

2021年5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 —

2021年5月号 目次

調査報告

- (ウィーン)
- 再生可能エネルギーで排出量ゼロを達成するために…………… 1
(シカゴ)
 - Automate Forward 及び自動化・産業用ロボットの動向について…………… 19

情報報告

- (ウィーン) EU と日本間の物品の国際貿易…………… 32
- (ウィーン) 水素業界の洞察 2021…………… 41
- (ウィーン) 欧州環境情報…………… 65
- (シカゴ) 米国環境産業動向…………… 75
- (シカゴ) 最近の米国経済について…………… 79
- (シカゴ) 化学プラント情報…………… 83
- (シカゴ) 米国産業機械の輸出入統計 (2021年1月)…………… 84
- (シカゴ) 米国プラスチック機械の輸出入統計 (2021年1月)…………… 98
- (シカゴ) 米国の鉄鋼生産と設備稼働率 (2021年1月)…………… 103

駐在員便り

- ウィーン…………… 110
- シカゴ…………… 112

再生可能エネルギーで排出量ゼロを達成するために

国際再生可能エネルギー機関（IRENA）が2020年9月に発行した排出量ゼロに向けた再生可能エネルギーに関するレポート『REACHING ZERO WITH RENEWABLES』の内容について以下に紹介する。

1. はじめに

世界の平均気温の上昇を産業革命前の水準から1.5℃以下に抑えるためには、今世紀後半の早い時期に、経済のすべてのセクターで二酸化炭素（CO₂）の排出をゼロにする必要がある。これは非常に困難なことで、特に主要な産業や運輸部門では困難を極めることになると思われる。排出量ゼロを達成するためには、これまでとは全く異なる考え方が必要である。部分的な排出削減しかできない行動では不十分であり、むしろ排出量ゼロの達成を妨げるものもある。政策立案者と産業界の投資家は、排出量ゼロの目標達成に合致する数少ないオプションを段階的に拡大していく道筋に確実に焦点を当てなければならない。

本レポートで取り上げているオプションの多くは、20年以上前から知られ、議論され、実験されてきたが、一般的には研究や議論が展開に結びつかず、比較的小幅な改善しか行われていない。しかし、最近になって、パラダイムシフトする可能性のある2つの変化が起きており、今後10年以上の間にはるかに急速な進歩が期待されている。第一に、すべての分野において、二酸化炭素の排出量を大幅に削減する必要があるということが、社会的に強く認識され、政治的なコンセンサスが高まっている。第二に、再生可能エネルギーと、それを可能にするバッテリーなどの技術が大きく発展し、現在ではすべての国と多くの用途において、信頼できる安価な選択肢であることが証明されている。

排出量ゼロへの道のりでは、エネルギーと原料の両方に再生可能エネルギーを利用することが中心となる。過去10年間に自然エネルギーのコストが急速に低下したこと、そして今後もさらなるコスト削減と規模拡大の可能性があることから、以前は見過ごされていた自然エネルギー利用の選択肢が広がっている。本レポートが示すように、再生可能エネルギーの利用には高い可能性があり、これまでの分析で判明していたよりもはるかに多くの可能性がある。再生可能な電力（太陽光、風力、海洋、地熱）、再生可能な熱、再生可能な燃料（バイオマス、再生可能な電力による合成燃料の生産）は、産業や輸送におけるエネルギー需要に対応でき、バイオマスや再生可能な合成燃料は、化石燃料源を代替する産業用の原料となる。再生可能エネルギーによる解決策は、これまで必要とされる厳密さと緊急性をもって検討されていなかった。

電力や乗用車など、いくつかのセクターでは、解決策や必要な政策が比較的明確になっているが、脱炭素化が最も困難なセクターとして7つのセクターが挙げられる。この7つのセクター（図1）は、大規模な政策変更が行われな限り、2050年までにエネルギー・プロセスの排出量の38%、最終エネルギー使用量の43%を占めることになる。いずれの場合も、自然エネルギーは今よりはるかに大きな役割を果たすことができる。自然エネルギーは、今後数十年の間にエネルギーと原料の主要な供給源となるために成長しなければならず、これら7つのセクターで必要とされる直接排出の削減量の約3分の2に貢献することができる。

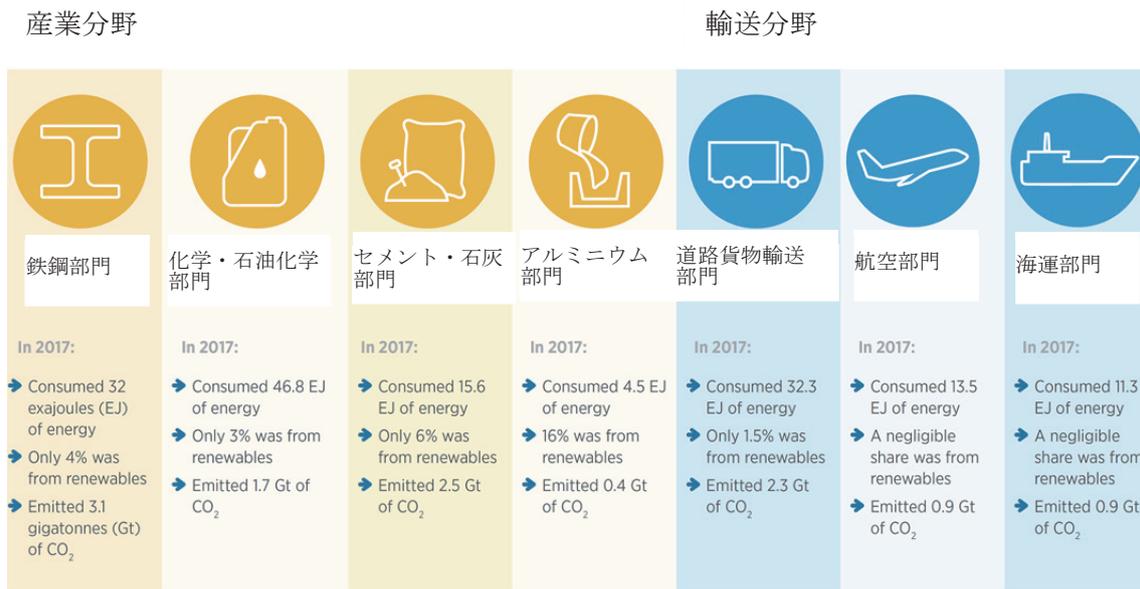


図1 脱炭素化が困難な7つのセクター

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

それぞれの分野で潜在的な解決策があるが、どれも商業的に成熟しておらず、広く採用できる状態ではない。また、その可能性や最適な使用方法については、多くの不確定要素が残っている。選択肢の分析は、製品のライフサイクル全体が十分に考慮されておらず、セクター間の相互依存性、相乗効果、トレードオフが十分に理解されていないことが多い。より深い分析と議論、そして証拠と経験を構築するための多くのパイロットプロジェクトが必要である。これらのプロジェクトを実現するための行動は、すべての利害関係者によってより高い優先順位が付けられ、今後10年間でスケールアップに向けてより迅速に進められなければならない。

本レポートでは、何が可能かを検討している。それは、2060年頃までに主要な産業や運輸部門で排出量ゼロを達成する方法を検討することと、そのために再生可能エネルギー技術が果たすべき役割を評価することの2点である。

2. 2060年までに排出量ゼロ達成を目指す

2020年4月に発表されたIRENAの『世界自然エネルギー展望報告書（Global renewables outlook report）』では、世界の気温上昇を「2°Cをはるかに下回る水準」に抑えるという目標に合致する2050年までの経路に焦点を当てた。しかし、この報告書では、エネルギー関連および産業プロセスのCO₂排出をなくすために必要な、「変革するエネルギーシナリオ」を超える追加的な削減についても検討している。その「さらなる脱炭素化の視点（Deeper Decarbonisation Perspective（DDP））」は、完全なシナリオではないが、2060年までにエネルギーおよびプロセス関連のCO₂排出量をゼロにするために、加速的に行動すべき分野についての指針を示している。

本レポートで取り上げている各セクターは、排出削減戦略を検討している初期段階にあるが、検討されているオプションの多くは、排出量を部分的にしか削減できず、そのセク

ターが最終的にゼロに到達することとは一致しない。資源を無駄にしたり、時間を浪費したり、排出量を固定化したりしないためには、どのオプションを追求するかを評価する際に、CO₂排出量ゼロという最終目的に明確に焦点を当てる必要がある。最終的に排出量ゼロまたはそれに近い状態にできない技術やプロセスは、真のゼロエミッション・ソリューションのための課題の規模を大幅に縮小するか、今後40年以内に置き換えられるか、ゼロエミッション・ソリューションの導入を成功させるための足がかりとなる場合にのみ、追求する価値がある。

これらの基準を適用した場合、各セクターで現在考えられているオプションのうち、CO₂排出量ゼロの目標に合致するものは非常に限られている。セクターごとにアプローチは異なるが、排出削減の大部分は、5つの「排出削減対策」の組み合わせによって達成される。

各セクターにおけるこれらの対策の適用については、本報告書の中で検討されているが、いずれの場合も、他のさまざまな要因や傾向がその利用を助けている。その中でも、再生可能エネルギーのコストが継続的に低下していることや、導入分野が急速に拡大していることで、より広い電化の可能性が広がっている。同時に、太陽光や風力などの変動性再生可能エネルギー（VRE）源（太陽光や風力など）のシェア拡大を可能にするものとして、需要側の柔軟性の価値に対する理解も深まっており、産業・運輸部門はこれに貢献し、利益を得ることができる。この柔軟性の可能性については、IRENAの2019年の報告書『Innovation landscape for a renewable-powered future』や、今後予定されている報告書『Electrification with renewables : Driving the transformation of energy services』で検討されている。

➤ 需要の削減とエネルギー効率の向上

エネルギー効率の向上、行動やプロセスの変更、再配置、循環型経済の原則の適用など、さまざまな活動を通じて、エネルギーおよび材料の需要と使用量を削減する。

➤ 再生可能エネルギーを主原料としたクリーンな電力の直接利用

必要なエネルギーを供給するために、主に再生可能エネルギーから供給されるクリーンな電力を直接使用する。既存の化石燃料ベースの電力使用を置き換えることも、「電化」によって他のエネルギー需要を置き換えることもできる。

➤ 再生可能な熱とバイオマスの直接利用

太陽熱、地熱、バイオ燃料、バイオ原料を含む再生可能なエネルギーと原料を直接利用する。熱需要の一部に太陽熱や地熱を利用することや、熱源としてバイオエネルギーを直接利用、またはバイオ燃料やバイオフィードストックを生産・利用するなど、持続可能なバイオマスを利用することを含む。これには、バイオマスの利用と炭素回収・貯蔵（BECCS）の組み合わせも含まれる。

➤ 合成燃料や原料へのクリーンな電力の間接的な使用

主に再生可能な電力を使用する。非化石燃料源から回収したCO₂を用いて、水素、または水素から製造した燃料や原料を利用する。水素は「クリーン」で、できれば「グリーン」、すなわち再生可能エネルギーから供給されるべきである。

➤ 炭素回収、利用、貯蔵（CCUS）を含む、二酸化炭素除去手段の利用

化石燃料を用いたエネルギー生産やその他のプロセスから排出されるCO₂のほとんどまたはすべてを回収し、回収したCO₂を永久的に保管するか、または後に放出されない方法でCO₂を利用する。これには、ブルー水素の製造や、化学原料や燃料を作るためにプロセスや大気からCO₂を回収することが含まれる。

このほか、ポジティブな要因やトレンドとしては、一部の産業プロセスが柔軟に再配置できるようになったことで、低コストの自然エネルギーへのアクセスが最も良い場所に配置するという選択肢が生まれたこと、着実に技術が向上し、コストが低下する可能性があるグリーン水素を推進する機運が高まっていること、バッテリーのコストが低下し、電気乗用車のサプライチェーンが急速に拡大しており、電気トラックにも波及する可能性があること、などが挙げられる。本報告書で取り上げたこれらのトレンドやその他のトレンドは、排出量ゼロの目標を達成可能なものにするために、産業や輸送の可能性を広げている。

3. 産業分野の概要

主要な素材の工業生産は、現代経済を支える重要な要素である。国の発展に伴い、これらの材料の需要は増え続けている。しかし、その生産には高いCO₂排出量が伴うのが現状である。産業界は世界のCO₂排出量の約28%を占めているが、特に鉄鋼、化学・石油化学、セメント・石灰、アルミニウムの4つの産業部門が産業界全体の排出量の約4分の3を占めている。

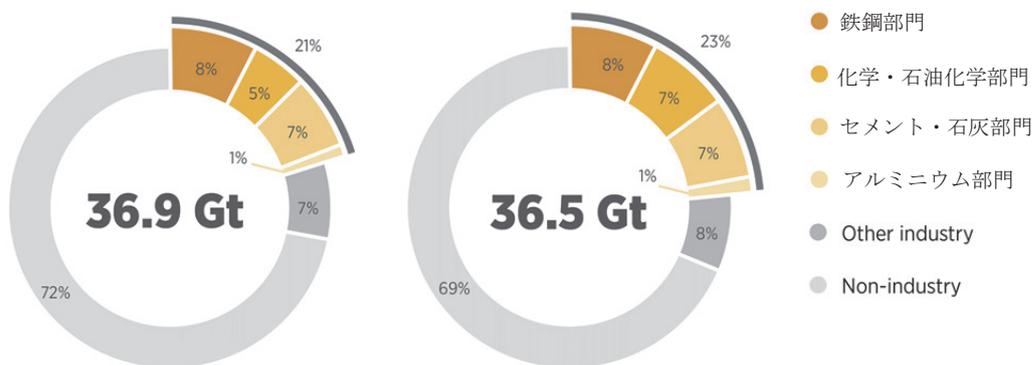


図2 総排出量に占める産業部門からの排出の割合（左：2017年、右：2050年）

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

現在、産業界で使用されているエネルギーの大部分は、化石燃料から供給されている。しかし、産業界の排出源はエネルギー使用だけではない。生産工程や製品のライフサイクルからもCO₂を排出しないようにする必要がある。排出量を削減し、最終的にゼロにするためには、こうした素材の生産、消費、廃棄の方法を根本的に変える必要がある。しかし、これらの4つの産業分野で長期的な排出削減を推進する必要性は、これまで必要な政策的関心を集めていなかった。

これにはいくつかの理由があるが、その中でも特に重要なものとして2つ挙げられる。第一に、これらの産業分野では、現在、経済的に実現可能なCO₂排出削減ソリューションがわずかしかなく、また、どのオプションが最も適しているかについてのコンセンサスがないうこと。第二に、カーボン・リーケージ（生産拠点を排出削減要求の低い他の地域に移すこと）が、脱炭素化の取り組みを進める上での阻害要因となっていること。

3.1 鉄鋼部門

鉄鋼は、鉄と炭素の合金であり、エンジニアリングおよび建設材料として広く使用されている。鉄鋼部門は、エネルギー使用量とCO₂排出量の両方の面で大きな役割を果たしている。2017年、このセクターは最終エネルギー使用量の32EJを占め、全世界のエネルギーおよびプロセス関連のCO₂排出量の8%を占めた。2017年に世界の製鉄プロセスで使用されたエネルギーと原料のほぼ4分の3は、石炭、コークス、その他の石炭製品であった。

世界の鉄鋼の70%以上は高炉／転炉（BF-BOF）で生産されており、化学的還元剤として主に冶金用石炭に依存している。残りのほとんどの鉄鋼は、直接還元鉄（DRI）または鉄スクラップを原料として電気炉（EAF）で生産されており、主に化石燃料がDRIの還元剤とエネルギー、炉の電力を供給している。

プロセスのエネルギー効率の向上、材料効率のさらなる向上、循環型鉄鋼経済の原則の適用（鉄スクラップのリサイクル率をさらに高める）は、いずれも排出量削減に有効な役割を果たす。しかし、これらの対策だけでは十分ではない。エネルギーと還元剤の両方において、再生可能エネルギーが化石燃料に取って代わるような、鉄鋼製造の構造的な変化が必要である。

そのためには、再生可能なエネルギーとクリーンなグリーン水素を利用できる代替プロセスへの切り替え、あるいはクリーンな再生可能なエネルギーを利用し、既存のプロセスから排出されるCO₂をCCUS（Carbon Capture, Utilisation and Storage）技術で回収する、という2つの主要な選択肢がある。その他の排出削減ルートとしては、バイオマス、再生可能な水素、高炉での廃プラスチックの利用などがあり、これらは短期・中期的には役立つ可能性があるが、長期的にはゼロまたはゼロに近い排出量を実現することはできないと見られる。

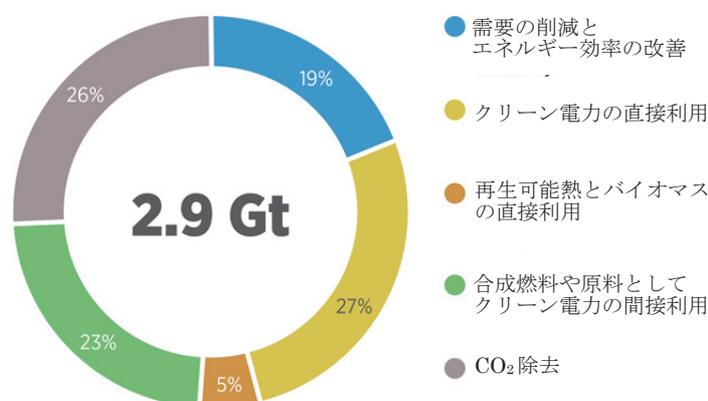


図3 排出量ゼロシナリオにむけて鉄鋼部門で期待されるCO₂削減方法の内訳

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

(1) ゼロエミッションを達成できる2つの選択肢

- 水素による鉄の直接還元と電気炉による鉄鋼生産
 - ◆ クリーンなグリーンな水素を還元剤として用いて、直接還元法で鉄を生産する。
 - ◆ 電気炉で鉄鋼を生産する。
 - ◆ プロセスで使用するすべての熱と電気を自然エネルギーから調達する。

- プロセスや廃棄物の排出を回収・貯留し、自然エネルギーを利用する。
 - ◆ 既存の鉄鋼生産プロセスにCCUSを適用する。
 - ◆ すべての熱と電気を自然エネルギーで賄う。

(2) 洞察

- グリーン水素を用いたDRI-EAF方式が進展している。少なくとも6つのプラントが欧州を中心に試験的に稼働している。再生可能な水素を用いたDRIは、低コストの再生可能な電力が利用できることを条件に、7米ドル/t-CO₂程度の炭素価格で、従来の高炉の代替となり得る。
- BF-BOF方式が今後も使用されるのであれば、費用対効果の高いCCUS技術との組み合わせが必要となる。現在、稼働中の製鉄所でCCUSを採用しているのは1箇所（アラブ首長国連邦の天然ガスベースのDRI-EAF製鉄所にCCUSを導入）である。
- オーストラリアのように再生可能資源が豊富で低コストの場所では、鉄鉱石採掘とグリーン製鉄を組み合わせ、中国、日本、韓国のように化石燃料への依存度が高い国では、製鉄と製鋼のプロセスをデカップリングすることで、新しい価値とサプライチェーンを創出すると同時に、排出削減を実現することができる。
- 中国は世界の鉄鋼業を支配しており、他の限られた発展途上国や新興国でも生産能力の増加が見込まれることから、これらの国の行動が、この分野における世界のCO₂排出量を削減するために非常に重要であると考えられる。

(3) 行動の優先順位

- 何ができるかを示すために、さらに多くの実証プロジェクトを立ち上げ、その成果を集約して共有する（現在、このようなプロジェクトは世界でもわずかしかない）。
- 初期の段階ではコストが高くても、「グリーン」スチールに対する需要を早期に創出する（例えば、公共調達、企業の調達、最小比率要件など）。市場を創出することで、技術やコストの改善を促すことができ、「カーボン・リーケージ」のリスクを低減することができる。
- CCUSを用いた水素ベースのDRIやBF-BOFベースの設計の研究・開発・展開のための官民の資金提供と国境を越えた協力関係を強化する。
- 多くのセクターがより低コストのグリーン水素を必要としており、電解槽の改良、需要の拡大、流通インフラの整備が助けとなる。
- 低コストの再生可能エネルギーの利用可能性がある地域に鉄の生産を移転する機会を探る。これにより、新たな価値とサプライチェーンを創出するとともに、排出削減を実現することができる。

- 鉄鋼生産が盛んな国や拡大している国が、排出量ゼロに対応した生産技術を利用できるようにする。

3.2 化学・石油化学部門

石油化学セクターでは、化石燃料を原料として、さまざまな用途を持つプラスチックやナイロンなどの有機合成繊維、その他のポリマーなど、幅広い素材の「構成要素」となるさまざまな「一次石油化学製品」を生産している。

世界では2018年に約644Mtの石油化学製品が生産され、この分野は急速な成長を続けている。数量ベースで製品の大部分を占めるプラスチックは、過去50年間で20倍に成長し、2018年末には360Mtに達し、使用を制限しないシナリオでは2050年までに世界でさらに3倍に成長する可能性がある。

石油化学製品のCO₂排出量は、生産工程からのエネルギーおよびプロセスの直接排出（約1.7Gt/年）、製品の使用段階での排出（約0.2Gt/年）、分解・焼却工程からの排出（約0.24Gt/年）など、さまざまな発生源からもたらされる。さらに、年間1Gtが炭化水素製品に蓄えられており、使用後の処理によっては放出される可能性がある。このまま放置すれば、2050年には総排出量が2.5Gt/年に達する可能性がある。

排出量削減のためには、石油化学製品の需要を削減すること、生産工程で使用されるエネルギーからの排出量を削減すること、化石燃料の原料に代わる再生可能エネルギーを採用すること、製品に組み込まれた炭素を製品寿命が尽きるまで永久的に貯蔵すること、などが考えられる。循環型経済の原則を採用することは、課題の規模を縮小することで他のアプローチの実施を支援するための重要な出発点であり、プラスチック廃棄物が地域の生態系に与える影響など、他の環境問題を管理するためにも不可欠である。

