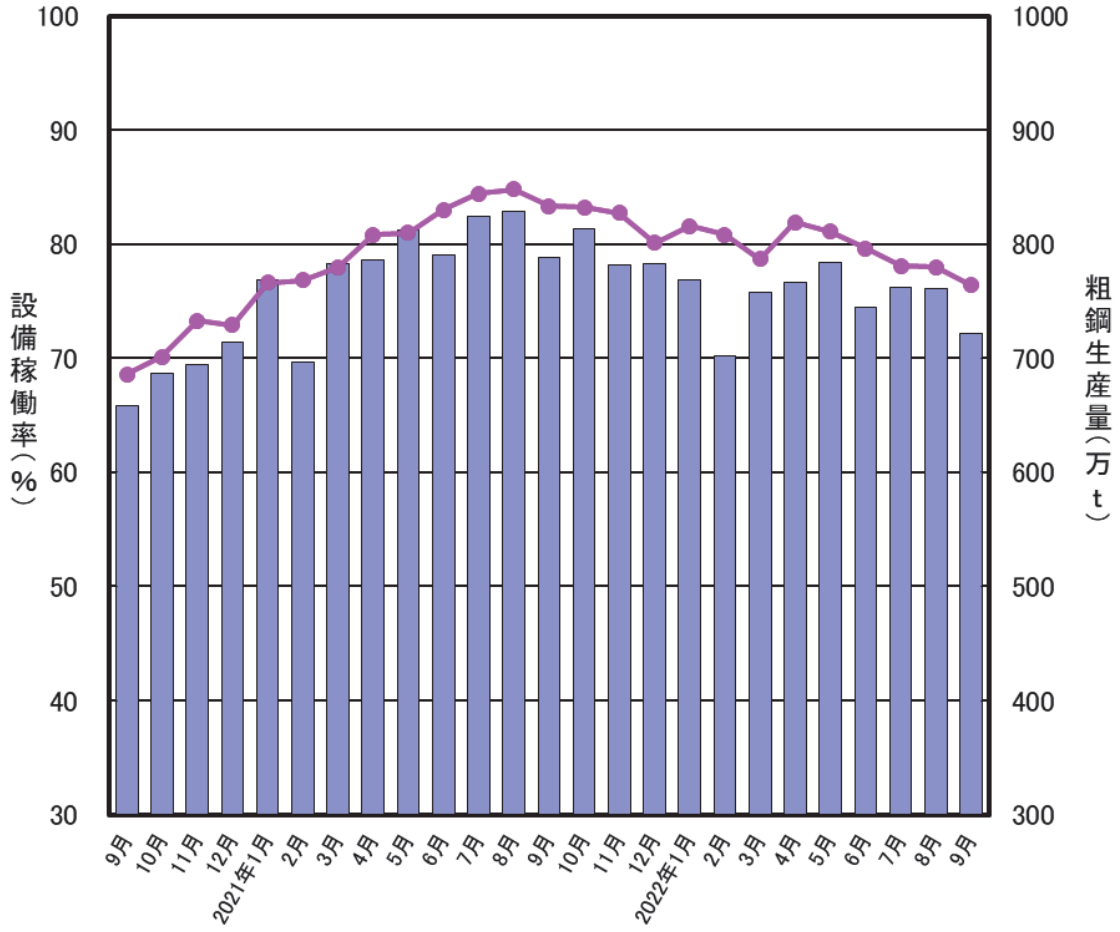
	2022 年		2021 年		対前年比伸率(%)	
	9 月	年累計	9 月	年累計	9 月	年累計
1.粗鋼生産（千ﾈｯﾄ･ﾄﾝ）						
(1)Pig Iron	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
(2)Raw Steel（合計）	7,216	67,683	7,883	70,786	△ 8.5	△ 4.4
Basic Oxygen Process(*1)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Electric(*2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Continuous Cast(*1 及び *2 の一部を含む。)	7,195	67,502	7,867	70,640	△ 8.5	△ 4.4
2.設備稼働率（%）	76.4	79.4	83.3	81.0		
3.鉄鋼生産（千ﾈｯﾄ･ﾄﾝ）(A)	7,140	68,465	8,085	70,739	△ 11.7	△ 3.2
(1)Carbon	6,769	64,812	7,670	67,241	△ 11.7	△ 3.6
(2)Alloy	202	1,881	208	1,600	△ 3.0	17.6
(3)Stainless	170	1,772	208	1,899	△ 18.5	△ 6.7
4.輸出（千ﾈｯﾄ･ﾄﾝ）(B)	681	6,476	671	6,290	1.4	3.0
5.輸入（千ﾈｯﾄ･ﾄﾝ）(C)	2,241	24,218	2,996	23,190	△ 25.2	4.4
(1)Carbon	1,750	18,787	2,343	17,979	△ 25.3	4.5
(2)Alloy	398	4,415	491	4,237	△ 18.9	4.2
(3)Stainless	93	1,016	161	974	△ 42.6	4.3
6.内需（千ﾈｯﾄ･ﾄﾝ） (D)=A＋C-B	8,701	86,207	10,410	87,639	△ 16.4	△ 1.6
7.内需に占める輸入の割合 (E)=C/D*100(%)	25.8	28.1	28.8	26.5		

（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	79.6	78.1	78.0	76.4				80.0



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	
	Sep.	9 Mos.	Sep.	9 Mos.	Sep.	9 Mos.
PRODUCTION:(Millions N.T.)						
Pig Iron	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Raw Steel (total)	7.216	67.683	7.883	70.786	-8.5%	-4.4%
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)	7.195	67.502	7.867	70.640	-8.5%	-4.4%
Rate of Capability Utilization	76.4	79.4	83.3	81.0		
MILL SHIPMENTS: (000 N.T.)						
Total steel mill products	7,140	68,465	8,085	70,739	-11.7%	-3.2%
Carbon	6,769	64,812	7,670	67,241	-11.7%	-3.6%
Alloy	202	1,881	208	1,600	-3.0%	17.6%
Stainless	170	1,772	208	1,899	-18.5%	-6.7%
FOREIGN TRADE-STEEL MILL PRODUCTS:						
Exports (000 N.T.)	681	6,476	671	6,290	1.4%	3.0%
Imports (000 N.T.)	2,241	24,218	2,996	23,190	-25.2%	4.4%
Carbon	1,750	18,787	2,343	17,979	-25.3%	4.5%
Alloy	398	4,415	491	4,237	-18.9%	4.2%
Stainless	93	1,016	161	974	-42.6%	4.3%
Imports excluding semi-finished	1,860	19,669	2,216	16,056	-16.1%	22.5%
APPARENT STEEL SUPPLY EXCLUDING SEMI-FINISHED IMPORTS (000 NET TONS)	8,320	81,657	9,630	80,505	-13.6%	1.4%
Imports excluding semi-finished as % apparent supply	22.4	24.1	23.0	19.9		
MILL SHIPMENTS:SELECTED MARKETS						
Automotive	1,097	9,489	1,086	10,286	1.0%	-7.7%
Construction & contractors' products	1,808	18,774	2,320	17,776	-22.1%	5.6%
Service centers & distributors	1,810	17,269	2,236	20,086	-19.1%	-14.0%
Machinery,excl. agricultural	104	962	139	1,293	-25.0%	-25.6%
EMPLOYMENT DATA:	12 mo. 2021 vs. 12 mo. 2020					
Total Net Number of Employees (000) Source: BLS		131		136		-3.7%
Hourly Employment Cost:	12 mo. 2011 vs. 12 mo. 2010					
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. 2021 vs. 12 mo. 2020					
Steel Segment						
Total Sales		$75,168		$39,482		90.4%
Operating Income		$14,543		$242		

別表2　米国の鉄鋼業データ（2）

	2022		2021		2022-2021 % Change	
	Sep.	9 Mos.	Sep.	9 Mos.	Sep.	9 Mos.
FOREIGN TRADE - STEEL MILL PRODUCTS:						
Imports - Country of Origin (000 N.T.)	2,241	24,218	2,996	23,190	-25.2%	4.4%
Canada	539	5,250	617	5,290	-12.6%	-0.8%
Mexico	316	4,215	413	3,295	-23.4%	27.9%
Other Western Hemisphere	196	2,341	462	4,020	-57.6%	-41.8%
EU	276	3,174	398	2,766	-30.6%	14.8%
Other Europe*	144	1,678	249	2,190	-42.1%	-23.4%
Asia	706	6,716	758	5,022	-6.9%	33.7%
Oceania	38	178	12	174	217.9%	2.0%
Africa	24	667	87	432	-72.0%	54.5%
* Includes Russia						
Imports - By Customs District (000 N.T.)	2,241	24,218	2,996	23,190	-25.2%	4.4%
Atlantic Coast	284	3,870	351	3,727	-19.1%	3.8%
Gulf Coast - Mexican Border	1,024	11,501	1,348	9,876	-24.0%	16.5%
Pacific Coast	249	2,464	495	3,192	-49.7%	-22.8%
Great Lakes - Canadian Border	675	6,232	790	6,228	-14.6%	0.1%
Off Shore	9	152	12	167	-27.8%	-9.1%