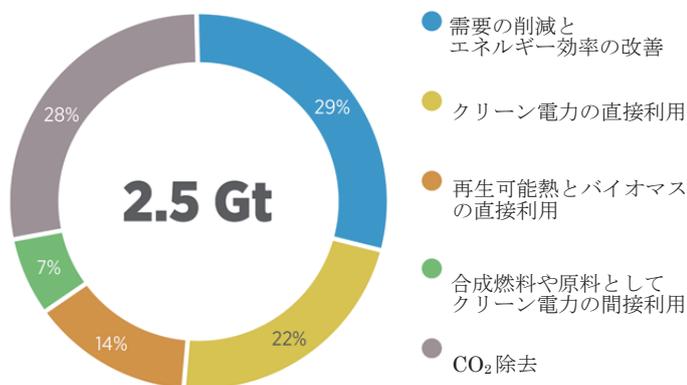


図4 排出量ゼロシナリオにむけて化学・石油化学部門で期待されるCO₂削減方法内訳

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

(1) 排出量ゼロを達成するための3つのオプション

- バイオマスを原料とし、自然エネルギーをエネルギー源とする
 - ◆ すべての熱と電気を自然エネルギーから調達する。
 - ◆ バイオマスを化学物質の原料として使用する。一次石油化学製品をバイオベースの化学物質に置き換える、または化石燃料由来のポリマー（特にプラスチック）をバイオマスから作られた代替品に置き換える。

- 合成炭化水素を原料とし、自然エネルギーをエネルギー源とする
 - ◆ すべての熱と電気の入力を自然エネルギーから調達する。
 - ◆ 化学物質の原料には、グリーン水素とクリーンなCO₂源から製造された合成炭化水素を使用する。
- プロセスや廃棄物の排出を回収・貯留し、自然エネルギーを利用する
 - ◆ 既存の生産プロセスにCCUSを適用する。
 - ◆ すべての熱と電気の入力を自然エネルギーから調達する。
 - ◆ 製品に含まれる炭素を恒久的に貯蔵するための手段を適用する。例えば、高効率の循環型経済、廃棄物の長期貯蔵、使用済みの燃焼に適用されるCCUSなどがある。

(2) 洞察

- CO₂排出量の削減において、このセクターは限られた進展しかしていない。その理由としては、エネルギー効率化のポテンシャルの多くが既の実現されていること、複数の変換プロセスが老朽化した大規模な工業団地に統合されているため、残りのエネルギー効率化のポテンシャルが制限されていること、石油化学製品の生産は石油精製事業との統合が進んでいること、バイオプラスチックなどの低炭素代替材料のコストが現状では高いことなどが挙げられる。
- ゼロカーボンの化学・石油化学産業を実現するには、複雑な移行が必要である。温室効果ガス排出の影響を完全に把握し、すべての緩和の機会を捉えるためには、ライフサイクルアプローチが必要である。フロントランナーである消費者、政府、化学・石油化学クラスターや企業は、この変化を強制する必要がある。

(3) 行動の優先順位

- このセクターの排出量を検討する際には、化学製品に含まれる炭素、その使用と使用後の廃棄を考慮した、完全なライフサイクルアプローチを採用する。
- 真の循環型経済に移行し、リサイクルや再利用率を大幅に高め、新規化学物質の生産需要を削減する。
- 何ができるかを示すために、さらに多くの実証プロジェクトを立ち上げ、その成果を集約して共有する。
- 「グリーン」な化学物質や製品に対する需要を早期に創出する（必要に応じて義務化する）。市場を創出することで、プロセス効率やコストの改善を促すことができ、「カーボン・リーケージ」のリスクを低減することができる。グリーンサプライチェーンの認証が必要になるかもしれない。
- 既存製品の代替品としてのバイオベースや合成化学品の研究開発に対する官民の資金提供と国境を越えた協力を増やす。
- 化石燃料の精製と化学製品の生産を切り離し、化学産業とクリーンエネルギー部門の間でより強力な協力関係を構築し、補完的な戦略と再生可能エネルギーへのアクセスを確保する。

- 炭素排出量の測定方法や計上方法の問題に対処する。例えば、物質中の炭素の「貯蔵」や廃棄物の焼却による排出を考慮する必要がある。

3.3 セメント・石灰部門

セメントは、主にコンクリートの細砂と粗骨材を結合するために使用される。様々な種類のセメントが存在するが、最も一般的なのは「ポルトランドセメント」で、クリンカーに石膏や粉砕した石灰石などの他の添加物を少量混ぜて製造される。

世界のセメント生産量は、1990年から2019年にかけて3.5倍に増加し、2019年には4.1Gtに達し、中国が世界生産量の54%を占めている。セメントと石灰の生産は、2017年に世界のエネルギーおよびプロセス関連のCO₂総排出量の6.7%を生み出した。この割合は、他のセクターの脱炭素化が急速に進むにつれて、7.2%と若干増加すると予想される。

セメントの主成分であるクリンカーの生産は、エネルギーとプロセスの両方の排出を含めて、このセクターの排出量の大部分を占めている。このセクターでは、単一のオプションで排出量をゼロに近づけることはできない。完全な脱炭素化のためには、セメントのライフサイクル全体を考慮し、いくつかの戦略を並行して進めていく必要がある。これらの戦略には、従来型セメントの需要削減（コンクリートに含まれるセメント量の削減と建設におけるコンクリート使用量の削減）、エネルギー排出量の削減（再生可能エネルギーへの燃料転換）、セメント製造時のプロセス排出量の削減（セメントに含まれるクリンカー量の削減）、残りのプロセス排出量の削減または相殺（CCUSおよび炭素回収・貯留付きバイオエネルギー（BECCS）による）が含まれる。

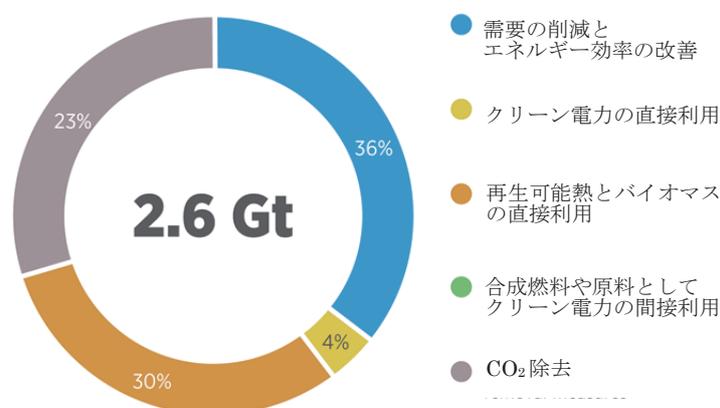


図5 排出量ゼロシナリオにむけてセメント・石灰部門で期待されるCO₂削減方法内訳

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

(1) ゼロエミッション達成に適合する4つのオプション

- クリンカー使用量の削減
 - ◆ クリンカーの一部を、高炉スラグや飛灰などの代替結合材で代替する。
- 従来型セメントの需要削減
 - ◆ セメント使用量を削減するために、代替建設技術を用いる、または、セメントの代わりに木材などの再生可能な建築材料を使用する。
 - ◆ 代替のセメント処方を用いてクリンカーの排出を避ける

- 自然エネルギーへの燃料転換
 - ◆ 直接電化や、バイオマスや廃棄物をプロセスエネルギーとして利用する。
- CO₂排出量の捕捉と貯留
 - ◆ CCUSを適用して、残りのエネルギーとプロセスの排出を軽減する。
 - ◆ CCS付きバイオマス（BECCS）を使用して、マイナスの排出を行い、捕捉されていないクリンカーの排出を相殺する。

(2) 洞察

- 再生可能エネルギーは、セメントセクターでは十分に活用されていない。再生可能エネルギーは、エネルギー関連の排出の約40～50%を取り除くことができる。残りのプロセス排出量は、材料の効率化、材料の代替、炭素回収・貯留（CCS）によって対処する必要がある。
- 全体的な需要を減らし、クリンカーの使用を減らし、他のセクター内の負の排出アプローチ（BECCS、コンクリートの再吸収、建設における木材の使用）によってプロセス排出の一部を相殺することで、必要なCCSの量を減らすことができる。
- ゼロカーボンセメントの製造コストは、現在、標準的なセメントの約2倍である。クリンカーやセメントの代替品の研究は、操業中のプラントの革新に結びついていない。より多くの開発と実証プロジェクトが必要である。
- 中国の役割は現在、極めて重要であり、多くの発展途上国がその重要性を増していくと思われる。それらの国での生産は、正しい（ゼロカーボン対応の）軌道に乗る必要がある。主要先進国は、プロジェクト、需要、規制、炭素税などにおいてリーダーシップを発揮することで、模範を示し、支援することができる。

(3) 行動の優先順位

- いくつかのアプローチを組み合わせ、このセクターの排出量をなくすためのオプションのポートフォリオを検討する。
- 何ができるかを示すために、さらに多くの実証プロジェクトを立ち上げ、その成果を集約して共有する（現在、このようなプロジェクトの例は世界的に見ても非常に少ない）。
- 「グリーン」セメントの需要を喚起し、代替建築材料の使用を奨励する（例えば、公共調達、企業による調達、最低使用率の要求など）。市場を形成することで、技術とコストの改善を促し、「カーボン・リーケージ」のリスクを低減する。
- クリンカーの代替品、代替建設技術や材料、CCUSやBECCSを含む炭素除去技術の研究開発に対する官民の資金援助と国境を越えた協力を強化する。
- 新興経済国は、現在の生産量においてすでに高い割合を占めており、将来的にも高い割合を占めるとみられる。

3.3 アルミニウム部門

アルミニウムは、ボーキサイトを焼成してアルミナを製造した後（バイエル法）、製錬して（ホール・ヘロー法）アルミニウムを製造する。

アルミニウム生産からの直接排出は、世界のCO₂排出量の約1%を占め、アルミニウムの需要は2050年までに44%増加すると予測されている。電力生産による間接排出は、アルミニウムから排出されるCO₂の90%を占めている。残りの10%はプロセスからの直接排出で、そのうちの3分の2はホール・ヘロープロセスにおけるカーボンアノードの使用に関連している。したがって、アルミニウム生産の脱炭素化には、アルミナとアルミニウムの生産段階で使用されるエネルギーを再生可能エネルギーに切り替えて脱炭素化することと、カーボンアノードの使用をなくすことが必要である。しかし、後者の選択肢は十分に開発されておらず、証明もされていない。

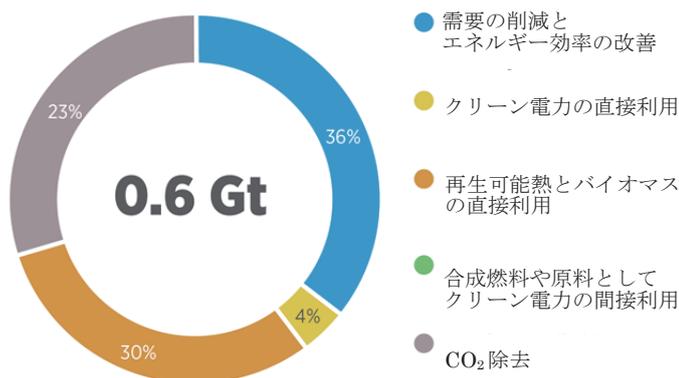


図6 排出量ゼロシナリオにむけてアルミニウム部門で期待されるCO₂削減方法内訳

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

(1) ゼロエミッションを達成するための1つの選択肢

- 再生可能エネルギーと不活性陽極
 - ◆ すべての熱と電気の入力を再生可能エネルギーから調達する。
 - ◆ 不活性陽極を開発・採用する。

(2) 行動の優先順位

- 再生可能エネルギーによる電力とアルミニウムの生産を組み合わせた実証プロジェクト（ビジネスモデルを含む）をより多く立ち上げ、何ができるかを示し、その成果を集約して共有する（現在、このようなプロジェクトは世界でわずかしが存在しない）。
- 「グリーン」アルミニウムに対する需要を早期に創出する（必要に応じて義務化する）。市場を創出することで、プロセス効率やコストの改善を促すことができ、「カーボン・リーケージ」のリスクを低減することができる。グリーンサプライチェーンの認証が必要になる可能性がある。
- アルミニウム産業と電力産業の企業間の緊密な連携を確立する・計画の互換性を確保し、特に需要の柔軟性から価値を生み出し、太陽光や風力などの変動する再生可能エネルギーの導入を管理するための新しいビジネスモデルについての相乗効果を活用する。
- 不活性陽極の代替設計に関する研究開発について、官民の活動と国境を越えた協力を強化する。

- アルミの生産を、低コストの再生可能エネルギーによる電力供給が可能な地域に移転する機会を探る。

4. 輸送部門の概要

交通機関は、世界の経済において重要な役割を果たしている。世界中で人や物の移動を容易にし、私たちが知っているような現代生活を実現している。しかし、運輸部門は化石燃料に大きく依存しているため、主要な排出源となっている。輸送サービスに対する世界的な需要は今後も増加することが予想されるため、排出量を削減し、輸送部門の完全な脱炭素化に向けて前進する方法を特定することが急務となっている。

輸送機関の排出物は、内燃機関やタービンでの化石燃料の燃焼によって発生する。化石燃料を燃焼させると、CO₂、一酸化炭素、窒素酸化物、炭化水素、その他の粒子状物質など、さまざまな温室効果ガスや汚染物質が排出される。2017年の世界のエネルギー関連のCO₂排出量は、運輸部門全体で4分の1近くを占めており、CO₂排出量の合計は8.5Gtであった。運輸関連の排出量の97%は、道路、航空、海上輸送によるものと推定され、残りの3%は鉄道やその他の輸送手段によるものである。

CO₂排出量を削減するための望ましい方法は、一部の交通機関では明らかになっているが、すべての交通機関では明らかとなっていない。再生可能エネルギーによる電化は、鉄道や小型道路交通（自動車、SUV、小型トラック）において、実行可能な選択肢である。鉄道輸送の場合は、特に旅客輸送において、電気の使用がすでに広く普及している。また、小型の道路交通では、近年、バッテリー式電気自動車の航続距離、コスト、シェアが飛躍的に向上している。

しかし、その他の輸送方法では、最適な道筋はまだ明確になっていない。道路貨物輸送、航空輸送、船舶輸送は、大量のエネルギーを使用し、CO₂を排出しており、2060年までに排出量をゼロにすることが課題となっている。本レポートでは、これらの脱炭素化が困難な3つのサブセクターの直接排出量を削減し、最終的にゼロにするための課題と選択肢を検討している。

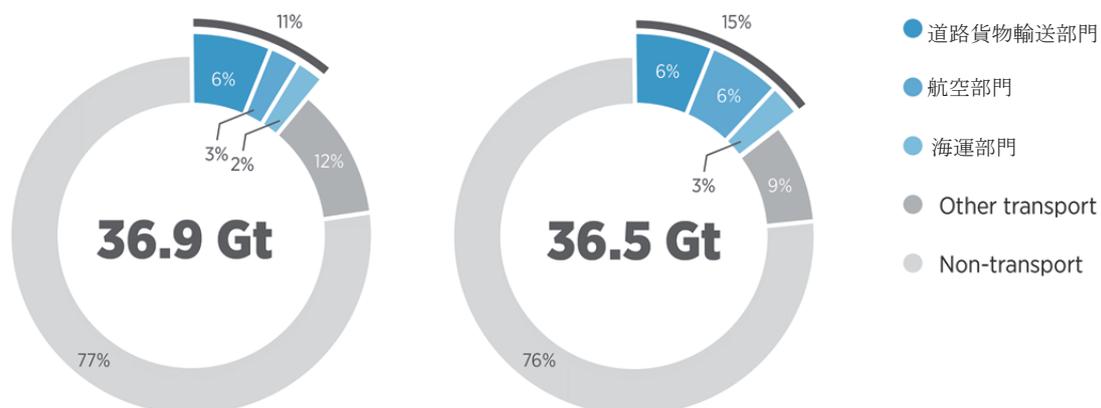


図7 総排出量に占める輸送部門からの排出の割合（左：2017年、右：2050年）

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

4.1 道路貨物輸送部門

道路貨物輸送は、世界の車両台数の9%であるのに対し、2017年の運輸関連排出量全体の27%を占めており、世界のエネルギー関連排出量の6%以上を占めている。

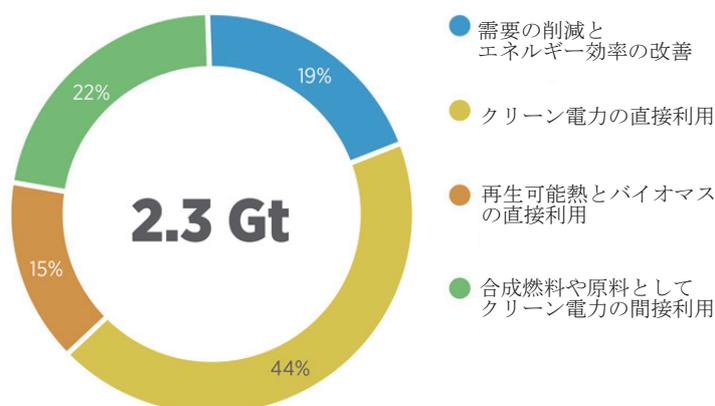


図8 排出量ゼロシナリオにむけて道路貨物輸送部門で期待されるCO₂削減方法内訳

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

(1) ゼロエミッションを達成するための3つの選択肢

- バッテリー式電気自動車
 - 再生可能な電力で充電したバッテリーで駆動する電気モーターを使用する。
- 燃料電池電気自動車
 - 圧縮されたグリーン水素を燃料とする燃料電池で発電した電気を使用する。
- 先進バイオ燃料
 - バイオディーゼルや再生可能なディーゼル燃料など、バイオマス由来の燃料を使用する。

バッテリー電気自動車は、小型貨物輸送（例：ラストマイル配送車）における実現可能な脱炭素化の選択肢である。道路貨物輸送においては、重い荷物を運ぶパワーを必要とするため、バッテリーを導入するのはより困難である。道路貨物輸送でのバッテリー要件は1.1～1.3kWh/kmであるのに対し、小型車では0.2kWh/kmである。

燃料電池電気自動車は、バッテリー電気自動車よりも長い航続距離を実現できる可能性があるため、大型道路輸送の新たな選択肢となっている。既存の燃料電池電気自動車の長距離トラックの航続距離は1,100kmであるのに対し、バッテリー電気自動車の航続距離は400～800kmである。限られた数の大型燃料電池電気自動車ですでに運行している。バイオ燃料は、一部の市場ですでに商業的に使用されているが、生産量が限られていることと比較的高いコストが高いことが障壁となっており、また、原料の入手可能性が潜在的な制約となっている。

(2) 行動の優先事項

- 完全な脱炭素化に向けた各セクターの道筋を示す明確なマイルストーンと、幅広いステークホルダーの支持を得られるような国内および国際的なロードマップを共同開発する。

- 小規模な車両フリートを含む多くのデモプロジェクトを立ち上げ、何ができるかを示し、学びを集約して共有する（低炭素貨物車のデザインはいくつか出てきているが、まだニッチである）。
- 低炭素道路貨物輸送のインセンティブを創出する。例：基準の漸進的強化、企業のコミットメント、需要の創出は技術への投資のインセンティブとなり、コスト削減につながる。
- 電池の性能向上とコスト削減、車両デザイン、水素、合成燃料、バイオ燃料の生産と供給に関する研究開発への官民の資金提供と国境を越えた協力を強化する。
- 電池の低コスト化、水素と水素サプライチェーンの低コスト化、バイオマス・バイオ燃料の持続可能な供給源の拡大とそれに伴うサプライチェーンのインフラ整備など、分野横断的なシナジーを活用する。

4.2 航空部門

航空部門は、全輸送機関の排出量の11%、世界のエネルギー関連排出量の2.5%を占めています。航空需要は2040年までに2倍以上になると予想されており、この分野での脱炭素化は優先課題となっている。航空機は、質量や容積の制限があるため、エネルギー密度の高い燃料に依存している。現在の航空機の設計では、ジェット燃料の代替に適した代替燃料の選択肢は、一部の先進バイオ燃料と合成ドロップイン燃料に限られる。

バイオジェットという先進バイオ燃料は、航空分野の脱炭素化に向けた最も技術的に直線的な道筋であるが、現在の生産量は世界のジェット燃料需要のわずか0.004%に過ぎない。バイオ燃料の障壁としては、規制の不備、資金調達の可能性、原料のコストと入手の難しさなどが挙げられる。グリーン水素から製造される合成航空燃料は、ドロップイン燃料としての役割を果たす可能性があるが、現在は生産量が非常に限られており、コストも非常に高く、現在の価格帯では燃料に対する需要がないため、さらに悪化している。電気駆動は、ジェットエンジンに比べて、複雑さやメンテナンスコストが低いなどの利点がある。しかし、質量、重量、体積に関する技術的な限界があるため、この技術は現在のところ、小型飛行機や短距離飛行しか実現できていない。

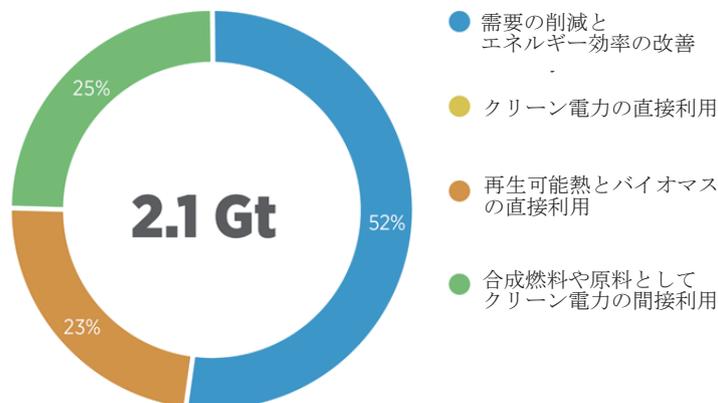


図9 排出量ゼロシナリオにむけて航空部門で期待されるCO₂削減方法内訳

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

(1) 行動の優先順位

- 排出削減メカニズムに関する業界全体の国際的な合意を維持し、それに基づいて、航空業界の排出量ゼロのビジョンと戦略を確立する。
- 国内航空の目標を策定し（理想的には義務化し）、すべての利害関係者が共有する排出量ゼロ達成のための国家ロードマップを策定する。
- 低炭素燃料の使用や新しい航空機的设计を含む、より多くの実証を立ち上げ、何ができるかを示し、その成果を集約して共有する（低炭素航空機的设计はいくつか出ているが、現在は小型機のみである）。
- 低炭素飛行へのインセンティブを創出する（例：基準の段階的強化、企業のコミットメント、消費者のサポート）：需要の創出は、技術への投資のインセンティブとなり、コスト削減につながるスケールアップをサポートする。
- 持続可能なバイオマスの供給、バイオ燃料の生産、合成燃料の生産、電力貯蔵、航空機の代替設計に関する研究開発のための官民の資金提供と国境を越えた協力を強化する（大型航空機の開発とライセンス取得には非常に長い時間がかかるため、今すぐ開始することが特に重要である）。
- 主要な燃料（バイオジェットや合成燃料）が、様々な場所や用途で、将来的にどのように利用できるかについて、より詳細な理解を深め、共有する。
- バイオマスやバイオ燃料の持続可能な供給源の拡大、低コストのグリーン水素や合成燃料の生産、それに伴うサプライチェーンのインフラなど、セクターを超えたシナジーを活用する。

4.3 海運業

国際海運は世界の貿易の90%を担っており（ICS, 2020）、2017年の世界の年間CO2排出量の2.3%、世界の運輸部門の排出量の約10%を占めている。世界の海運船団の約20%が、海運セクターに関連する正味の温室効果ガス排出量の85%を占めており。そのため、限られた対策により、海運セクターの脱炭素化に大きな影響を与える可能性がある。

エネルギー効率の向上により、一部の排出量は軽減されるが、貿易量の増加に伴い、最終的には再生可能燃料や代替推進手段への移行が必要となる。このセクターは、安価で低品位の精製残渣に大きく依存している。技術的には十分に機能する低炭素の代替燃料がいくつか存在するが、いずれもかなりのコストがかかる。

バッテリーや燃料電池による電化は、短距離船（フェリー、内航船、河川船）にとって重要な役割を果たす可能性がある。バイオ燃料は、混合燃料として、あるいはドロップイン燃料として、海運セクターの脱炭素化にすぐに利用できる選択肢である。しかし、バイオ燃料の可能性は、その入手可能性、持続可能性、コストに関する業界の不確実性によって制限されている。再生可能エネルギーから製造される水素や電子燃料は、重要な役割を果たす可能性があるが、それらを採用するには、既存の船上および陸上のインフラを大幅に変更する必要があり、その結果、コストがかかることになる。再生可能エネルギーやバイオマスから製造されるアンモニア、メタノール、バイオメタンは、最も実現性の高い低炭素燃料の経路として浮上している。

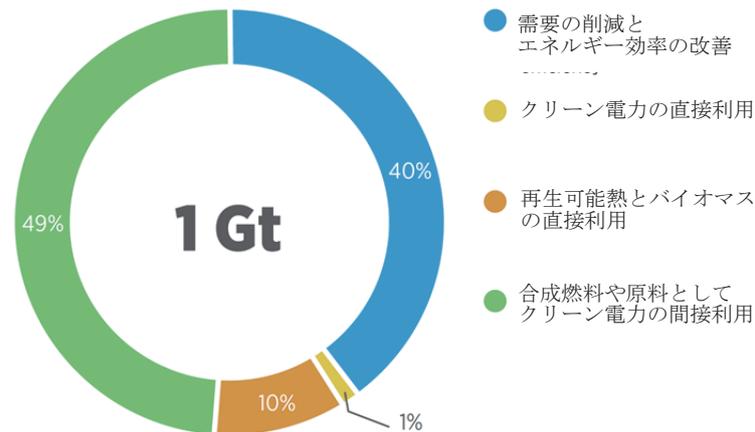


図10 排出量ゼロシナリオにむけて海運部門で期待されるCO₂削減方法内訳

出典：REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

(1) 排出量ゼロ達成のための選択肢

➤ 先進バイオ燃料

バイオディーゼル、再生可能ディーゼル、バイオメタノール、バイオ燃料油、液化バイオガスなど、バイオマス由来の燃料を使用する。

➤ 電子燃料

グリーン水素や、グリーンメタノール、アンモニア、メタンなどの合成燃料を使用する。

(2) 行動の優先順位

- 排出削減メカニズムに関する業界全体の国際的な合意への支持と実施を維持し、それらを基に、海運の排出量ゼロのビジョンと戦略を共有する。
- 特定の航路における目標を設定し（理想的には義務化し）、すべての利害関係者が共有する排出量ゼロ達成のためのロードマップを作成する。
- 特定の船や航路での低炭素燃料の使用、新しい船の推進力の設計を含む多くの実証プロジェクトを立ち上げ、何ができるかを示し、学習を集約して共有する（いくつかのプロジェクトは立ち上がっているが、まだニッチである）。
- 低炭素船へのインセンティブを創出する（例えば、基準を徐々に厳しくする、または商品を出荷している企業を含む企業のコミットメントなど）。
- 持続可能なバイオマスの供給、バイオ燃料の生産、合成燃料の生産、代替船の推進力の設計に関する研究開発のための官民の資金援助と国境を越えた協力を強化する。
- 主要燃料（バイオ燃料、合成燃料）の様々な場所や用途における現実的な将来の利用可能性について、より詳細で共有された理解を深め、海運セクターや他のセクターの選択やトレードオフに役立てる。
- バイオマスやバイオ燃料の持続可能な供給源の拡大、低コストのグリーン水素や合成燃料の生産、それに伴うサプライチェーンのインフラなど、セクターを超えたシナジーを活用する。

5. 排出量ゼロを達成するための自然エネルギーベースの戦略の実現

1. 排出量ゼロを最終目標として、自然エネルギーをベースとした最終消費セクターの戦略を追求する。

これには、需要削減・エネルギー効率化、再生可能電力、再生可能熱・バイオ燃料、グリーン水素・電子燃料、炭素除去技術の5つの技術を柱とした、地域、国、国際レベルでの連動したセクター戦略の策定が必要である。

2. ビジョンと戦略を共有し、すべての主要プレーヤーを巻き込んだ実用的なロードマップを共同開発する。

エンゲージメントを確保するためには、国内外のビジョンやロードマップが、政党を超え、競合企業を超え、消費者や一般市民など、すべての主要なアクターによって支持される必要がある。国際的な政府間組織やイニシアチブは、コンセンサスの構築に役立つ。

3. 意思決定者の自信と知識を高める。

意思決定者は、リスクをよりよく理解する必要がある。より多くの実証プロジェクトが必要である。つまり、先進国、主要経済国、主要企業、官民の「有志連合」が率先して何が可能かを示す必要がある。

4. 早期に実現可能なインフラを計画・導入する。

新しいアプローチには、大量の再生可能電力、バイオ燃料、電子燃料を生産し、供給するための大幅な新しいインフラが必要である。インフラへの投資は、需要に先駆けて行わなければならない。慎重に調整された計画と、ターゲットを絞ったインセンティブが必要となる。

5. グリーン製品・サービスへの需要を早期に喚起する。

グリーン燃料、材料、製品、サービスに対する需要を早期に創出することは、公共調達、企業による調達、規制された最低購入率要件などを通じて、必要とされる生産規模の拡大につながる。これにより、必要な生産規模を確保し、コストを削減することができる。これには、良い例も悪い例もあり、そこから学ぶことができる。

6. 資金へのアクセスを確保するためのオーダーメイドのアプローチを開発する。

CAPEXが高い、投資回収期間が長いなど、これらの分野の特殊性を考慮して、イノベーションサイクル全体に合わせた金融商品を開発する。公的金融機関と民間金融機関が協力することが有効です。

7. 国境を越えて協力する。

これはグローバルな課題であり、必要とされるソリューションは複雑で高価なものである。各国が単独で取り組んでも、すべての選択肢を必要なだけ深く検討することはできない。国際的な協力体制があれば、各国が負担を分かち合うことができる。

8. グローバルに考え、国の強みを生かす。

低コストの再生可能エネルギーへのアクセスが良好な場所に工業生産を移転することで、コストを削減し、新たな貿易機会を生み出すことができる。大規模な生産を行っている国や生産を拡大している国は、早い段階で正しい（ゼロカーボン対応の）軌道に乗るように支援すべきである。

9. 規制や国際基準を進化させるための道筋を確立する。

規制や標準は、変化を可能にする重要な要素であると同時に、障壁にもなり得る。技術的な変化と同じペースで変化するよう、慎重な計画が必要である。

10. 研究開発とシステムック・イノベーションを支援する。

自然エネルギーの能力には大きなギャップがあり、新しい自然エネルギーと既存の化石燃料の選択肢の間には大きなコスト差がまだ残っている。コストを削減し、性能を向上させ、適用範囲を広げるためには、様々な技術の研究・開発・展開（RD&D）への投資が必要である。技術革新はシステム的なものでなければならない。つまり、技術革新は、ビジネスモデル、市場設計、システム運用、規制の革新と密接に関連していなければならないのである。

(参考資料)

- ・ REACHING ZERO WITH RENEWABLES、IRENA

Automate Forward及び自動化・産業用ロボットの動向について

2021年3月22日～26日の5日間、自動化に焦点を当てた北米最大級の展示会「Automate Forward 2021」がオンラインにより開催された。米国における製造業界では、労働者不足や競争力維持もしくは新型コロナ感染拡大の影響により、自動化を促進する動きは高まっている。今回は本展示会の概要及び本業界の動向について報告する。



写真1 Automate Forward トップページ

(出所) Automate Forward サイト

<https://www.automateshow.com/conference/automate-forward>

1. Automate Forward について

(1) 展示会概要

「Automate Forward」は、産業用ロボットをはじめとした製造現場の自動化技術の米国最大級の展示会である。今年は、3月22～26日の5日間、新型コロナ感染拡大の影響により、オンラインによる開催となった。

展示エリアでは、250社以上の自動化に関するトップ企業が参加し、主にロボット工学、マシンビジョン、モーションコントロール、人工知能(AI)、ユーザーインターフェースとソフトウェア、機械学習、高度なコンピュータビジョン技術を備えた溶接・組立・機械加工ロボット、移動ロボット、人間とロボットの協働技術などが紹介された。

カンファレンスでは、80人以上の国際的専門家たちが基調講演を行った。講演者には、3M、General Motors、Intel、Microsoft、UPS、IBM、GE、FedEx、Siemens、Proctor & Gambleなどの企業の経営者が含まれる。

主催者は、The Association for Advancing Automation (A3)で4つの団体(①Robotic Industries Association (RIA)、②AIA – Advancing Vision + Imaging、③Motion Control

& Motor Association (MCMA)、④A3 México) を統括する自動化推進協会であり、会員企業には、ロボティクス、マシンビジョン、計測、ソフトウェア、モーションコントロール、モーターなどの製造企業 1,100 社を超える。

米国自動化推進協会 (A3) の会長を務める Jeff Burnstein 氏は、本展示会について「自動化の導入が加速している中、Automate Forward は、ロボティクス、AI (人工知能)、マシンビジョン、モーションコントロールおよび関連するオートメーション技術が、いかに製品の品質、生産性、競争力、作業員の安全性の向上に、すぐに役に立つかを企業に伝える上で、重要な役割を果たす」と話す。

Automate Forward では、参加者が展示企業や専門家と直接つながることが可能で、自社の自動化に関する課題を解決するために役立つ製品やシステムについて学ぶことができる。



写真 2 本展示会のスポンサー

(出所) Automate Forward サイト



写真3 本展示会のメイン会場の様子

(出所) Automate Forward サイト



写真4 ABBのショーケースの様子

(出所) Automate Forward サイト

(2) 基調講演概要

80人以上の国際的専門家たちが基調講演やパネルディスカッションを行った。参加したカンファレンスの主な内容について報告する。

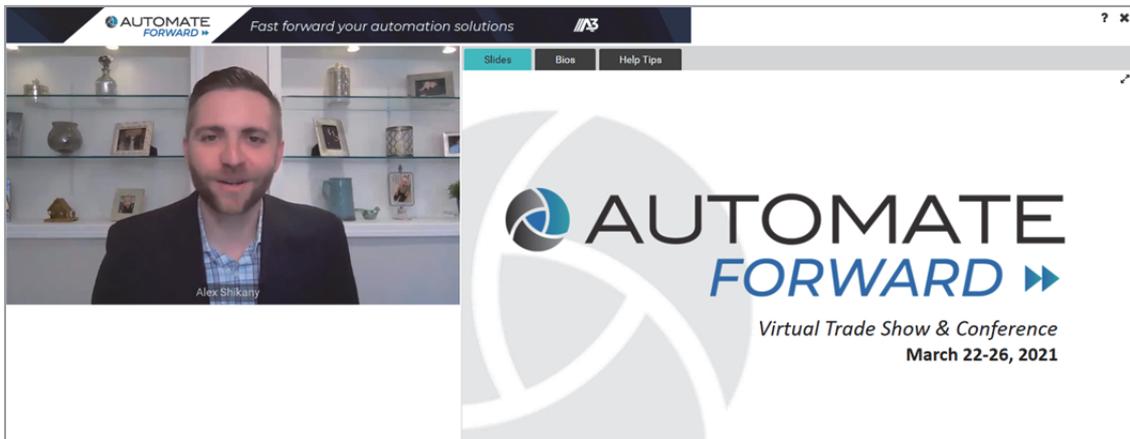


写真5 基調講演の様子

(出所) Automate Forward サイト

① KEYNOTE PANEL: The New Industries Driving The Growth of Automation and Robotics (自動化の成長を推進する新たな産業とロボット)

Robert Little – CEO, ATI Industrial Automation

Mark Lewandowski – Director, Robotics Innovation, Procter & Gamble

John Dulchin – Vice President, 3D Printing & Digital Manufacturing, Jabil

Ted Dengel – Managing Director, Operations Technology and Innovation, FedEx Ground

John Bubnikovich – Chief Regional Officer North America, KUKA Robotics

- ロボット、とりわけロボットアームの分野については、自動車産業だけでなく、より広汎な産業で異なったタスクを行うべく多様化している。また、コストは事実上減少し、より多くの中小企業が市場に参入可能となっている。かつてロボットの導入は主に目的別の投資であったが、今やより柔軟かつ個別化され、会社のニーズの変化に合わせて、再利用、転用することができる。
- FedEx は、より広い範囲で自動化に関する多額の投資を行っている。パンデミックで急増した配送小包を取り扱うためである。様々な形や大きさがある小包を高速で処理することは、自動化システムへの重要な課題である。
- ATI は、ロボットエンドエフェクター製品を扱う会社で、特定の顧客向けにオーダーメイド製品を提供する事業として始まった。これらのオーダーメイド事業は、市場の成長を推進する上で重要な役割を担っている。
- 協働ロボット（コボット）は、完全に新しい自動化システムに導入するよりも、既存の生産工程の一部に自動化することを望む会社にとって有用である。
- ロボット市場は、現在まで最速で拡大しているが、新たな産業における新規導入ばかりではない。既存の多くのロボットユーザーもまた、その生産システムの向上を狙いロボットを導入している。

- ベビーブーム世代が引退するにつれ、労働力不足は、米国の各種産業でより日常的なものとなっている。自動化は、生産性を維持し、会社が競争力を保つ一助となり得る。経営幹部は、今投資の計画に着手する必要がある。

② KEYNOTE: The Competitive Advantage is Here and It's All About Digital (競争優位性はここにある。それはデジタルに関するすべてに他ならない。)

Raj Batra – President, Digital Industries, Siemens

- 昨年のパンデミック中、オンラインでの購買はたった 90 日間で、過去 10 年間で超える成長をみせた。
- シーメンスは、製品だけでなく、生産ライン全体についてデジタル仮想シミュレーションを創造することで、継続的な最適化モデルの構築に集中的に取り組んでいる。シミュレーションの分析によって、生産ラインの導入前に潜在的な問題点の予測、改善分野の特定が可能となる。センサーによるデータ収集によって、仮想モデルを継続的に改良することが可能となる。
- ドイツ、アンベルクのシーメンス・エレクトロニクス (Siemens Electronics) の製造工場は、デジタル化および自動化に向けた最新モデルである。製造工場における生産性は、敷地の拡大や職員の増員をすることなく、1990 年以来 14 倍に改善されている。本製造工場では、120 種を超える製品を製造する。1 日あたり平均 350 以上の切り替えを行いつつ、99.9999%の非不良品率を維持している。
- 多くの業界は製品の備蓄を行っているが、自動化を用いることで変化する顧客のニーズに素早く対応することができる。

③ KEYNOTE: Using an End-to-End Workflow to Build, Iterate, and Operationalize Deep Learning-Powered Visual Inspection Projects (エンドツーエンド・ワークフローを利用したディープラーニングの構築、イテレーション、運用・目視検査ソリューションへの活用)

Andrew Ng, CEO & Founder, Landing AI

- 製造業において不良品の流出を防ぐための重要な工程として、様々な外観検査が行われている。Landing AI はこの課題を解決すべく、昨年 10 月に目視検査プラットフォーム LandingLens を公開した。
- LandingLens の直近のアップデートとして、「欠陥とデータの管理」モジュール配下の新ラベリングツールと、「継続的デプロイ」モジュールなどが発表された。
- ラベリング・クォーラム機能があれば、より正確なデータを事前に提供できる。OEM とインテグレーターは、「継続的デプロイ」を用いてモデルを定期的に改善できる。両新機能はデータ学習の強化によってプラットフォームの能力を向上させるもので、システムインテグレーターと OEM にとっては、かつて不可能だった

自動目視検査の課題の解決につながる。

- その結果、プロセスがより速く、容易になる。適切なポイントで人間のインプットをループさせることで、システムインテグレーターやエンドユーザーはラベリングを最大 50% 高速化し、モデルのデプロイ時間を最大 67% 短縮できる。

④ KEYNOTE PANEL: The 2021 State of the Automation Industry Executive Roundtable (自動化業界の 2021 年の動向、企業幹部による討論会)

Mike Cicco – President & CEO, FANUC America

Patrick McDermott - President, North America, B&R Industrial Automation

Dr. Thomas Evans – Robotics Chief Technology Officer, Honeywell Intelligrated

Christine Boles – Vice-President, Internet of Things Group, General Manager, Industrial Solutions Division, Intel Corporation

Sebastian Schmitt – North America Robotics Division Manager, Stäubli Robotics

- 昨今、自動化を用いて急拡大した産業の一つは、ワクチン製造および検査キット製造だ。
- 製薬のみならず、食品業界にもまた、従業員間の密度を減らし、新型コロナウイルスにさらされる可能性を減らす方法として、自動化をさらに採用する理由があった。その他の成長産業は、医療ロボット工学で、特に、手術室で外科医の支援を行うロボットがあげられる。
- ロボットと自動化が職場に増え続けるにつれて、供給業者の一つの課題は、施設間の移動のための、より洗練された柔軟性のある輸送システム（コンベヤ等）の開発である。
- システム間の相互運用性における革新は、今後数年間にわたって急発展する分野だろう。

⑤ KEYNOTE PANEL : The Rise of Smart Automation (スマートオートメーションの台頭)

Rashmi Misra – General Manager AI Platforms, Business Development, Microsoft

Jorge Ramirez – Global Director Automation and Chief Manufacturing Cybersecurity Officer, General Motors

Rishi Vaish – Chief Technology Officer and Vice-President, AI Applications, IBM

John Lizzi – Executive Leader, Robotics, General Electric

Tom Panzarella – Senior Director of Perception, Seegrid

- AI、クラウド/エッジコンピューティング、5G、シミュレーション、その他のテクノロジーが、インテリジェントな自動化をどのように生み出しているかに焦点を当てた。

- 独自の基準やオペレーティングシステムが非常に多くある。技術者は、その統合に時間を取られ、非効率となっている。スマートオートメーションの大きな課題の一つは、これら様々な構成部分が、効率的かつ迅速に情報交換できるようにすることだ。また、新たに導入された技術と、既存技術を適切に協働させることがある。
- GM は多くのデジタルシミュレーションを用いており、これには仮想電子アーキテクチャ全体が含まれる。これによって、潜在的な問題が特定され、事前に解決することができるため、新しい設備の導入時間を大幅に削減することが可能となっている。

⑥ KEYNOTE: Automation and the Future of Manufacturing (自動化および製造の未来)

Indranil Sircar – Chief Technology Officer Manufacturing Industry, Microsoft

- マイクロソフトと BMW が提携して 2019 年に構築した、オープン・マニュファクチャリング・プラットフォーム (Open Manufacturing Platform) を紹介。
- オープンな産業用 IoT の開発を促進し、未来の Industry4.0 ソリューション構築を目指すコミュニティの発展を支援する新たな構想に向け、両社がパートナーシップを締結したもの。
- 自動車産業と製造業全般におよぶスマートファクトリーソリューションの共有を目的としたテクノロジフレームワークとオープンコミュニティにより、未来の産業用 IoT の開発を大幅に加速する。
- 産業用ユースケースやサンプルコードを活用し、コミュニティメンバーとパートナーが自らサービスやソリューションを開発することが可能になる。

2. 自動化技術及び産業用ロボットの最新トレンドについて

本カンファレンスや展示会の動向、国際ロボット連盟 (IFR) 発表の「2021 年のロボット業界 5 大トレンド」、米国自動化推進協会 (A3) 発表の「業界動向」等を踏まえ、自動化技術や産業用ロボットの最新のトレンドについて、以下まとめる。