別表3　米国における需要分野別の鉄鋼出荷量

SEPTEMBER 2022

MARKET CLASSIFICATIONS	CURRENT MONTH NET TONS	CURRENT MONTH PERCENT	YEAR TO DATE+ NET TONS	YEAR TO DATE+ PERCENT	CHANGE FROM 2021 SAME MONTH PERCENT	CHANGE FROM 2021 YEAR TO DATE NET TONS	CHANGE FROM 2021 YEAR TO DATE PERCENT
1. Steel for Converting and Processing							
Wire and wire products	90,277	1.3%	902,145	1.3%	-9.2%	44,970	5.2%
Sheets and strip	359,544	5.0%	3,309,115	4.8%	95.4%	1,617,355	95.6%
Pipe and tube	416,862	5.8%	3,830,228	5.6%	-6.1%	-170,388	-4.3%
Cold finishing	86	0.0%	4,156	0.0%	-90.4%	-1,162	-21.9%
Other	51,589	0.7%	261,673	0.4%	73.6%	-39,529	-13.1%
Total	918,358	12.9%	8,307,317	12.1%	21.2%	1,451,246	21.2%
2. Independent Forgers (not elsewhere classified)	8,676	0.1%	84,245	0.1%	-25.3%	-24,567	-22.6%
3. Industrial Fasteners	1,771	0.0%	23,188	0.0%	-58.2%	-23,303	-50.1%
4. Steel Service Centers and Distributors	1,810,174	25.4%	17,268,903	25.2%	-19.1%	-2,816,649	-14.0%
5. Construction, Including Maintenance							
Metal Building Systems	113,301	1.6%	835,494	1.2%	25.1%	67,404	8.8%
Bridge and Highway Construction	7,119	0.1%	77,652	0.1%	-33.0%	-17,290	-18.2%
General Construction	1,440,226	20.2%	15,504,767	22.6%	-24.3%	955,044	6.6%
Culverts and Concrete Pipe	0	0.0%	0	0.0%	0.0%	0	0.0%
All Other Construction & Contractors' Products	247,045	3.5%	2,355,800	3.4%	-22.0%	-7,401	-0.3%
Total	1,807,691	25.3%	18,773,713	27.4%	-22.1%	997,757	5.6%
7. Automotive							
Vehicles,parts & accessories-assemblers	1,014,167	14.2%	8,745,431	12.8%	1.8%	-652,418	-6.9%
Trailers, all types	516	0.0%	5,124	0.0%	-27.7%	-1,967	-27.7%
Parts and accessories-independent suppliers	57,913	0.8%	543,559	0.8%	-13.2%	-137,167	-20.2%
Independent forgers	24,142	0.3%	194,942	0.3%	7.4%	-5,564	-2.8%
Total	1,096,738	15.4%	9,489,056	13.9%	1.0%	-797,116	-7.7%
8. Rail Transportation	98,584	1.4%	929,309	1.4%	8.9%	57,471	6.6%
9. Shipbuilding and Marine Equipment	5,834	0.1%	57,524	0.1%	-21.5%	-13,180	-18.6%
10. Aircraft and Aerospace	401	0.0%	6,595	0.0%	-79.4%	570	9.5%
11. Oil, Gas & Petrochemical							
Drilling & Transportation	92,751	1.3%	1,000,111	1.5%	-32.0%	-280,878	-21.9%
Storage Tanks	873	0.0%	15,817	0.0%	-34.8%	9,029	133.0%
Oil, Gas & Chemical Process Vessels	3,504	0.0%	34,786	0.1%	-25.3%	907	2.7%
Total	97,128	1.4%	1,050,714	1.5%	-31.8%	-270,942	-20.5%
12. Mining, Quarrying and Lumbering	82	0.0%	797	0.0%	17.1%	-43	-5.1%
13. Agricultural							
Agricultural Machinery	21,978	0.3%	98,026	0.1%	138.2%	25,495	35.2%
All Other	508	0.0%	6,550	0.0%	-44.6%	-1,403	-17.6%
Total	22,486	0.3%	104,576	0.2%	121.7%	24,092	29.9%
14. Machinery, Industrial Equipment and Tools							
General Purpose Equipment - Bearings	9,340	0.1%	113,133	0.2%	-27.8%	4,030	3.7%
Construction Equip. and Materials Handling Equip.	34,667	0.5%	268,510	0.4%	33.2%	13,084	5.1%
All Other	22,245	0.3%	171,963	0.3%	-39.3%	-116,616	-40.4%
Total	66,252	0.9%	553,606	0.8%	-12.4%	-99,502	-15.2%
15. Electrical Equipment	37,691	0.5%	408,570	0.6%	-40.1%	-231,533	-36.2%
16. Appliances, Utensils and Cutlery		0.0%					
Appliances	162,433	2.3%	1,650,933	2.4%	-27.0%	-181,514	-9.9%
Utensils and Cutlery	314	0.0%	2,021	0.0%	-36.8%	-3,520	-63.5%
Total	162,747	2.3%	1,652,954	2.4%	-27.0%	-185,034	-10.1%
17. Other Domestic and Commercial Equipment	14,970	0.2%	159,892	0.2%	-30.2%	-42,708	-21.1%
18. Containers, Packaging and Shipping Materials							
Cans and Closures	67,904	1.0%	711,479	1.0%	-35.6%	-120,548	-14.5%
Barrels, drums and shipping pails	44,832	0.6%	429,798	0.6%	-22.3%	-105,992	-19.8%
All Other	11,866	0.2%	126,724	0.2%	-37.0%	-67,613	-34.8%
Total	124,602	1.7%	1,268,001	1.9%	-31.5%	-294,153	-18.8%
19. Ordnance and Other Military	1,419	0.0%	12,544	0.0%	50.0%	965	8.3%
20. Export	680,553	9.5%	6,475,843	9.5%	1.4%	185,763	3.0%
21. Non-Classified Shipments	184,198	2.6%	1,837,574	2.7%	2.4%	-193,194	-9.5%
TOTAL SHIPMENTS (Items 1-21)	7,140,355	100.0%	68,464,921	100.0%	-11.7%	-2,274,060	-3.2%