(1) 自律走行搬送ロボット (AMR) の台頭

スマートファクトリーは、従来型の自動化と異なり、全体が接続された柔軟な生産システムである。特に自動車産業は、産業用ロボットを組立工程全体に取り入れ、他に先駆けてスマートファクトリーソリューションを導入した産業である。今後は、ロボットは無人搬送車 (AGV) と、より厳密に言えば、自律走行搬送ロボット (AMR) と相互にネットワークでつながる時代になる。こうした移動ロボットは、最新のナビゲーション技術を搭載

しており、従来の製造ラインと比べてはるかに柔軟性が高い。無人搬送システムで運ばれた車体は、組立工程から分岐し、個別に用意された部品組立が可能な組立ステーションに再合流することができる。自動車のモデルが全面的に変更になった場合でも、既存の製造ライン全体を解体する必要はなく、ロボットと AMR を再プログラムするだけでよい。人間とロボットが協働する現場が浸透するにつれ、ロボットサプライヤからは、ロボットが安全柵のない環境で人間と協力しながら活躍しているという報告が上がっている。

また、物流業界においても AMR の活用は大きくなっている。通信関連分野の米調査会社の ABI Research 社によると、「新型コロナウイルスにより、多くの個人が電子商取引を利用するようになったが、コロナ感染拡大が収束してもこれは元には戻らないだろう」とし、「オンラインでの購入が増え、サプライチェーンの需要が高まる中、マテリアルハンドリングの課題はますます大きくなっている。配送代行業界の主要事業者について考えてみると、e コマース企業、実店舗を持つ小売企業、食料品やコンビニエンスストア企業、宅配便企業、サードパーティロジスティクスベンダーなどが挙げられるが、これらの企業はすべて、自動化やロボットに巨額を投資している」としている。同社によると、2022 年までに AMR を含む移動ロボットの出荷台数が、従来の産業用ロボットを追い抜き、今後 10 年間はより高いペースで推移すると予測している。2030 年に出荷が予想される 800 万台のロボットのうち、600 万台近くが移動ロボットになるという。

(注) ここでいう移動ロボットには、移動手段や最終用途にかかわらず、AMR、ロボットフォークリフトやタガール、二足ロボット、四足ロボット、業務用・民生用の清掃ロボット、配送ロボットなど、産業用、業務用、民生用の移動性を有するすべての種類のロボットが含まれている。

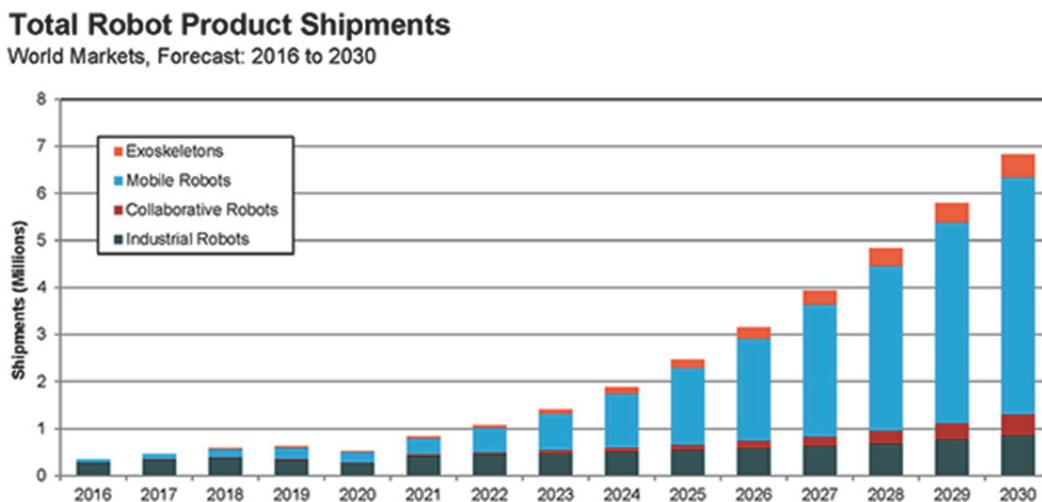


図1 分野別ロボット出荷台数の推移予測

(出所) ABI Research

(2) 協働ロボット（コロボット）の継続的な成長

協働ロボットの人気は高まっている。低価格化や小型化、動作プログラム作成の簡略化などが進展し、中小企業の自動化を促している。本展示会でも大手ロボットメーカーであるファナック、安川電機、KUKA、ABBが自社コロボットの紹介が目立っていた。

国際ロボット連盟（IFR）によると、協働ロボットの採用事例は増加しており、設置台数は対前年比11%増となっている。2019年の従来型産業用ロボットの全体的な傾向とは対照的に、協働ロボット市場は勢いを見せた。協働ロボットは、参入メーカーがさらに増え、用途が一層広がったことで、産業用ロボット設置台数全体（37万3,000台）の4.8%を占めるに至った。なお、協働ロボット市場は急速に成長してはいるものの、まだ黎明期にあると言える。

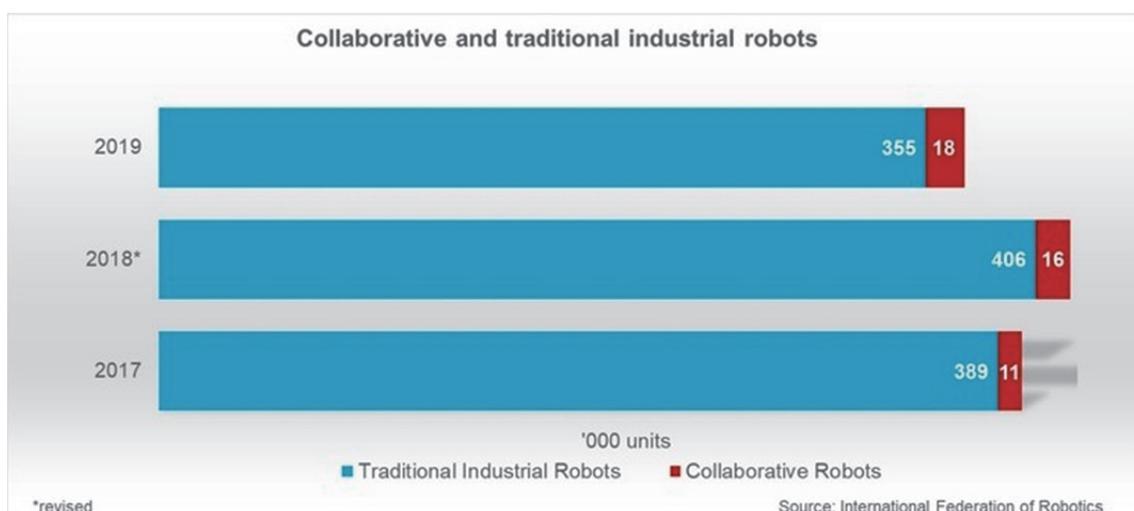


図2 協働ロボットと従来型産業用ロボットの設置台数内訳

(出所) 国際ロボット連盟 (IFR)

<https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>

(3) AIによるロボットの新しいアプリケーション

人工知能ソフトウェアをビジョンシステムやその他のセンシングシステムと併用することで、ロボットは困難な作業も習得できるようになる。そうした作業の一つに、これまで人手によってのみ可能であったピンピッキング（生産ラインの中でバラバラに置かれた部品の中から適切なものを選ぶ作業）がある。

また、ロボットシステムを作業環境に適応させるのに役立つ、生産性と安全性の両方の向上につながる。高度なセンサーを備えたシステムが増えるにつれ、AIは故障やその他の機械的な問題に関連するデータのパターンを特定できる。ロボットがすぐにメンテナンスを必要としていることを示すパターンをAIが検出することができる。故障する前に、修理

に必要な措置を講じるようエンジニアに自動的に警告できるため、企業のコストのかかるダウンタイムを節約でき、生産プロセスの最適化及び品質を向上させる。さらにロボットがAI及び機械学習を使用して、タスクをより適切に実行する方法を学習していく。最終的に、これらの進歩により、ロボットはクラウドを介してその知識を共有し、ロボットが互いに学習できるようになる。他のロボットに作業内容を伝達することや、異常が発生した際にロボット同士で作業を交換するなど、リアルタイムで共同作業を相互にサポートすることができる。

(4) 新たな市場への参入

接続性が飛躍的に向上したことで、これまで自動化に取り組んでこなかった製造分野におけるロボットの導入事例が増えている。例えば、食品・飲料、医療、繊維、木製品、プラスチックといった分野である。現在進行中のデジタルトランスフォーメーション(DX)により、全く新たなビジネスモデルが生まれると考えられる。製造業者にとって、多角化を図ることがかつてないほど容易になるためだ。スマートファクトリーでは、様々な製品を同じ設備で順に組み立てる。

また、米国自動化推進協会(A3)の調査研究パートナーであるInteract Analysisによるとロボットの導入先として注目している産業に、上記に加え、リチウムイオン電池や太陽電池、風力発電装置メーカーなど、新エネルギー関連分野が含まれている。政府の気候変動目標と相まって、導入が加速すると予想している。

(5) 新型コロナウイルス感染症の拡大による自動化促進

新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、グローバル化が進むサプライチェーンの弱点を顕在化させ、製造業界の自動化戦略を加速させた。自動化によって各国の生産性が同水準になると、製造業者は、欧州連合の多くの国や北米、日本、韓国といった人件費の高い国々では困難だと思われた生産活動を増やすことが可能になる。製造業者は先進国で生産を維持でき、あるいは自国生産に回帰することもできるようになる。

また、米国自動化推進協会(A3)の報告書で紹介されている、大手ロボットメーカーによる業界分析では、パンデミックにより自動化を加速させたとする指摘がされている。

KUKA Robotics 北米地域営業本部長のJohn Bubnikovich氏は、「2020年における自動車以外のロボット発注増加の要因には特に2つの傾向が見られた。まず、第一に、業界全般の自動化能力レベルが向上し、それが同技術の需要の高まりへとつながった。そして第二に、消費者の行動が著しい転換を遂げ、その転換から来る期待を満足させることが自動化抜きには難しくなった。」と語っている。Bubnikovich氏によると、サプライチェーンの混乱と労働力の不安定性が業界の自動化戦略を同時に加速させたという。

Yaskawa Motomanのセグメントリーダー、Dean Elkin氏は、「コロナウイルスに起因する皆の個人消費の変化によって、正しいソーシャルディスタンスを可能にする電子商取

引分野の注文処理を実現するロボットの活用が記録的に伸びた。さらに、ロボットの大部分は、社会の健康と安全を維持するのに必要な個人の保護やテスト関連の機器、そして医療デバイスの生産を支援した」と語る。

US ABB Robotics のカスタマーセグメント&サービスロボティクス担当バイスプレジデント、Mark Joppru 氏は、「常に進化する顧客の要求に対応するよう種類が多く、少数生産を可能にする製造ラインの柔軟性を高めることに集中するなかで自動車以外の業界の動きが非常に活発化している。たとえば、食品業界においてロボットは従来、ケースの積み込みといった単純なプロセスの自動化に利用されていたが、次第に食品の直接準備作業といったより価値の高い処理を任されるようになっていき、食品の安全性や衛生が改善された。このような傾向は何年も前からあったものの、コロナウイルスが顧客の認識と優先事項を変化させ、ロボットによる自動化の採用を加速させた」と語っている。

FANUC America の社長兼最高経営責任者（CEO）、Mike Cicco 氏は、「コロナの大流行は製造企業各社にかつてない規模の自動化への投資に対する切迫感をもたらせた。伝統的に、企業各社は自動化のインプリメントによってコストを削減し、生産を拡大し、品質を向上させてきた。しかし、コロナの流行が新たな要因となり、メーカー各社はサプライチェーンを見直して柔軟性を高め、混乱を最小限に抑え、顧客にもっと近づくようになった。このような考え方によって、特に大手企業ではロボットの応用を複数の工場に広げる機会が増えていった。業界では自動化に対する未開拓のポテンシャルを期待することができ、今日における自動化の機会はまさに制限がない」と語っている。

3. 北米のロボット市場動向

(1) 米国自動化推進協会（A3）発表：北米ロボット市場

米国自動化推進協会（A3）によると、2020年のロボットの北米出荷台数が前年比3.5%増の3万1044台（受注額は15億7000万ドル）に達した。

北米の産業用ロボットを発注する企業は、これまで自動車業界が中心だったが、2020年は初めて過半数を非自動車産業が占めた。

新型コロナウイルスのパンデミックによって加速された動きで、経済のより多くの分野で自動化が拡大する長期的な傾向が見られる。

オンライン小売業者は、eコマース利用者の増加に伴い急激に商品処理能力の拡大を図っており、食品その他の工場は自動化を「ラインを動かし続け、労働者同士の安全な距離を保つためのツール」と見なしている。

ライフサイエンス、製薬、生物医学企業からの発注は69%増加し、食品および消費財企業からの需要は56%増加した。

米国自動化推進協会（A3）の Jeff Burnstein 会長は、「コロナの流行にも関わらず現在見られるロボット受注台数の急増は、ロボット化や自動化のソリューションに対する関心の

高まりを示している。新応用分野のロボット化は一段の成長が期待され、ユーザーは今までより一層広範囲に達するだろう」と語っている。

前年比の受注数ではライフサイエンス関連が 69%、食品および消費財が 56%増、プラスチックやゴム製品が 51%増だった。自動車関連は受注が 2020 年比 39%増だった。

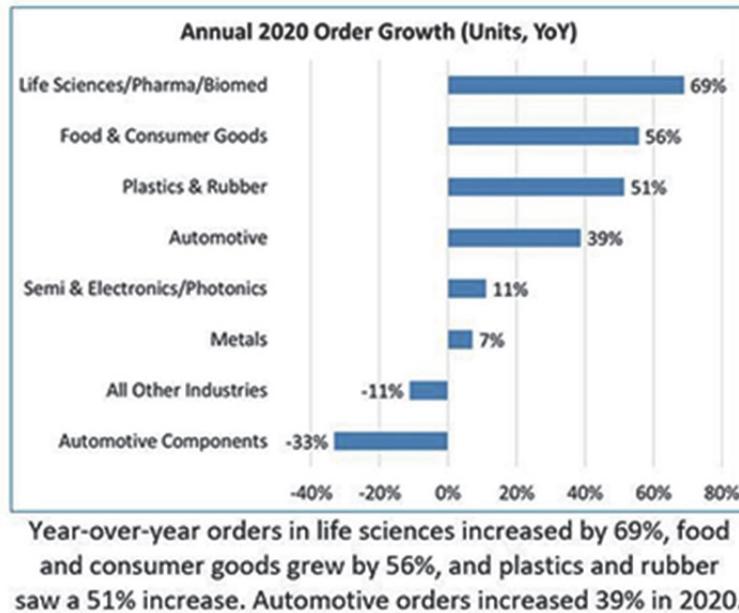


図3 北米におけるロボットの産業別受注台数（2020年／前年比）

（出所）米国自動化推進協会（A3）及び米国ロボット工業会（RIA）

<https://www.automate.org/news/for-first-time-on-record-yearly-non-automotive-robotic-orders-higher-than-automotive-orders>

（2）国際ロボット連盟（IFR）発表：米国産業用ロボット市場

国際ロボット連盟(IFR)が昨年9月に発表した「World Robotics 2020 Industrial Robots」によると、2019年に世界中の工場稼働している産業用ロボットは270万台を記録し、前年比12%増となった。設置台数は世界で37万3,000台を記録し、引き続き好調を維持している。前年比では12%減となったが、それでも過去3番目に高い実績となっている。

「現在、産業用ロボットの稼働台数は、世界規模でかつてないほどの高水準となっている」とIFRのMilton Guerry会長は述べている。「スマートプロダクションやスマートオートメーションが成功を収めたことで、2014～2019年の5年間で世界的に約85%も増加している。なお、2019年の設置台数が12%減少しているのは、二大需要産業である自動車産業と電気・電子産業の落ち込みが影響している。」同会長はまた、「新型コロナウイルス感染症の大流行によって世界経済が受けた影響については、まだ十分に評価できていない」とも述べている。「2020年の残り数ヶ月については、『ニューノーマル（新常态）』に合わせた変化が反映された形になると思われる。新たな用途や開発中のソリューションへの需要

が高まり、ロボットメーカーはそれに対応することになる。今年については、市場が刺激されるような大規模注文が発生する可能性は低いだろう。ただ、中国は例外となるかもしれない。2019年12月に武漢市で最初の新型コロナウイルス患者が確認されたが、既に第2四半期（4～6月）には同国経済は回復基調となっているからである。他の国・地域については、現時点では経済回復に向かう転換期にある。しかし、この状況が自動化プロジェクトやロボットの需要につながるには、まだ数ヶ月かかると思われる。2021年には回復の兆しが見えると考えられるが、コロナ以前のレベルにまで回復するのは2022年もしくは2023年となるのではないだろうか。」

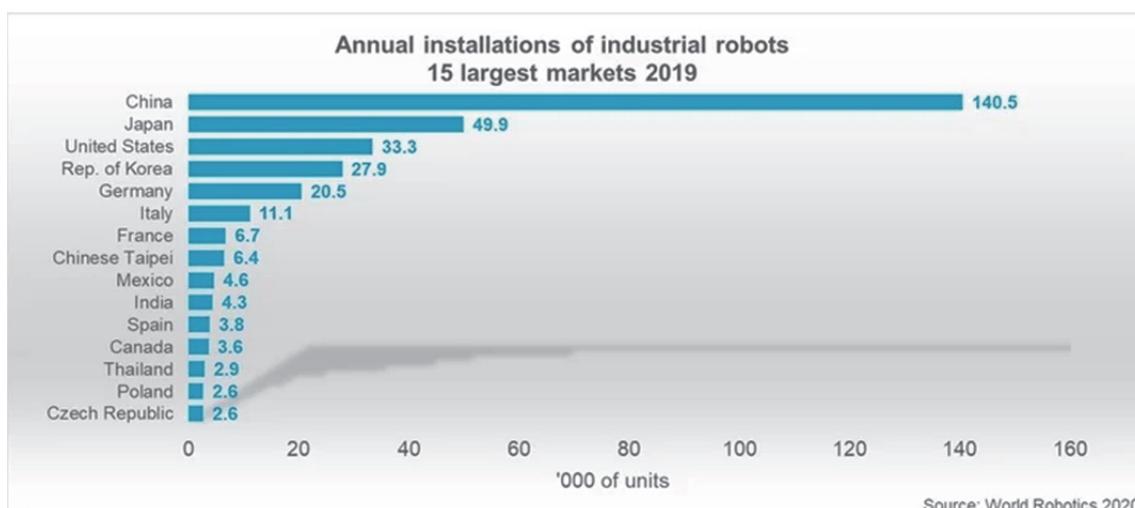


図4 産業用ロボットの年間設置台数 上位15カ国

(出所) 国際ロボット連盟 (IFR)

<https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>

米州においては、米国は産業用ロボットの最大のユーザーであり、2019年の稼働台数は、前年比7%増の29万3,200台と過去最高を記録している。メキシコが同11%増の4万300台で第2位、カナダが同2%増の約2万8,600台で第3位となっている。

米国の2019年の設置台数は、過去最高を記録した2018年と比較すると、17%減少したが、設置台数は3万3,300台と過去2番目に高い記録であり、非常に高い水準を維持している。米国内のロボットの大部分が、日本メーカー及び欧州メーカー製である。北米にはロボットメーカーはそれほど多くないが、重要なシステムインテグレーターは数多く存在する。北米では設置台数約4,600台のメキシコが第2位であったが、前年比20%減と鈍化している。カナダは同1%増の約3,600台であった。

以上

EUと日本間の物品の国際貿易

EUの統計局（Eurostat）が2021年3月に発行したEUと日本間の物品の国際貿易に関するレポート『Japan-EU – international trade in goods statistics』の内容について以下に紹介する。

このレポートは、欧州連合（EU）と日本間の国際貿易の概要を示すものである。さらに、EUと日本間で取引されている物品の種類、それらの取引におけるEU加盟国別のシェアを分析している。

このレポートは、物品の国際貿易に関する最新統計、EUの主な貿易相手国、取引される物品および貿易の特性などに関する情報を提供するオンライン出版物の一環である。

1. 近年の動向と、新型コロナウイルスの影響

2020年には、新型コロナウイルスの感染拡大の影響でEUと日本との輸出入が減少した。輸出額は2020年8月に最低となる38億ユーロを記録したが、2020年12月には50億ユーロに回復した。輸入額は2020年5月に最低となる39億ユーロを記録したが、2020年12月には52億に回復した。

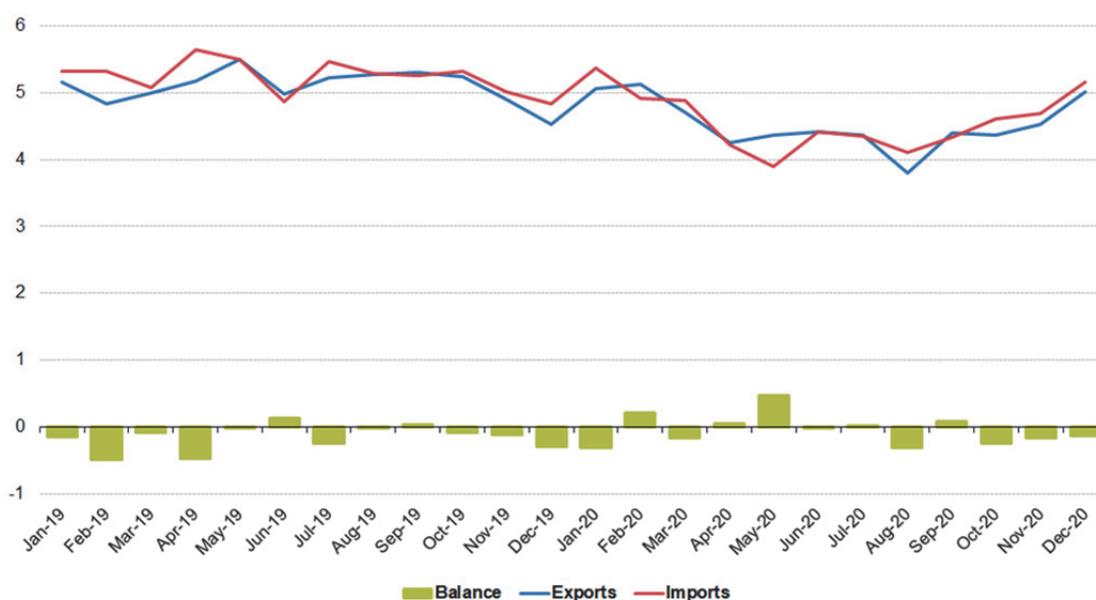


図1 EUと日本との物品貿易（2019~2020年）

出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

図2は、EUの日本およびその他の非EU諸国との国際貿易を比較している。2019年1月から2020年12月にかけて、日本への輸出が2.8%減少した一方、他の非EU加盟国への輸出が2.5%減少した。また、日本からの輸入が3.0%減少した一方、他の非EU加盟国からの輸入が10%減少した。2019年の同月と比べて、2020年には日本からの輸入が5月に最も減少し（27%）、日本への輸出が8月に最も減少した（26%）。非EU加盟国の場合、輸出入は2020年4月に大きく落ち込んだ。

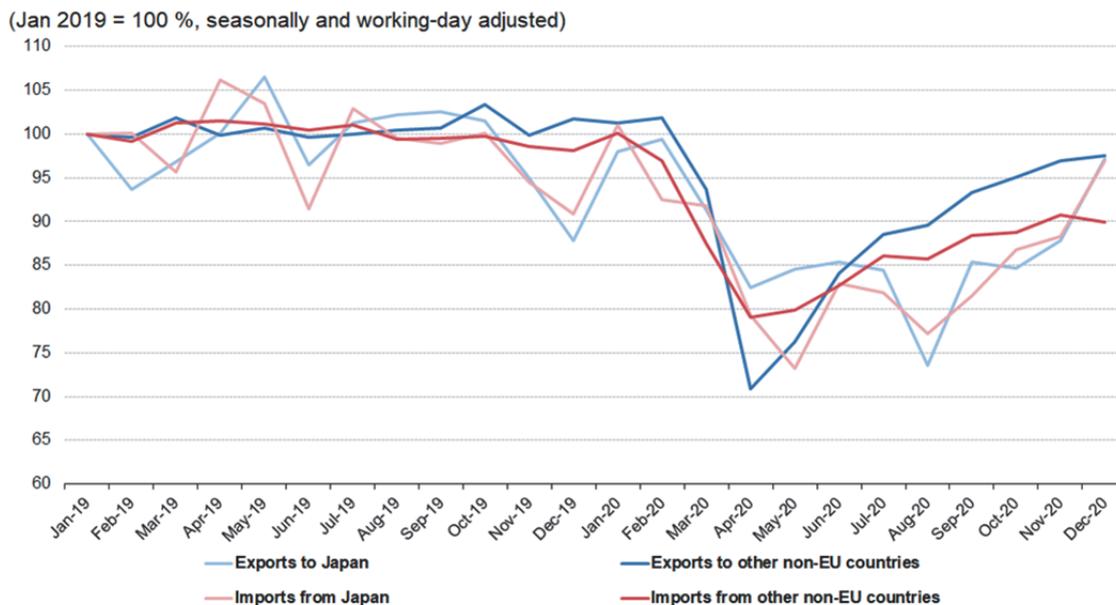


図2 2019年～2020年、EUの日本と非EU加盟国との物品貿易（2019年1月=100）
出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

2. 世界の物品貿易におけるEUと日本の位置

図3は、世界の物品貿易のシェアを示している。輸出については、日本（6,300億ユーロ、4.6%）は、中国（22,330億ユーロ、16.1%）、EU（21,320億ユーロ、15.4%）および米国（14,680億ユーロ、10.6%）に次ぐ世界第4位の規模を誇っている。輸入についても、日本（6,440億ユーロ、4.5%）は、米国（22,930億ユーロ、16.1%）、EU（19,400億ユーロ、13.7%）および中国（18,570億ユーロ、13.1%）に次ぐ世界第4位を維持している。

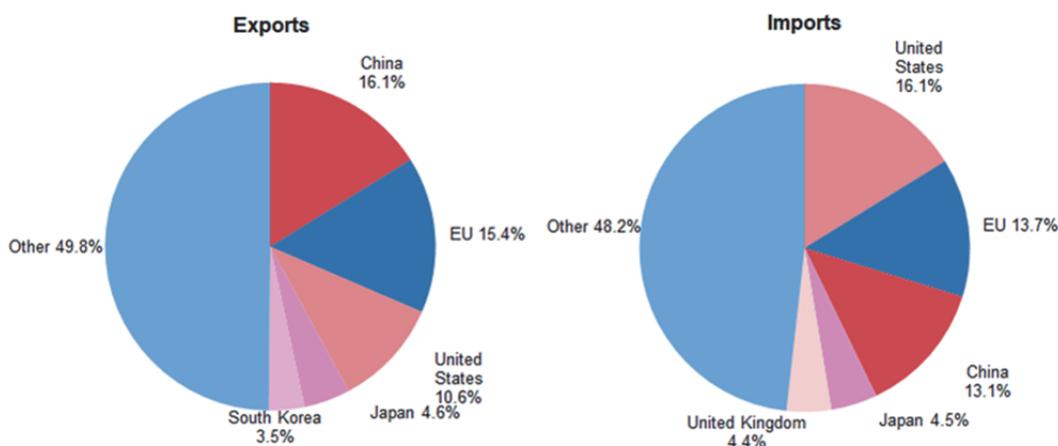


図3 2019年、世界最大の物品貿易国
出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

図4は、2009年から2019年にかけて、EUと日本間の物品貿易、および貿易カバー率（輸出/輸入）を示している。EUからの輸出は、2009年に最低水準（100%）、および2019年に最高水準（180%）に達した。EUへの輸入は2009年に最低水準（100%）および2019年に最高水準（163%）に達した。EUの貿易カバー率は2011年に最低水準

(97%) および 2016 年に最高水準 (116%) を記録し、2019 年には 110%であった。日本からの輸出は 2009 年に最低水準 (100%)、2011 年に最高水準 (142%)、および 2019 年には 121%に達した。日本への輸入は 2009 年に最低水準 (100%)、2012 年に最高水準 (160%)、および 2019 年には 131%に達した。日本の貿易カバー率は 2014 年に最低水準 (85%) および 2010 年に最高水準 (111%) を記録し、2019 年には 98%であった。

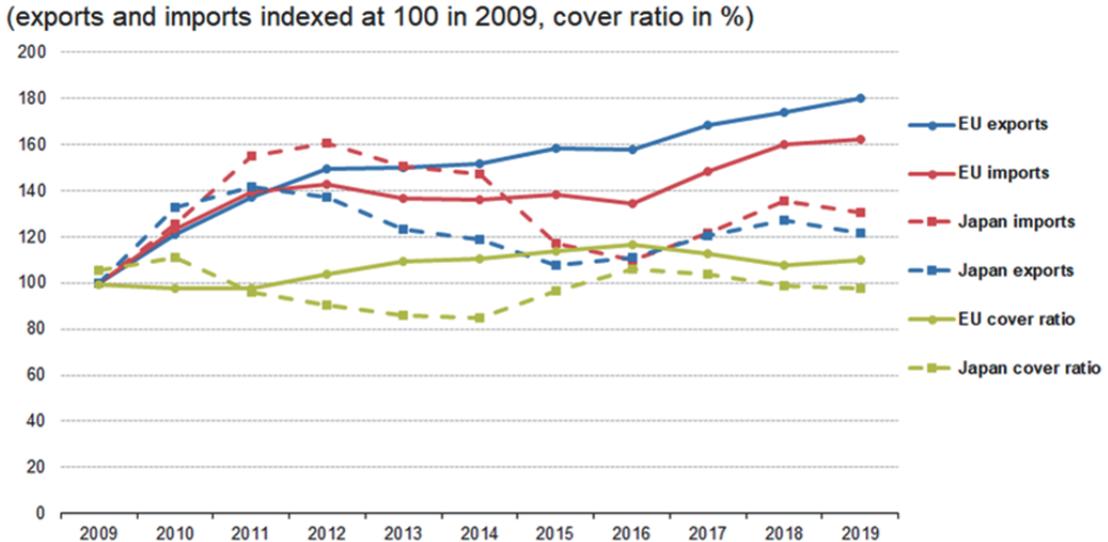


図4 2009年から2019年にかけて、EUと日本間の物品貿易 (2009年=100)
出典 : Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

3. 2010年から2020年にかけて、EUと日本の輸出入の推移

図 5a は、2020 年の EU の主な貿易相手国を示すものである。物品貿易の輸出先のトップは米国 (18.3%) であり、次いで英国 (14.4%)、中国 (10.5%) およびスイス (7.4%) が続く。輸入においては、中国は (22.4%) EU の輸入総額の 5 分の 1 以上を占めており、米国 (11.8%)、英国 (9.8%) およびスイス (6.3%) が続く。下の 5b 図が示すとおり、日本 (540 億ユーロ、2.8%) は、トルコ (700 億ユーロ、3.6%) とノルウェー (490 億ユーロ、2.5%) の間で、EU の第 7 位の輸出先である。輸入においては、日本 (550 億ユーロ、3.2%) は、トルコ (630 億ユーロ、3.6%) と韓国 (440 億ユーロ、2.6%) の間で、第 7 位を維持している。

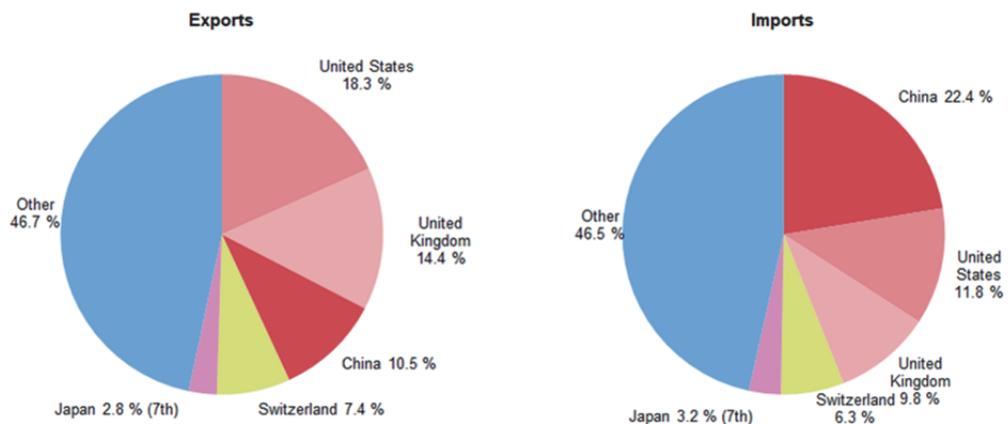


図5a EUの主な物品貿易相手国 (2020年)
出典 : Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

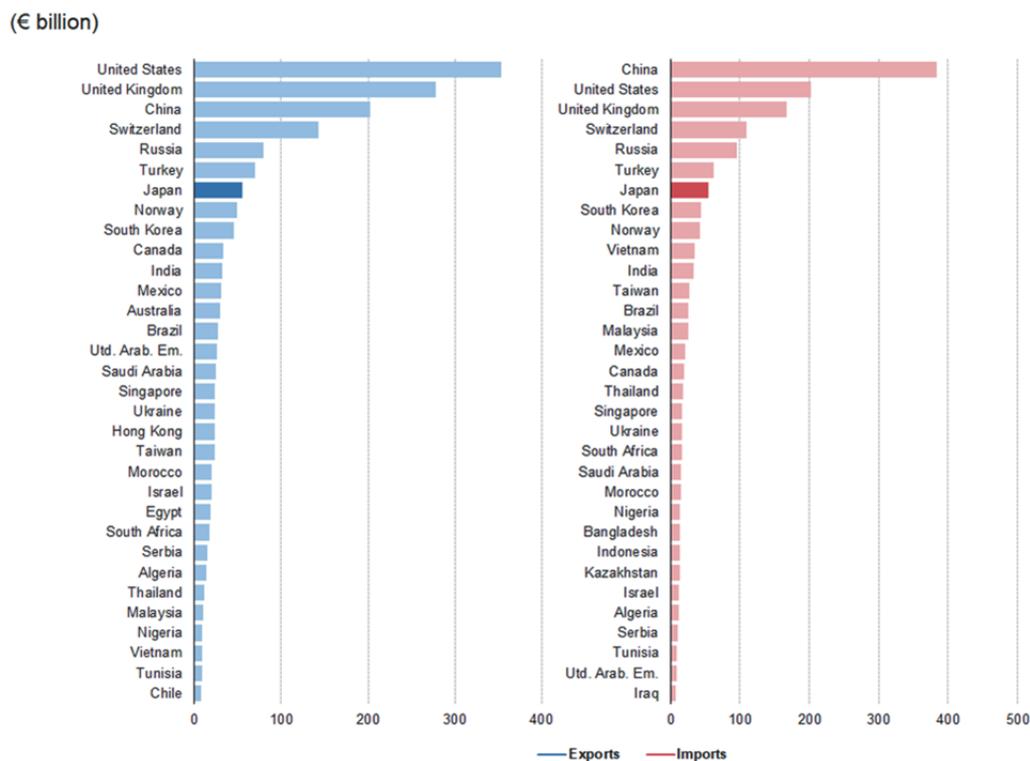


図5b EUの主な物品貿易相手国（2020年、単位：10億ユーロ）
 出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

図6は、2010年から2020年にかけて、EUと日本との輸入額、輸出額貿易収支を示している。2010年には、EUの対日本の貿易収支は190億ユーロの赤字であった。2020年には、対日本の貿易収支は4億ユーロの赤字となった。EUの日本への輸出は2019年に最も高く（610億ユーロ）、2010年に最も低い水準（390億ユーロ）に達した。日本からのEUの輸入は、2019年に最も高く（630億ユーロ）、2013年に最も低い水準（490億ユーロ）に達した。2020年には、輸出入双方が大幅に減少し、輸入は2010年の水準を下回った。

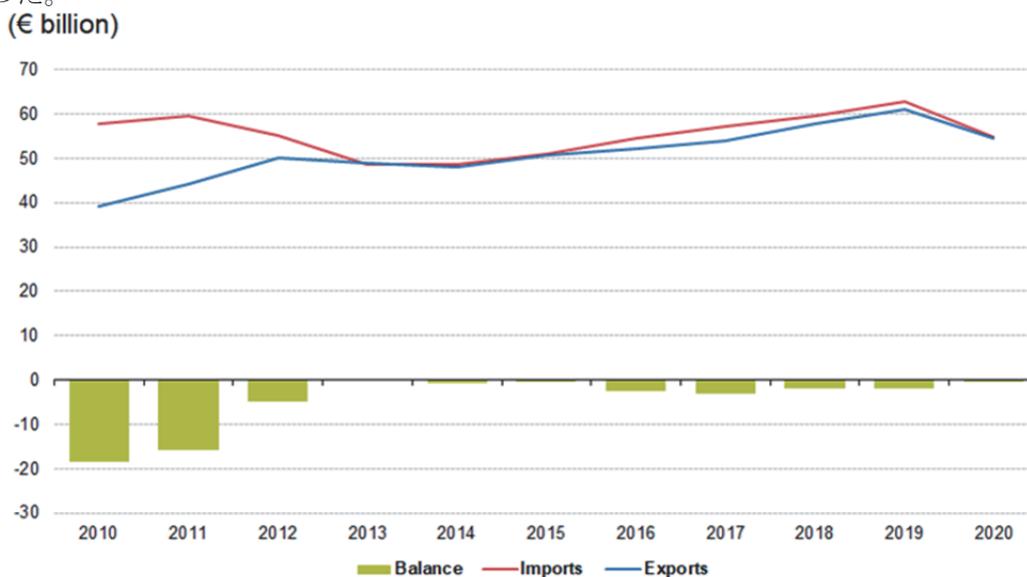


図6 2010年から2020年にかけて、EUと日本との物品貿易（単位：10億ユーロ）
 出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

4. EU と日本の間の物品貿易

図 7 は、SITC (Standard International Trade Classification : 標準国際貿易商品分類) における EU の日本との貿易の内訳を示している。赤系統の項目は主要製品 (食品・飲料、原材料とエネルギー)、青系統の項目は工業製品 (化学製品、機械・車両、その他の工業製品) を示している。また、緑はその他の物品を示している。物品の輸出については、2020 年には工業製品が EU 輸出総額の 80% を占める一方、一次産品が輸出総額の 15% を占めた。最も多く輸出された工業製品は機械・車両 (35%) であり、次いで化学製品 (24%) および他の工業製品 (22%) が続く。2020 年には、工業製品の輸入のシェア (97%) も、一次産品 (2%) を遥かに上回った。最も多く輸入された工業製品は機械・車両 (64%) であり、他の工業製品 (20%) および化学製品 (14%) が続く。

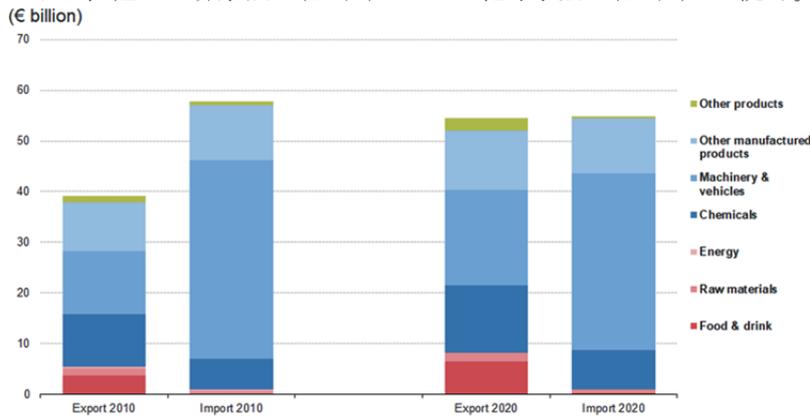


図7 2010年と2020年、EUの物品グループ別の日本との貿易 (10億ユーロ)
出典 : Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

図 8 は、2010 年から 2020 年にかけて、SITC グループ別の EU の輸出入の推移を示すものである。2020 年には、EU は食品・飲料 (63 億ユーロ)、化学製品 (54 億ユーロ)、その他の物品 (20 億ユーロ)、原材料 (10 億ユーロ) およびその他の工業製品 (9 億ユーロ) において貿易黒字を確保できた。一方、機械・車両 (161 億ユーロ) において貿易赤字となった。

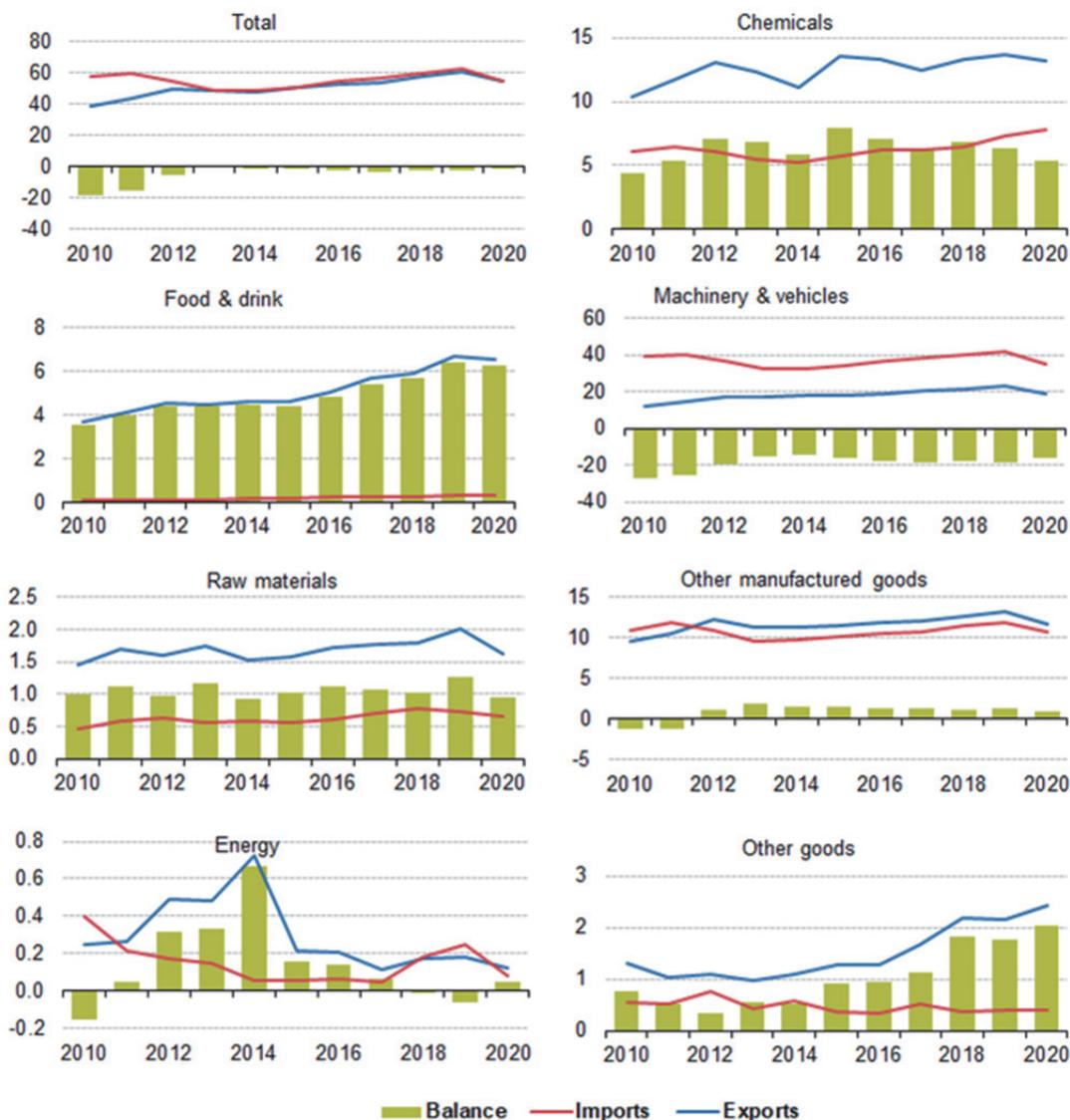


図8 2010年から2020年にかけて、EUの物品グループ別の日本との貿易（10億ユーロ）
 出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