+ - Includes revisions for previous months

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

* - Net total after deducting shipments to reporting companies.

ウィーン　駐在員便り

皆様、あけましておめでとうございます。本年もよろしくお願いいたします。

12月中旬のウィーンは、最高気温が0℃近い日が続き東北や北海道の冬を思わせる気候でした。12月12日には薄っすらと積もる程に降雪があり、今季初のマイナスの最高気温を記録しました。しかもこの時期のウィーンは割と風が強いため体感気温はさらに低く感じます（12日の天気予報は体感気温マイナス６℃と出ていました）。
ちなみに21年の12月の記録と比較したところではこれまでのところほぼ同じ傾向である様です。

冬のこの時期はウィーン街中の至る所で、伝統のクリスマスマルクト（Christkindlmarkt、またはWeihnachtsmarkt）が行われています。2021年の冬はコロナのロックダウン明け最初の開催で、それでも入場にはワクチン接種や陰性証明書の提示が必要であったとのことですが、22年は完全に入場自由となったようです。事務所からも近いシュテファン寺院や、マリアテレジア広場、市庁舎前広場、シェーンブルン宮殿の庭園、カールス教会前の広場など有名なランドマークを始めとし、大小多数のマルクトがウィーン23区の各地に出ています。

寒い日に温かいホットワイン（Glühwein）やプンシュ（Punsch）で体を暖め、ソーセージや焼き栗などをつまみに、家族や友人などと過ごすのがこの時期の楽しみとなっているようです。
なお、プンシュとはシュナップス（蒸留酒）とフルーツジュースを混ぜた糖分・アルコール分ともに多い飲み物で、ベリー、アップルなど様々なオリジナルのフレーバーが屋台ごとに用意されています。中に入っている果実を掬えるように小さな木製スプーンも用意されています。
また、ホットワインやプンシュのマグカップはそれぞれ独自のデザインで、飲み終わったカップは返却しPfand（デポジット料金）を回収するのでなければ、そのまま持ち帰りもできます。

大きなクリスマスツリーや照明、飲食やクリスマスグッズ、手工芸の置物などを売る屋台があるのはどの場所も同じですが、場所によってはライブ音楽ステージ、ミニ観覧車やスケートリンク（市庁舎前）、絵画や手工芸などアーティストの屋台（カールス広場）が併設されるなど独自色があるのが特徴です。面白いのはウィーン市の市営路面電車やバスの古い車両などを展示するウィーン交通博物館（Das Verkehrsmuseum Remise）の車庫場（デポ）にも曜日限定ですがクリスマスマルクトが立つことで、車庫から出された幾つかの年代物の車両（模型の様にも見えますが）の中に実際に入ってホットワインやプンシュを飲むことができます。