5. EU と日本の中で最も多く取引されている物品

図 9 は、EU と日本との間で、SITC-3 レベルで最も多く取引された第 20 の物品を示している。この上位 20 の物品は、2020 年の貿易総額の 50%を占めている。そのうち、12 が機械・車両、4 つが化学薬品、2 つが食品、2 つが飲料に属する物品である。最も多く取引された物品グループは、自動車と車両である。

また、図 9 の右側は、EU と日本間の貿易フローの方向を明らかにする貿易カバー率（輸出/輸入）を示している。8 つの物品が 50%を下回っているため、EU の日本からの輸入は、日本への輸出の 2 倍以上であることがわかる。さらに、4 つの物品が 200%を上回っているため、日本への EU の輸出は日本から輸入の 2 倍以上である。8 つの物品が 50%~200%であり、バランスの取れた貿易となっている。

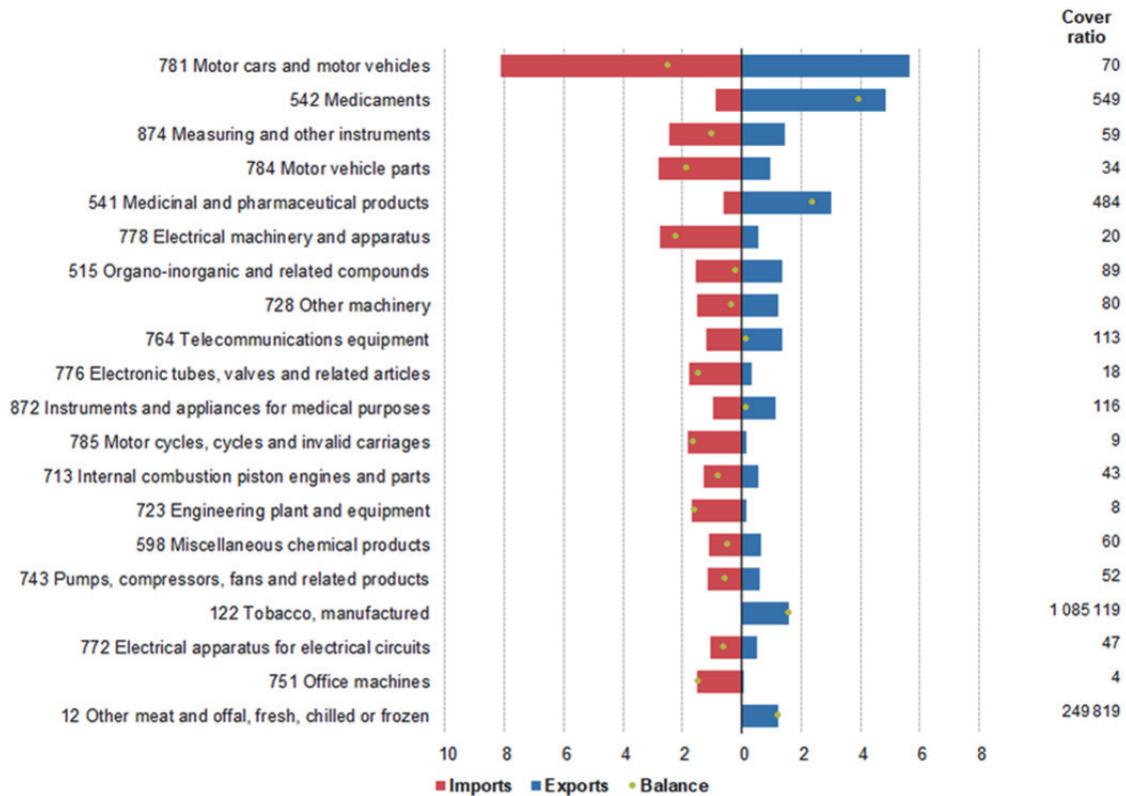


図9 2020年、EUと日本間で最も多く取引された物品（単位：10億ユーロ）
出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

6. EU加盟国別の日本との貿易

表 1a は、EU加盟国別の日本からの物品の輸入を示している。EUにおける日本からの3大輸入国はドイツ（154億5,000万ユーロ）、ベルギー（95億7,700万ユーロ）およびオランダ（95億ユーロ5,600万ユーロ）である。EU域外からの輸入において、ルクセンブルク（16.7%）では、日本からの輸入が最も高いシェアを占めた。

表1a 2020年、EUの日本からの物品輸入

	€ million	% of Japan in extra EU imports
Germany	15 450	4.1
Belgium	9 577	7.1
Netherlands	9 556	3.1
France	4 938	2.9
Italy	3 645	2.4
Spain	2 233	1.8
Poland	1 909	2.6
Czechia	1 328	3.3
Hungary	1 141	3.9
Austria	1 026	2.9
Sweden	857	2.0
Ireland	802	1.5
Denmark	349	1.3
Luxembourg	338	16.7
Romania	297	1.4
Portugal	292	1.7
Finland	284	1.7
Slovenia	188	1.2
Bulgaria	146	1.2
Greece	145	0.7
Slovakia	103	0.7
Cyprus	85	2.7
Lithuania	68	0.8
Estonia	55	1.5
Malta	50	2.5
Croatia	31	0.6
Latvia	22	0.6

出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

表 1b は、EU 加盟国別の日本への物品の輸出を示している。EU における日本への 3 大輸出国はドイツ（176 億 3,700 万ユーロ）、イタリア（71 億 2,500 万）およびフランス（56 億 9,500 万ユーロ）である。EU 域外への輸出において、マルタ（10.7%）では、日本への輸出が最も高いシェアを占めた。

表1b 2020年、EUの日本への物品輸出

	€ million	% of Japan in extra EU exports
Germany	17 637	3.1
Italy	7 125	3.4
France	5 695	2.9
Netherlands	4 913	2.4
Belgium	3 188	2.4
Ireland	2 746	2.9
Spain	2 517	2.4
Sweden	2 195	3.4
Denmark	2 059	4.5
Austria	1 535	3.3
Finland	1 212	4.6
Czechia	788	2.3
Poland	643	1.0
Romania	443	2.8
Hungary	432	1.9
Greece	355	2.7
Portugal	243	1.6
Slovakia	137	0.9
Malta	126	10.7
Estonia	94	1.9
Slovenia	92	0.7
Lithuania	82	0.7
Luxembourg	73	3.1
Latvia	51	1.0
Bulgaria	50	0.5
Croatia	41	0.8
Cyprus	1	0.1

出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

表 1c は、EU 加盟国別の日本との貿易収支を示している。17 の EU 加盟国は日本に対して貿易黒字である。イタリア（34 億 8,000 万ユーロ）は最大の貿易黒字であり、次いでドイツ（21 億 8,700 万ユーロ）およびアイルランド（19 億 4,400 万ユーロ）が続く。一方、10 の EU 加盟国は日本に対して貿易赤字であった。ベルギー（63 億 8,900 万ユーロ）は最大の貿易赤字であり、オランダ（46 億 4,300 万ユーロ）とポーランド（12 億 6,600 万ユーロ）が続く。

表1c 2020年、EUの日本との貿易収支（100万ユーロ）

(€ million)	EUR million
Italy	3 480
Germany	2 187
Ireland	1 944
Denmark	1 710
Sweden	1 338
Finland	928
France	757
Austria	509
Spain	284
Greece	210
Romania	146
Malta	76
Estonia	39
Slovakia	34
Latvia	29
Lithuania	14
Croatia	11
Portugal	-50
Cyprus	-84
Slovenia	-96
Bulgaria	-97
Luxembourg	-265
Czechia	-540
Hungary	-709
Poland	-1 266
Netherlands	-4 643
Belgium	-6 389

出典：Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

(参考資料)

- Japan-EU – international trade in goods statistics, Eurostat

水素業界の洞察2021

水素分野の国際的なイニシアチブである水素協議会（Hydrogen Council）が2021年2月に発行した水素分野の洞察に関するレポート『Hydrogen Insights』の内容について以下に紹介する。

1. 水素分野の発展と投資状況

1.1 世界中で200以上の水素プロジェクトが発表されており勢いがある

世界では、バリューチェーン全体で228の水素プロジェクトがある（図1）。このうち、すでに発表されているGWスケール（再生可能エネルギーでは1GW以上、低炭素水素では年間20万t以上）の水素製造プロジェクトは17件あり、欧州、オーストラリア、中東、チリで最大規模となっている。

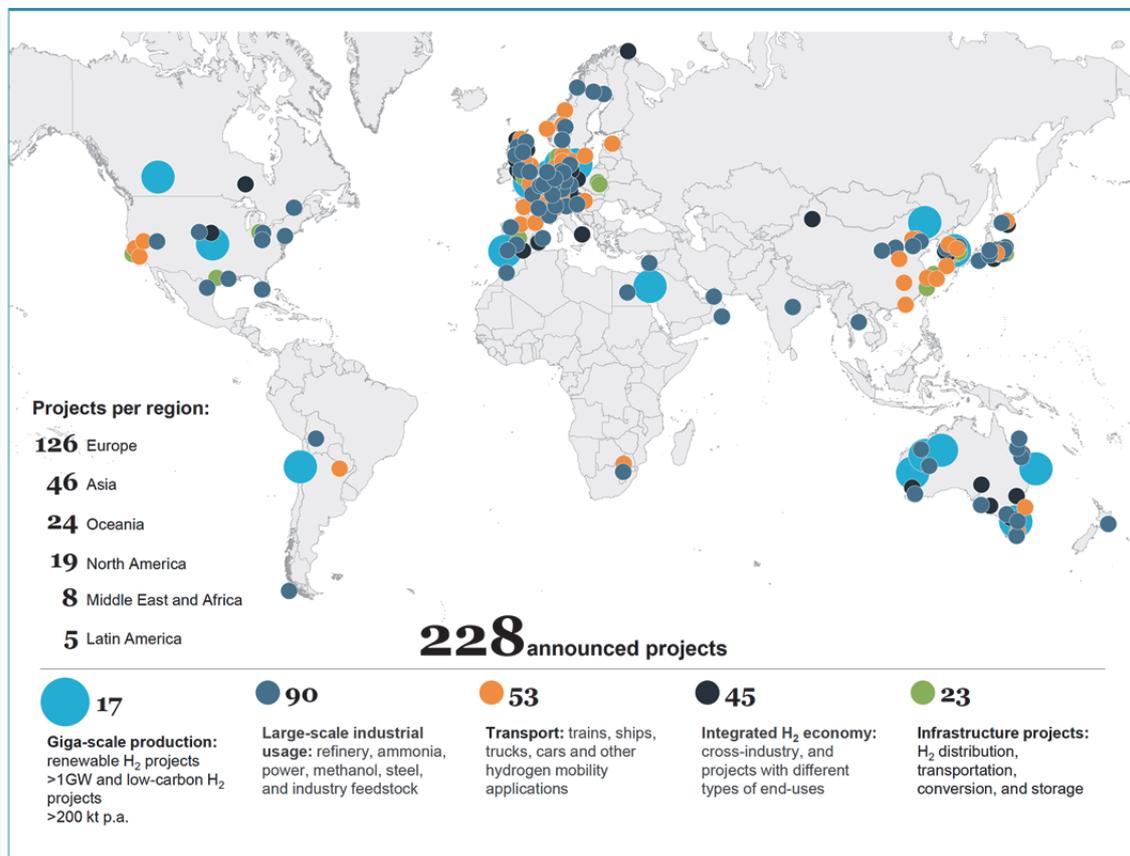


図1 水素業界のバリューチェーン全体のプロジェクト数

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

発表された水素プロジェクトの数では、欧州が世界をリードしており、オーストラリア、日本、韓国、中国、米国がハブとなっている。発表されたプロジェクトのうち、55%が欧州で行われている。欧州では105の製造プロジェクトがあるが、今回発表されたプロジェクトは、中流・下流を含む水素のバリューチェーン全体をカバーしている。

韓国、日本、欧州といった主要な需要地では、産業用や輸送用のプロジェクトが中心となっている。日本と韓国は、道路交通アプリケーション、グリーンアンモニア、液化水素（LH₂）、液体有機水素キャリア（LOHC）プロジェクトに強いが、欧州は複数の統合水素

経済プロジェクトを推進している。欧州のプロジェクトでは、産業界と政策が密接に連携していることが特徴である（例：オランダ北部のHydrogen Valley）。

1.2 2030年までに3,000億ドル以上の水素投資を予定

プロジェクトの発表、政府の生産目標達成のための投資、バリューチェーン全体の支出予測などを総合すると、2030年までに3,000億ドル以上の投資が見込まれている。業界の初期段階であることから、これらの投資の大部分（75%）は発表されているものの、資金が確定していない。現在のところ、2030年までの成熟した投資額は800億米ドルと推定されている。この中には、計画段階のものが450億米ドル含まれており、企業がプロジェクトの開発に多額の予算を費やしていることを意味する。また、約380億ドルの投資は、コミットされたプロジェクトや、建設中、試運転中、稼働中のプロジェクトを含む（図2）。

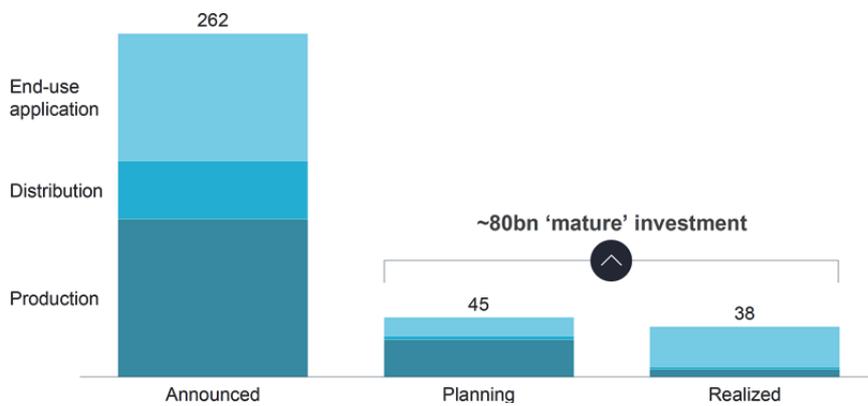


図2 2030年までの水素分野への投資（単位：米ドル）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

投資の最大のシェアは欧州（約45%）で、次いでアジアで、中国がアジアの総投資額の約半分を占めている。

水素のバリューチェーンの分割を見ると、水素の製造が投資の最大のシェアを占めている。エンドアプリケーションへの投資は、燃料電池や陸上車両プラットフォームへの資金提供により、成熟したプロジェクトでのシェアが高くなっている。Hydrogen Councilメンバーの民間投資を分析すると、明らかに加速している傾向が見られる。メンバー企業は、2019年の投資額と比較して、2025年までに6倍、2030年までに16倍の投資額を見込んでいる。

企業は、水素分野への投資を、発表済みまたは計画中のプロジェクトの設備投資、研究開発、M&A活動の3つの特定分野に向ける傾向がある。Hydrogen Councilメンバーの今後の投資は、研究開発やM&Aへの投資に比べて、設備投資（80%）に大きく傾いている。

1.3 規制と政府の支援がこの勢いを後押し

各国政府は、水素への移行戦略を支援する計画を立てており、700億米ドルを投じている。政府の支援が増えているのは、脱炭素化への世界的なシフトに起因する。世界のGDPの半分に相当する75カ国が正味排出量ゼロを目指しており、世界のGDPの80%が何らかのCO₂価格メカニズムでカバーされている（図3参照）。

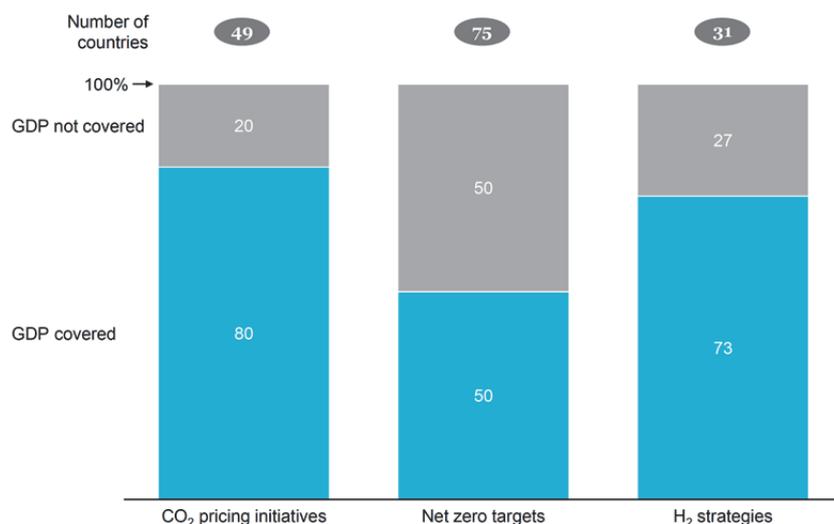


図3 脱炭素化と水素分野に対する規制と支援

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

水素は、排出量ゼロを達成するためのほとんどの戦略において重要な要素であり、より多くの国が水素計画を策定している。実際、30カ国以上が国家レベルでそのような戦略を策定しており、6カ国が計画中である。

国レベルの水素ロードマップに加えて、セクターレベルの規制と目標が水素への移行を支えている。輸送分野では、20カ国以上が2035年までにエンジン駆動車の販売を禁止することを発表している。また、累計1億台以上の自動車保有する35以上の都市が、より厳しい排ガス規制を新たに設定し、25以上の都市が2025年以降、ゼロエミッションのバスのみを購入することを約束している。世界的には、中国、日本、韓国を中心に、2030年までに450万台のFCEVの導入が見込まれている。また、これらの車両に燃料を供給するために、2030年までに10,500カ所の水素ステーション（HRS）の設置を目指している。

一方、産業界では、目標値が変化している。例えば、欧州連合（EU）は、加盟国に対し、低炭素水素製造の再生可能燃料目標（REDII指令）を盛り込むことを提案しており、これにより、製油所や燃料小売店での水素導入が大幅に促進される可能性がある。さらに、欧州4カ国（フランス、ドイツ、ポルトガル、スペイン）は、最近、国家戦略の中で産業別のクリーン水素消費目標を発表した。同様に、航空燃料や船舶燃料の割当量についても、これら4つのEU諸国で議論が進んでいる。他の国では、米国の45Qプログラムのように、税制優遇措置によって低炭素水素へのインセンティブを設けている。また、フランスでは、産業ユーザーが再生可能な水素を使用することでカーボンコストを回避することができ、オランダでは、洋上風力発電に接続された大規模な電解槽設備への投資や、天然ガスグリッドの改修により、化石燃料を水素に置き換えることができる。

このような水素への注目の高まりと政府の支援の拡大を受けて、発表された2030年のグリーン水素の生産能力は、従来の230万t/年から670万t/年に増加した（図4参照）。

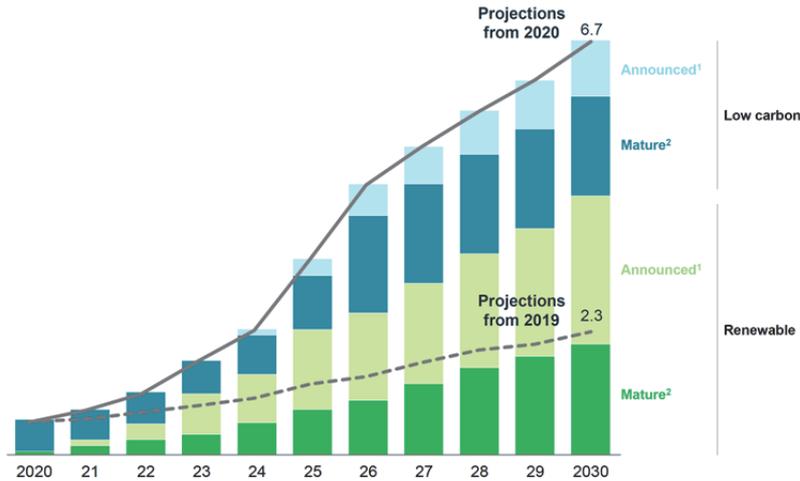


図4 2030年までに発表されているクリーン水素容量（単位：Mt）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

2. 水素供給

2.1 再生可能な水素は、最適な地域では2030年までにグレー水素と互角になる可能性

再生可能水素の製造コストは、従来の予想よりも急速に低下し続けている。Hydrogen Council Study 2020のレポート『水素競争力への道：コストの観点から（Path to hydrogen competitiveness: a cost perspective）』では再生可能水素製造のさらなるコストダウンが予想されている。

この加速には以下の3つの要因がある。

- 必要な設備投資額が下がっている。2030年までに電解槽の設備投資額は大幅に減少し、システムレベル（電解槽スタック、電圧供給・整流器、乾燥・精製、30気圧への圧縮を含む）で約200～250米ドル/kWになると予想している。これは、コストロードマップの前倒しや、電解槽のサプライチェーンのスケールアップが早まったことにより、昨年の予想よりも30～50%低い水準となっている。例えば、いくつかの電解槽メーカーは、近い将来、年間約3GW以上の生産能力増強を発表している。
- エネルギーの平準化コスト（LCOE）が低下している。自然エネルギーのコストは、特に日射量の多い地域での大規模な自然エネルギーの導入により、従来の予想を15%も下回る水準まで継続的に削減されている（自然エネルギー入札では記録的な低価格が続いている）。また、スペイン、チリ、中東など、最適な資源を有する地域では、最も高い削減効果が期待できる。
- 稼働率の向上。大規模な再生可能水素プロジェクトでは、電解槽の稼働率が上昇している。このパフォーマンスは、生産の集中化、再生可能エネルギーのより良い組み合わせ（陸上風力発電や太陽光発電など）、統合的な設計の最適化（再生可能エネルギーの容量と電解槽の容量をオーバーサイズにして利用率を最適化するなど）が主な要因となっている（図5参照）。

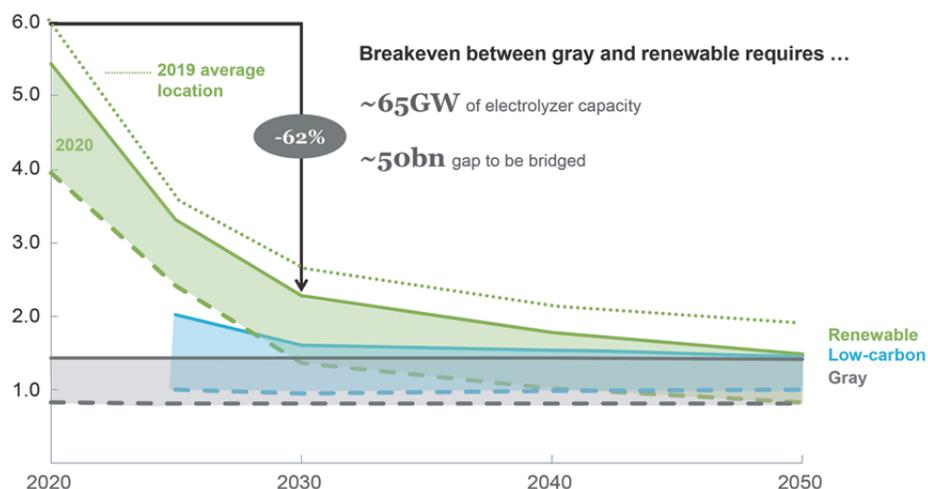


図5 水素生産コストの推移予想（単位：米ドル/kg）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

2.2 低炭素水素製造の力強い発展とさらなるコスト削減

低炭素水素製造の勢いも増している。具体的には、オートサーマルリフォーミング（ATR）によるCO₂回収率が、昨年のレポートでは95%であったのに対し、98%に向上したことに加え、回収設備の小型化や圧縮要件の低減による設備投資の削減が期待される。ATRをより高温で行うことで、メタンから水素への変換率を高めることができ、その結果、製品ガス中のメタン含有量が減少し、排出量をさらに削減することができる。

2.3 CO₂コスト導入により、クリーン水素の損益分岐点を2028-2034年に

グレー水素や低炭素水素の製造に関連する排出物の炭素コストを含めることは、グレー水素と再生可能水素の損益分岐点のダイナミクスに大きく影響する。炭素コストを、2030年には50米ドル/t-CO₂、2040年には150米ドル/t-CO₂、2050年には300米ドル/t-CO₂と仮定すると、再生可能水素の損益分岐点を2028年から2034年に早めることができる。各地域の正確な時期は、その地域の資源の利用可能性に依存する。

再生可能エネルギーが最適で、天然ガスが平均的なコストの国（例：チリ）では、損益分岐点が2028年になる可能性がある。両方の経路で平均的な資源を持つ国（例：ドイツ）では、2032年までに損益分岐点に達する可能性がある。同時に、両方のパスウェイの資源が豊富で最適な場所（例：米国の特定の地域）では、2034年までにグレー水素と再生可能水素の損益分岐点を迎えることができる。低炭素水素は、CO₂貯留と輸送のインフラが大規模に整備され、35～50米ドル/t-CO₂になることを前提に、2025～2030年にはグレー水素との損益分岐点を迎える可能性がある（図6）。

これらの要因により、再生可能水素のコストカーブは、Hydrogen Council Study 2020のレポート「Path to hydrogen competitiveness: a cost perspective」と比較して、平均的な立地では20%、最適な立地では30%低下する可能性がある。

中欧の洋上風力発電のような平均的なプロジェクトでは、再生可能水素の製造コストは2020年の5.4米ドル/kgから2030年には2.3米ドル/kgに低下する可能性があり、コスト低下の影響としてLCOEの低下が最も大きいと考えられる。電力コストの関連性が高いため、

効率性の向上は、低コストの自然エネルギーを使用する場所と比較して、若干高い影響を与える。

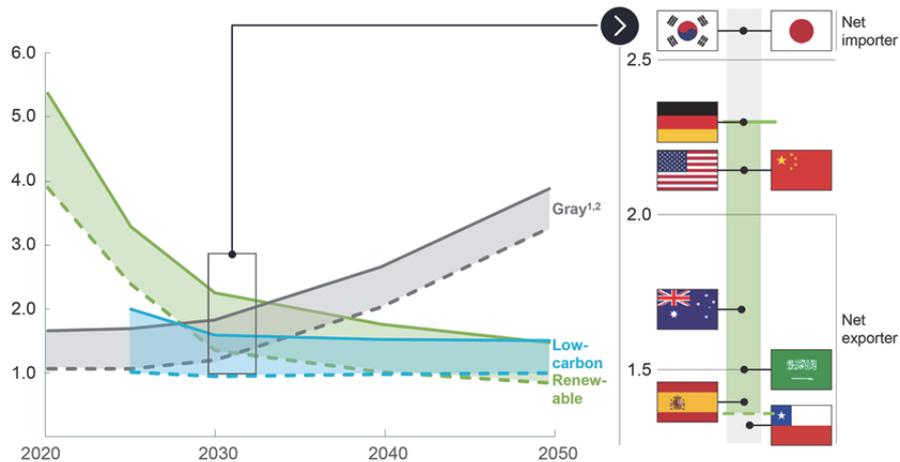


図6 炭素価格を導入した際の水素生産コストの推移予想（単位：米ドル/kg）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

中東の太陽光発電による電気分解のように、低コストの自然エネルギーを利用するプロジェクトでは、自然エネルギーによる水素製造のコストは、2030年には1.5米ドル/kgまで低下する可能性がある。この場合、洋上風力発電に比べて電解槽の稼働率が低いため、設備投資コストの低下がコストダウン効果に最も影響を与える。また、中欧と中東では、自然エネルギーの大型化による稼働率の向上と、電力抑制によるLCOEペナルティとのバランスを考慮して、統合的な設計最適化を行うことができる。

本当に最適な場所には、風力と太陽光のリソースを組み合わせることで、さらなる向上が期待できます。オーストラリア、チリ、サウジアラビアのような国では、そのような複合資源から利益を得る可能性がある。

2.4 電解槽の設備投資を抑えれば、世界規模での急速なスケールアップでもコストを削減

電解槽のシステムコストは、2020年の約1,120米ドル/kWから、2030年には約230米ドル/kWまで低下する可能性がある。この計算には、電解槽と付帯設備（変圧器と整流器、純度99.9%までの乾燥・精製、30気圧までの圧縮など）が含まれる。また、電解槽の現地への輸送、設置、組み立て（系統連系を含む）、建物の費用（屋内設置の場合）、プロジェクト開発、サイトの整地などの間接的な費用は含まれていない。プロジェクトの内容によっては、これらが2030年までに総コストの2倍になる可能性もある。

電解槽システムの設備投資額は大幅に減少するため、その他のコスト要素（設置、組み立て、間接費など）がコストに占める割合は、時間の経過とともに大きくなる。これは、最初の数件の大規模プロジェクトが展開された後は、バリューチェーンのEPC（設計・調達・建設）部分に関する学習曲線効果が限定的になるためである。

電解槽プロジェクトの総コストには、資金調達コストも含まれる。プロジェクトの加重平均資本コスト（WACC）の要件に沿った貢献度のマージンは、他の設備投資要素に比べて大きいはずである。そのため、資金調達は水素製造コストを削減するための重要な手段となる。例えば、WACCを7%から5%に下げれば、プロジェクト全体の設備投資額を20%近く削減することができる。

2.5 期待される電解槽の学習曲線は保守的すぎる可能性

現在、電解槽のスケールアップに期待される学習曲線は、高分子電解質膜（PEM）技術とアルカリ技術で、2020年から2030年の間に11～12%となっている。しかし、この学習曲線は、2010年から2020年の間に約20～40%の学習率を記録したバッテリー、太陽光発電、陸上風力発電などの他の低炭素技術の初期開発と比較すると、保守的であると考えられる。2030年には、学習率が15%、20%、25%と高くなる可能性があり、それぞれ10～20%、40～50%、60～70%の追加コスト削減が期待できる（図7参照）。

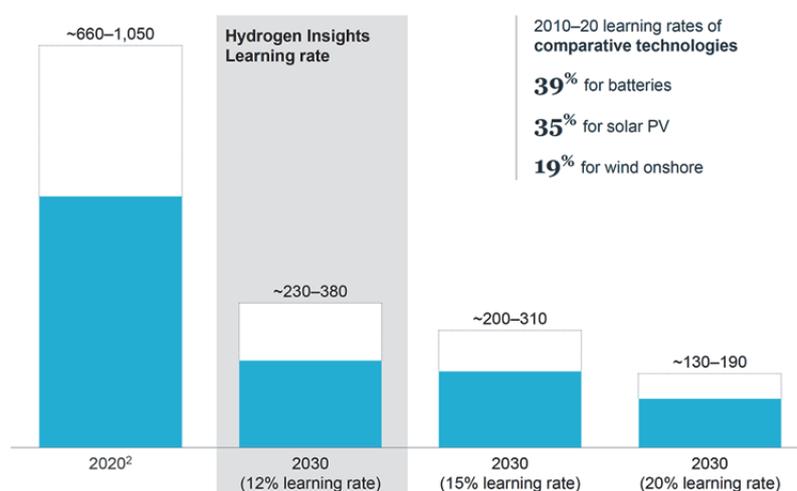


図7 電解槽のCAPEX学習曲線のシナリオ（単位・米ドル/kW）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

3. 水素の流通とグローバルサプライチェーン

水素の製造コストが低下する中で、水素の流通にかかるコストはますます重要になってきている。生産と流通については、3つのタイプのバリューチェーンが出現している。大規模な水素供給者は、有利な再生可能エネルギーやガス、炭素貯蔵サイトに近接しているため、オンサイトで製造を行う。給油所や一般家庭などの小規模な供給者は、地域的な流通を必要とする。最適な資源がない地域では、大規模なオフテイカーも小規模なオフテイカーも水素の輸入に頼ることになる可能性がある。

国際的な流通が発生する背景には、再生可能エネルギーの保有状況、天然ガスや炭素貯留地の利用可能性、既存のインフラとその構築の容易さと時間的要件、土地利用の制約、直接電化のための地域の再生可能エネルギー容量の割り当てなどによる水素製造のコスト差がある。欧州、韓国、日本、中国の一部を含む多くの水素需要地では、このような制約がある。これらのケースでは、水素供給者は、水素を現地で生産するよりも輸入したほうが、より効果的に需要を満たすことができる（図8参照）。

短・中距離の場合、パイプラインを改造することでH₂の輸送コストを非常に低く抑えることができる（500kmまでは0.1米ドル/kg以下）。しかし、これらのコストが実現できるのは、既存のパイプライン網が利用可能であり、改造に適しており（例：漏洩防止の確保）、大量の水素が輸送され、高い稼働率が保証されている場合に限られる。需要が少ない、または変動が大きい場合や、パイプラインネットワークの全面展開までのつなぎとしては、

気体や液体の水素をトラックで輸送することが最も魅力的なオプションである。300kmあたり1.2米ドル/kg程度のコストを実現できる。液体または気体の水素トラック輸送オプションを選択するには、エンドアプリケーションと需要規模が決定的に重要である。

長距離の場合、新規および改修された海底パイプラインは、海運よりも安価なスケールでの輸送が可能であるが、すべての地域に当てはまるわけではない。パイプラインが利用できない場合は、さまざまな輸送手段を選択することになる。ここでは、LH₂、LOHC、NH₃の3つのキャリアをモデルにしているが、最も議論されている。3つのキャリアはいずれも同程度のコスト範囲に収まるため、最適な選択は、対象となる最終用途と、水素の純度や圧力レベルに関する要件に依存する。

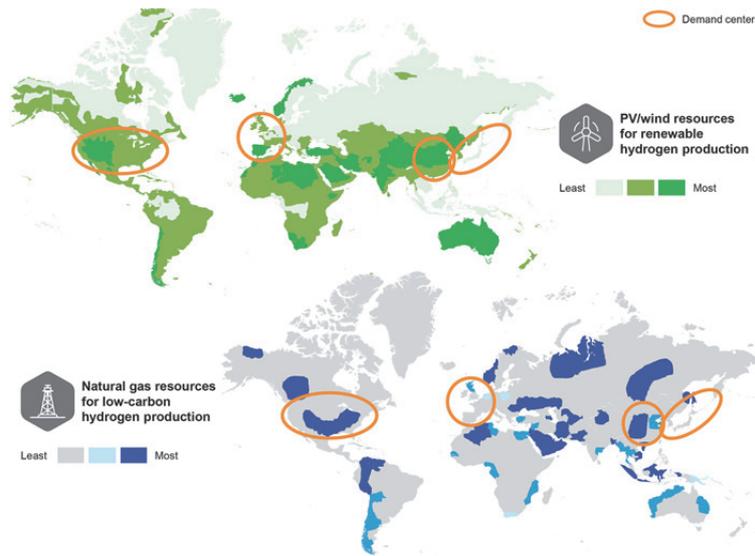


図8 世界の水素資源と需要の分布

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

3.1 水素パイプライン

水素パイプラインは、再生可能な水素を長距離にわたって効率的に輸送することができる。送電線に比べて8分の1のコストで、10倍のエネルギーを輸送することができる。さらに、水素パイプラインは送電線よりも寿命が長く、グリーンエネルギーの伝送媒体と貯蔵媒体の両方の機能を備えている。

パイプラインは、国際的な輸送と地域的なラストマイル輸送の両方を可能にし、低コストで水素を5,000kmまで輸送することができる

流通ネットワークが地域やラストワンマイルの輸送をカバーする一方で、陸上や海底の伝送パイプラインは、500kmから5,000km以上の距離で水素を移動させることができる。パイプラインは、他の輸送手段と比較して非常に低コストの水素輸送を実現することができる。特に既存のインフラを改修することが可能である。例えば、パイプラインを改修することで、新規にパイプラインを開発する場合のコストを60～90%削減することができる。

しかし、すべての水素パイプラインが同じというわけではない。

水素パイプラインは、多くの代替手段と比較して安価な輸送手段であるが、水素ネットワークの実際のコストは、タイプ、ネットワークの長さ、改修されたパイプライン自体の状態によって異なる。圧縮を含む陸上輸送ネットワークの一般的な設備投資コストは、改修の場合は0.6～120万米ドル/km、新規に建設する水素パイプラインの場合はあたり220～450万米ドル/kmとなり、H₂の輸送コストは0.13～0.23米ドル/(kg・1000km)となる。

オフショア/海底輸送パイプラインの場合、新規プロジェクトと改修の両方で海底パイプラインの建設と運用に特有の課題と条件があるため、コストは1.3～2.3倍になる。最終消費者への配送パイプラインは、直径が小さく圧力が低いため、輸送パイプラインよりも大幅に安価である（輸送パイプラインのコストの約15%）。しかし、配送パイプラインが重要になるのは、住宅や商業ビルでの水素需要が、天然ガスグリッドに20%までの水素を混合して供給できる閾値を超える2040年までであると予想される。

パイプラインの改修と新設のコストは、直径や圧力、使用する材料の品質、パイプラインの全体的な状態、クラックの有無、建設の社会的コストなど、さまざまな要因に左右される。これらの要因の多くは場所を選ばないため、天然ガスグリッドの改修に有利な地域や国がある。例えば、オランダでは、天然ガスグリッドのインフラが充実しており、企業は天然ガスを徐々に廃止しながら水素利用のための改修を行うことができる。

改造のコストは、パイプラインのアップグレードや、メータリングステーション、バルブ、コンプレッサステーションなどの接続機器の有無によって変化する。

3.2 水素キャリア

パイプライン以外の長距離水素輸送には、3つのカーボンニュートラルな水素キャリアが有効である。

気体の水素は長距離輸送に適さないため、サプライヤーは水素を液化、アンモニアに変換、または、液体有機水素キャリアに結合させる。バリューチェーンのすべてのステップでグリーンエネルギー（燃料や電力）を使用し、水素が低炭素源から製造されていれば、3つのキャリアはすべて低炭素とみなすことができる。

(1) 最適なキャリアは、最終用途、純度要件、長期保存の必要性によって決定

長期的に最適なキャリアの選択は、さまざまな要因によって決まる。LH₂は、目的地が液体または高純度の水素を必要とする場合に最も効率的であり、港に上陸した後に水素をトラックで配送する必要がある場合にもメリットがある。これは、例えば、自動車やトラック用の水素補給ステーションの場合によく見られるケースである。NH₃やLOHCとは異なり、LH₂はガス状の水素に変換するための脱水素や分解を必要としないため、コストを削減できるだけでなく、キャリアの残留物による純度の問題も回避できる。LH₂の主な欠点は、アンモニアに比べて体積エネルギー密度が相対的に低いため、船1隻あたりの水素量が制限されることと、毎日貯蔵することで発生する揮発損失である。液化技術はすでに実用化されているが、液体水素の出荷や大規模な貯蔵は、供給者が揮発損失を管理するため、まだ導入の初期段階にある。

アンモニアは、原料としてアンモニアを必要とし、NH₃を分解して水素に戻す必要がない最終用途（肥料、船舶燃料、混焼、発電用アンモニア燃焼など）にとっては、直接的な答えとなる。しかし、サプライヤーは他の水素利用用途でもこのアプローチを検討している。アンモニアは液体水素よりも体積エネルギー密度が高いため、サプライヤーは市販のアンモニア船を使ってLH₂よりもコストを抑えて出荷することができる。しかし、アンモニアを水素キャリアとして使用する場合、水素に戻すための分解コストが高いことと、達成可能な純度レベルが低いことが欠点である。さらに、アンモニアは有毒であるため、住宅地での取り扱いや保管に制限があるほか、陸上での流通にも限界がある。

液体有機水素キャリアは、既存のディーゼルエンジンのインフラを利用し、長期間にわたって水素を損失することなく安全に貯蔵することができる。LOHCは、BT9のような不燃性・無毒性のキャリア材料を使用した場合、追加の安全規制なしに、産業規模の既存のディーゼルインフラを使用することができる。LOHCの主な欠点は、キャリアから水素を放出するために大量の熱を必要とする脱水素プロセスの新規性と、LH₂やNH₃と比較して水素運搬能力が限られていることである。しかし、他のキャリアに比べて安価な貯蔵タンクを使用できることがメリットである。

図9は、再生可能な水素をサウジアラビアから西欧に輸送するためのキャリアの比較を、同規模の水素製造と輸送インフラを想定して示している。最終用途にアンモニアが必要な場合、水素をアンモニアとして輸送することで、3米ドル/kg-H₂という低価格が可能となる。最終用途に水素が必要な場合、輸送コストは3～5米ドル/kg-H₂の間となる。この例では、対象となる最終用途、それに伴う陸上輸送の必要性、予測される保管期間などによって、最適な輸送業者を選択することになる。

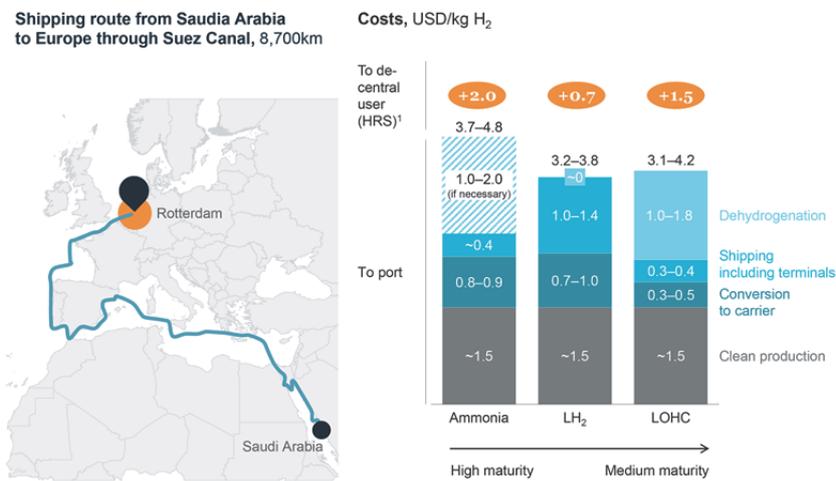


図9 サウジアラビアから欧州へ水素を輸出した場合のコスト比較（2030年）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

(2) 水素の世界輸送コストは2～3米ドル/kg以下に

2030年には、大規模な生産・輸送インフラを想定した場合、オーストラリア、チリ、中東などの地域から予想される需要地まで、2～3米ドル/kgのコストで水素を輸送することができる。このコストは、非常に低い水素製造コストと相まって、多くの主要セクター（輸送、産業、原料など）での需要を引き出すことができる（図10参照）。