11月中旬にマルクトが立ち始めてから、出来る限り多くの場所に立ち寄ることにしています。以前の駐在員便りでも触れられていたSpittelbergマルクトも訪れ、紹介されていたSpittelberger Erdäpfelpuffer というポテトパンケーキをトライしましたが、屋台の前には行列が出来ており、評判通りとても美味しかったです。

写真は市庁舎前のクリスマスマルクトの様子です。

ジェトロ・ウィーン事務所
産業機械部　佐藤　龍彦

皆様、こんにちは。ジェトロ・シカゴ事務所の川﨑です。

発行される頃は新年かと思いますが、本年もよろしくお願いいたします。

さて、シカゴはその後大雪に見舞われることもなく、気温も東京より少し寒いかなという日が続いていましたが、一日中マイナス 20 度程度の強風の日も出てきました。

そんな中、少し季節を戻して、今回は 11 月末のサンクスギビングデーについて書きたいと思います。

サンクスギビングデーといえばアメリカでは珍しい長期の連休であり、また、クリスマスに向けてブラックフライデーやサイバーマンデーもこの連休中に開催されるので、現地の方は心なしかそわそわしているような感じもします。

ただ、自分はゆっくり連休を過ごす余裕もなかったため、せいぜい食事だけでもアメリカらしさをと思い、サンクスギビングデーでは定番のターキーのグリルに挑戦しました。

何の予備知識もない中、まずはサンクスギビングデー直前の週末、近所のスーパーでターキーを購入しました。この時期、スーパーの精肉売り場ではこれでもかというほど大量のターキーが、場合によっては鶏肉より安い価格で並んでいます。購入したターキーの重さは 8 キログラム弱、この日、他の食料品と合わせて 20 キロ以上の荷物を徒歩で持って帰るのは結構大変でした。

そして、2-3 日前から下準備を始めます。今回は冷凍のものを買ったので冷蔵庫でゆっくり解凍します。これに塩やハーブ等であらかじめ味をつけて焼くのだろうと勝手にイメージをしていましたが、調べてみるとどうもブライン液（味としっとり感を与えるための液体）に漬けるようです。そしてそのために専用の大きな食品用バケツ、香辛料やハーブ等が必要とのことで、あわててネットやスーパーで購入しました。何とか間に合い、サンクスギビングデー前日に食品用ビニール袋をかぶせたバケツに野菜ブロスと香辛料等を混ぜた 4 リットルほどのブライン液を入れ、ターキーを漬けておきます。

当日は昼過ぎから準備をはじめ、ターキーの中に詰めるスタッフィングを準備します。スタッフィングは細かく切ったパンや野菜、ハーブなどで作られます。この時期スーパーに細かく切ったパンが袋詰めで並んでおり、初めて見る風景に少し驚かされました。

ちなみに、スタッフィングは調理方法によっては過熱不十分となる可能性があり、食中毒も懸念されているようでしたので、今回はパンを省き、リンゴとシナモン、ローズマリー玉ねぎなどに絞りました。

いよいよオーブンでの調理です。ターキー用のパン（トレイ）もあるようですが、とりあえず自宅にあるステンレスのトレイに載せて高温での加熱を開始、しばらくするとターキーの脂がパンに落ちてトレイで過熱され、大量の煙が発生してしまい、やむなく早めに低温で中まで火を通す工程に移すこととし、そこで 2 時間半程度保持して取り出し、しばらく冷まして、完成となりました。

ターキーは以前一度だけ食べたことがあり、その時はツナ缶のフレークを食べているようなパサパサの食感と風味と記憶していましたが、今回の出来上がりは上々、ただ、もちろ

んこの量ですので、この日に平らげるのはまず無理で、残りは後日のサンドイッチの具材として活躍しました。

後日、現地スタッフと話をしたところ、「母親のレシピと同じだ」とのことで、これまでアメリカの伝統的な文化になかなか触れる機会のなかったところ、いい経験となりました。ほかにもピーナツオイルで揚げる方法もあり、また違う味になるとのことで、ぜひ次の機会に挑戦してみたいと思います。

それではまた来月。

シカゴダウンタウンのクリスマスマーケット（Christkindlmarket）

ジェトロ・シカゴ事務所
産業機械部　川﨑　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