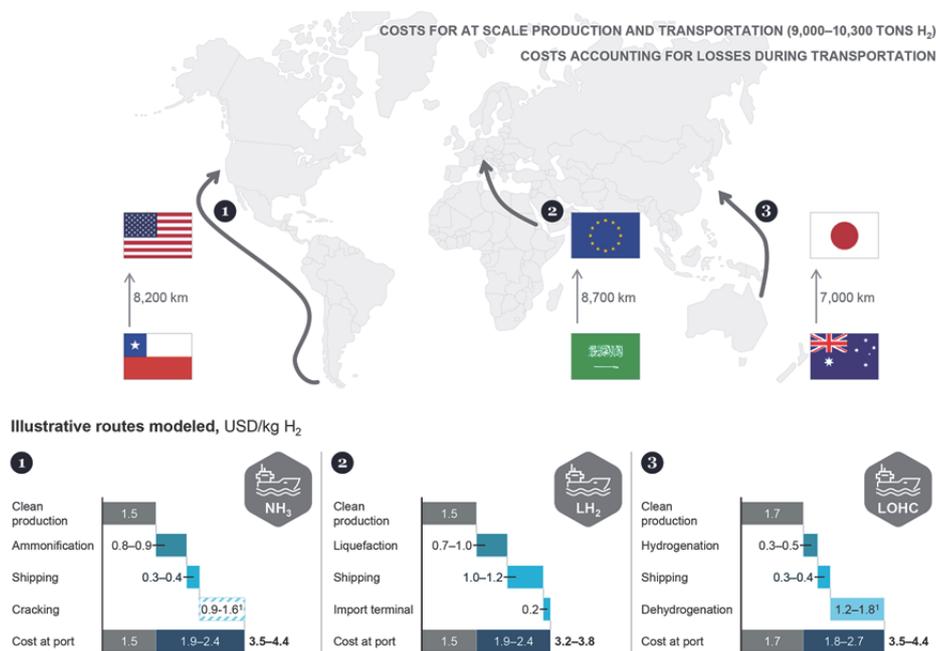


図10 世界の主要ルートにおける水素コストの予想

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

4. 最終利用用途

4.1 水素の最終利用用途のコスト競争力

Hydrogen Insightsレポートでは、2030年までの各分野における水素アプリケーションの競争力を、従来型および低炭素型の代替技術と比較して分析している。水素の製造・流通コストがすべての地域で低下することで、すべてのエンドアプリケーションのコスト競争力が向上し、『水素競争力への道：コストの観点から』と比較して、コスト競争力マトリックスが右にシフトしていることが反映されている。

本レポートでは、包括的なコスト要因としての水素の役割に加えて、個々の最終利用用途に影響を与える3つの追加コスト要因を特定している。これらは、直接還元鉄（DRI）とスクラップを組み合わせた新鋼の最適化ルートであり、新鋼のコスト競争力を高めるものである。また、バッテリー技術の向上は、輸送セクターにおける低炭素代替燃料との水素の損益分岐に影響する。

最新のコスト見通しでは、22の水素利用用途が、総所有コスト（水素製造、流通、リターンコストを含む）の観点から、最も競争力のある低炭素ソリューションになり得ることを示している。これまで競争力があつた商用車、列車、長距離輸送、ボイラーなどに加えて、今日の見通しでは、肥料、精製、鉄鋼、航空、海運などの利用用途が追加されている。

この分析では、最終用途のコスト競争力に焦点を当てているが、その他の要因も企業や顧客の購入決定を左右する。例えば、政府の目標、エネルギー安全保障、将来のエネルギー

ーコストに対する不確実性の低下、カーボンフリーソリューションに対する顧客のプレミアム、ESGに準拠したビジネスモデルに対する投資家の嗜好などが挙げられる。例えば、航空、クルーズ船、コンテナ船、鉄鋼などでは、COVID-19以降、顧客と政府の両方から、より環境に配慮した再出発に向けての後押しを受けている。

4.2 水素製造コストの損益分岐点

水素製造コストが1.6～2.3米ドル/kgの場合、ほとんどの道路交通用途と産業用水素原料は採算がとれる（図11参照）。水素コストが2030年のブルー水素コスト目標とグリーン水素コスト目標の間にあり、炭素排出に関するコストがない場合、水素はより重量輸送道路交通用途（乗用車を含まない）でのみ競争力を持つ。炭素コストを100米ドル/t-CO₂とすると、鉄鋼、アンモニア、精錬などのアプリケーションの産業用フィードストックを損益分岐点以上に押し上げることができる。海運や航空などの他の輸送形態では、より高い炭素コスト (>70米ドル/t-CO₂) でなければ損益分岐点に達しないが、脱炭素化の野心を実現できる唯一のゼロカーボン燃料として、水素ベースの燃料が必要となる。

ビルや電力などの最終用途では、コスト競争力を高めるためにさらに高い炭素価格（～200米ドル/t-CO₂）が必要となるが、それでも強い勢いがあると考えられている。例えば、英国では、家庭の暖房用天然ガスグリッドに水素を混合する画期的なプロジェクトが複数ある。また、データセンターのような 大きな電力を必要とする用途のバックアップ電源にも水素を使用している。その理由は、水素が従来のソリューションを凌駕することはできないまでも、多くの定置型ユースケースにおいて最もコスト効率の高い低炭素オプションとなり得るからである（図11、12参照）。

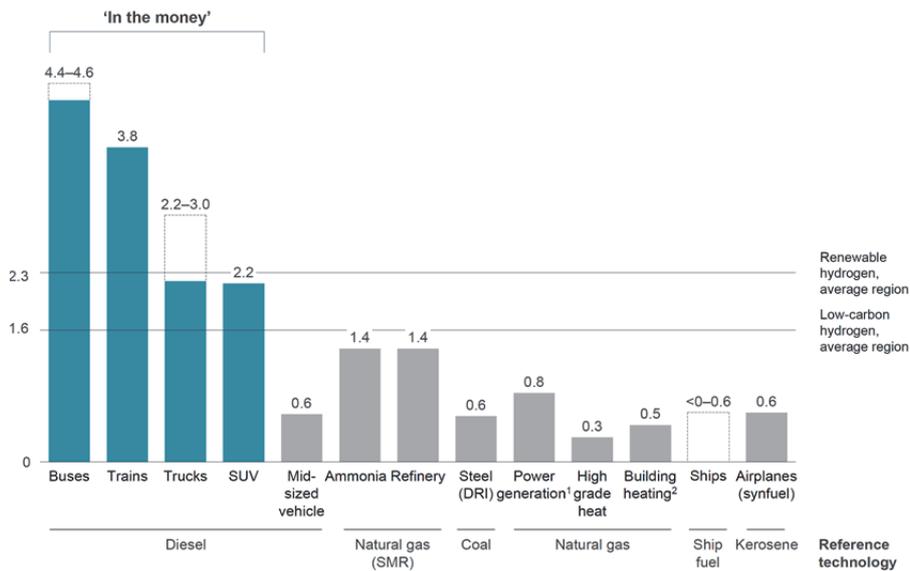


図11 炭素価格なしでの水素製造コストの損益分岐点（単位：米ドル/kg、2030年）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

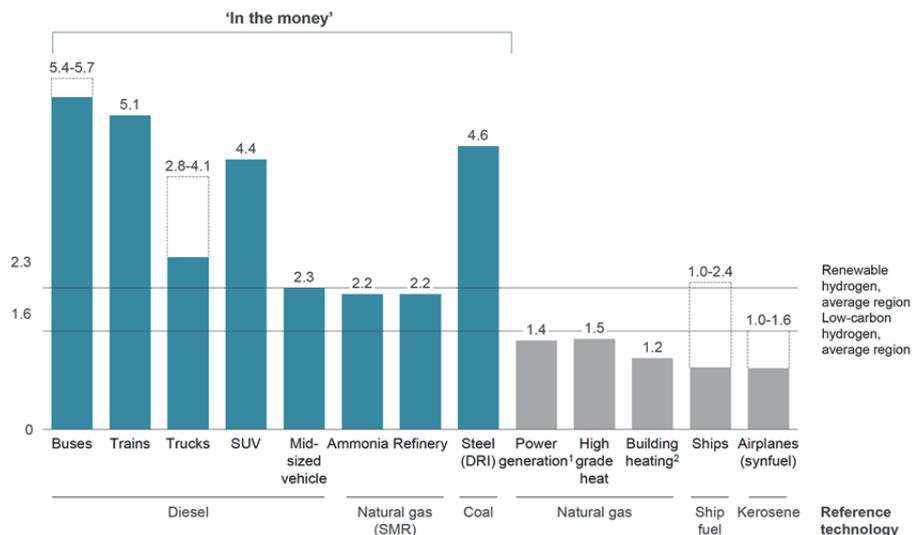


図12 100米ドル/t-CO₂の炭素価格での水素製造コストの損益分岐点

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

(1) 道路交通と鉱山機械

世界の交通機関は、ガソリンやディーゼルの燃焼過程から、世界の直接CO₂排出量の24%を発生させており、自動車、トラック、バス、オートバイなどの道路交通車両が世界の交通機関の排出量の約4分の3を占めている。BEVとFCEVは、世界の輸送を脱炭素化するための有力な選択肢である。航続距離、積載量、必要な電力などのユースケースに応じて、バッテリー駆動と水素駆動のソリューションの適用性と競争力が決定される。

① 道路輸送

陸上トラック輸送では、近・中距離では、BEVが最も競争力のある脱炭素化の選択肢である。FCEVは、長距離、特に一日の走行距離が長いケースをカバーするのに最も適している。ほとんどの貨物輸送分野では重量の制約はないが、紙パルプや鉄鋼の輸送など、重量に敏感な用途では、走行距離に関わらずFCEVが唯一の選択肢となる。なぜなら、重いバッテリーは、燃料電池や水素タンクに比べて、トラックの積載量を大きく減らすことになるからである。

乗用車の場合は、使用目的や顧客の好みによって、燃料電池とバッテリー式パワートレインのどちらを選択するかが決定される。都市部の車や中型車（500km未満）のような近距離の用途では、BEVがFCEVよりも明らかに優れている。しかし、燃料電池車は、より長距離を必要とし、より重量の大きな大型の乗用車、SUV、バン、特にタクシーやライドシェアリングなどの商業活動で使用される車を駆動するための選択肢となる。

② オフロード

鉱山用トラックのようなオフロード用のゼロカーボンパワートレインは、道路輸送のパワートレインに比べてまだ進んでいないが、燃料電池パワートレインや水素エンジンは、鉱山用のダンプトラックのような非常に重い機器を脱炭素化するための唯一の選択肢となる可能性がある。オフロードでは、大きな馬力が必要とされ、振動や熱の影響を受けやすいため、燃料電池の代わりに水素燃焼エンジンを使用することが選択肢となる。

③ 総保有コスト（TCO）からの視点

・オンデマンド大型トラックによる過酷な長距離輸送

車両寿命10年、年間走行距離150,000km、フレキシブルで過酷な長距離輸送を行うクラス8の長距離大型トラックをモデル化した。オンデマンド・トラック輸送のユースケースでは、800kmという高い航続距離が求められる。2030年のディスペンサーでの水素価格は約4米ドル/kg、基礎コストは約50米ドル/t-CO₂eと仮定した。このモデルでは、大型トラック（HDT）の燃料電池電気自動車（FCEV）と、バッテリー式トラック、ディーゼル式トラックを比較した。

2030年には、オンデマンドのHDT FCEVがTCOの観点から最も安価な選択肢になると予想している。2025年頃にはバッテリー車（BEV）と、2028年頃には内燃機関（ICE）のHDTと、それぞれ損益分岐点を迎えることになる。全体としては、燃料費の減少（2020年から2030年の間にH₂コストが約60%減少すると予想）がTCOの変化の80%をもたらすと推定される。残りの20%は、機器コストの低下によるものである（パワートレインのコストは、2020年から2030年の間に約70%減少すると予想されている）。短期的には、燃料費がこのユースケースのTCOの約半分を占め、燃料電池のパワートレインのコストは約12%で、内訳は、燃料電池システムのコストが45%、タンクのコストが40%、その他のコンポーネントが15%となっている。中期的には、総コストのうち、燃料費が30%、パワートレインが7%を占めるようになるとみられる。

補助金などの支援制度がある場合には、損益分岐点を前倒しすることができる。例えば、スイスの通行料免除やカリフォルニア州の低炭素燃料基準（LCFS）クレジットなどがその例である。

・採掘作業用オープンピットダンプトラック

TCO分析では、チリの鉱山で使用されている300tのオープンピットダンプトラックをモデルに、年間6,200時間の稼働時間と12年の耐用年数を想定した。この鉱山用トラックは、約2,000kWの高出力を必要とするため、水素内燃機関の興味深いアプリケーションとなっている。

2030年のディスペンサーでの水素価格は1.4米ドル/kg（オンサイトで水素を製造）、基礎コストは50米ドル/t CO₂と仮定した。バッテリー駆動の採掘トラックは、特に充電の面で実現性が難しいため、モデル化しなかった。採掘作業では稼働率が重要なので、必要なバッテリー容量を満たすためには高速充電が必要になる。また、鉱山の多くはオフグリッドであり、バッテリーが非常に大きいため、バッテリー交換が困難でコストもかかる。

水素燃焼エンジン車もFCEVも、2030年までには従来型ディーゼルトラックとの損益分岐点に達すると思われる。水素燃焼エンジントラックは、従来のディーゼルエンジンに比べてわずかな調整しか必要としないため、FCEVよりも先に損益分岐点に達すると予想している（予想される設備投資額は、ディーゼルエンジンの設備投資額よりも最大で15-20%多い）。さらに、現地で水素を製造することで、比較的低い水素コストを実現することができ、燃料電池と内燃機関の効率差を相殺することができる。

FCEVトラックでは、TCOの変化のうち約20%が燃料電池のパワートレインコストの低下によるものであり、さらに約60%が水素製造コストの低下によるものである。水素燃焼

エンジントラックでは、水素コストの低減が効果的である。パワートレイン技術はすでに成熟しているため（例えば、2030年までに予想されるTCOの減少には4%しか寄与していない）、この車両のTCO変化の90%以上（2030年には76%）は、燃料コストの減少によるものである。

・家庭用SUV

家族で使用するSUVをモデル化した。必要な航続距離は600km、耐用年数は15年、年間走行距離は20,000kmとした。比較したのは、燃料電池のSUV、バッテリーのSUV、そしてディーゼルエンジンのSUVである。

FCEVは2028年までにTCOの面でBEVと損益分岐すると予想しているが、ディーゼルエンジンのSUVに対する競争力は1~2年遅れると考えている。2030年のディスペンサーでの水素価格は約4米ドル/kg、CO₂の基礎コストは50米ドル/tと仮定した。

FCEVのTCO削減の主な要因は、機器コスト（燃料電池システムと水素タンクの購入費）と、水素のコストの低下である。2030年までのTCO削減のうち、水素燃料コストの低下が40%を占めており、60%近くはパワートレインコストの低下によるものである。

(2) アンモニア

現在、産業界では世界全体で1億8,000万tのアンモニアが生産されており、そのうちの80%は肥料の原料として、残りの20%は工業化学品の生産に使用されている。アンモニアは世界の水素消費量の約45%を占めており、今日の水素の最大の消費者である。グレーアンモニアの生産は、世界の排出量の約2%を占め、その生産のために約0.5GtのCO₂が排出されている。

今後、各分野で脱炭素化が進む中、アンモニアの新たな応用分野が生まれてくるとみられる。アンモニアは、貨物船業界では持続可能な海運用燃料として知られているが、水素の輸送手段としても利用でき（特に新しい地域での輸出プロジェクト）、既存の火力発電所での混焼に利用すれば、電力生産の脱炭素化にもつながる。

① 脱炭素化の選択肢

アンモニアは、水素と窒素を組み合わせたハーバー・ボッシュ法で製造される。原料集約型のプロセスであるため、アンモニアの炭素排出量の大部分は、原料の炭素強度に起因している（アンモニア生産に関するすべての排出量の30~40%）。したがって、変換プロセスのインプットとしてグリーン電力を使用することを除けば、アンモニア製造の脱炭素化のための唯一の選択肢は、天然ガスからのグレー水素を再生可能または低炭素の水素に置き換えることである。

③ 総保有コスト（TCO）からの視点

TCO全体の中での原料集約度（65~80%）を考えると、アンモニア製造はクリーン水素の製造コストに大きく影響される。水素製造コストは地域によって異なり、再生可能エネルギー源（RES）や炭素回収・貯蔵（CCS）のコストに大きく左右されるため、クリーンアンモニアと天然ガスからのグレーアンモニアの競争力は地域によって異なる。

現在、北欧でクリーンアンモニアを生産すると、最低でも650～800米ドル/tのコストがかかり、損益分岐点に達するには140～220米ドル/t-CO₂の炭素価格が必要となる。図13に示すように、クリーンアンモニアの競争力は、2030年までに大きく変化する。欧州では、2030年にクリーンアンモニアが従来型との損益分岐点に達するために必要な水素価格は約1.4米ドル/kgとなる。欧州における最適な水素供給コストが約1.7米ドル/kgである場合（例えば、スペインにおける太陽光発電による電気分解）、グリーンアンモニアが損益分岐点に達するためには、50米ドル/t-CO₂以下の炭素価格が必要となる。北欧の平均的な自然エネルギーでは、損益分岐点は約100米ドル/t-CO₂となる。

北米や中東のような低コストの原料を持つ地域では、損益分岐点コストはさらに低くなる。自然エネルギーやCCSが制約されている場所では、最適な生産地からクリーンなアンモニアを輸入することで、国内で生産されたアンモニアの代替となり得る。

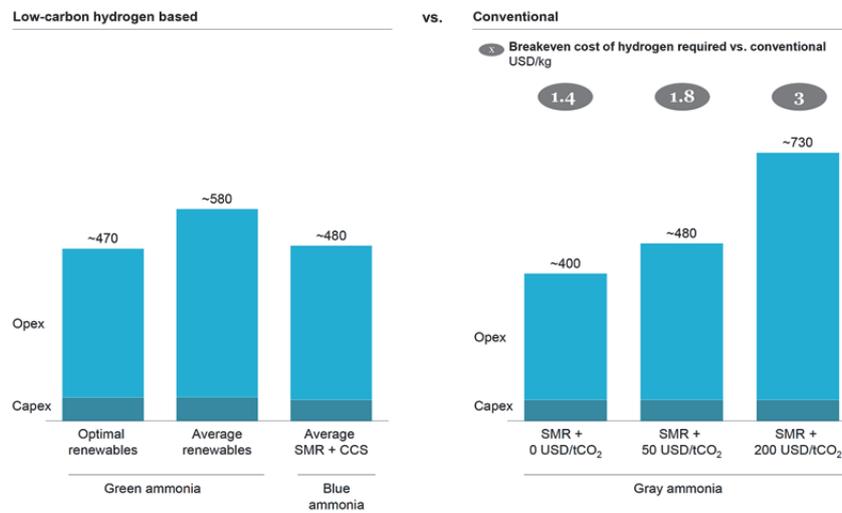


図13 アンモニア製造コスト比較

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

(3) 鉄鋼

鉄鋼業界は、3大CO₂排出源のひとつである。世界鉄鋼協会によると、2018年に生産された鉄鋼1トンあたり、平均1.85tのCO₂を排出しており、これは世界の排出量の約8%に相当する。低炭素鋼製品への需要の増加、顧客の要求の変化、さらには炭素排出規制の強化などは、脱炭素化が鉄鋼業界にとって最優先事項である理由のほんの一部に過ぎない。そのため、経済的な競争力を維持する（操業を続ける）ためには、排出量を大幅に削減する必要がある。

① 脱炭素化の選択肢

鉄鋼生産の脱炭素化には、高炉（BF）と塩基性酸素炉（BOF）の組み合わせ、または電気炉（EAF）の2つの主なルートがある。BF-BOFルートでは、石炭を還元剤として鉄鉱石から鉄鋼を生産し、EAFルートでは、直接還元鉄（DRI）や鉄スクラップを主な原料とする。どちらの製造ルートも二酸化炭素を排出するが、従来のBF-BOFルートは石炭に依存しているため、二酸化炭素の排出量が14倍になる。

BF-BOFルートの排出量を削減するために、生産ロスの削減、効率化、CCUなどの戦略があるが、排出量を完全になくすことはできず、費用対効果を示すことができなかった。一方、DRI-EAFルートでは、完全な脱炭素が可能である。このルートでは、鉄鋼メーカーは、再生可能な電力を使ってEAFを駆動し、クリーンな水素またはバイオマス還元剤としてDRIを製造する必要がある。バイオマスは利用できない可能性が高いので、ここでは水素を使った脱炭素化に焦点を当てる。

EAFでのスクラップの使用は、総生産コストの重要な要因である。スクラップの入手可能性と品質は、地域によって大きく異なる。スクラップの量が多ければ、DRIの価格が高くなるため、一般的にコストが下がる。スクラップの量が多いと、一般的に鋼の品質が低下するため、生産される鋼の品質と、スクラップの使用量を増やすことによるコストの最適化との間にトレードオフが生じることになる。

② TCOからの視点

スクラップを40%、DRIを60%とし、現実的な予想炭素コストを考慮して最適化した場合、クリーンスチールは2030年までにBF-BOFルートで生産されるスチールとコスト競争力を持つことができる。例えば、欧州でのクリーンスチールの生産コストは、粗鋼1tあたり約515米ドルとなる可能性がある。これは、炭素コストを抜きにしたBF-BOFルートの粗鋼1t当たり450米ドルを上回るもので、設備投資コストは約30%低いものの、H₂の原料コストと電力需要の増加により、操業コストが大幅に上昇するためである。このコスト差は、炭素コスト約45米ドル/t・CO₂で相殺され、BF-BOFで生産される鉄鋼はH₂-DRIやスクラップと同レベルになる。純DRIのセットアップを使用すると、設備投資の増加、電力需要の増加、そして当然DRIコストの増加により、DRI-EAFルートのコストが大幅に増加する。再生可能エネルギーや水素コストがより安価な地域では、クリーンスチールの生産コストは、前述の欧州におけるH₂-DRI+スクラップによる粗鋼1トンあたり515米ドルよりもさらに低くなる可能性がある。

例えば、中東の最適化された工場では、再生可能エネルギーによる電力が約25米ドル/MWh、水素が約1.4米ドル/kgで供給されるため、クリーンスチールのコストは約445米ドル/tになる可能性がある。自動車メーカーなどの顧客は、多少のプレミアムを付けてグリーン・スチールを調達したいと考えており、今後の良好なコスト見通しとともに、クリーンスチールにさらなる勢いを与えている。

(4) 持続可能な海運用燃料

現在、国際商業海運は0.9GtのCO₂を排出しており、これは世界のGHG排出量の2.6%に相当する。仮にこのままのペースで開発が進むシナリオでは、2050年までに商業海運の排出量は1.7GtのCO₂eに増加する可能性がある。

気候変動に対処するため、国際海事機関（IMO）は、2050年までに海運からのGHG排出量を2008年比で少なくとも50%削減（0.5Gt-CO₂）するだけでなく、今世紀のできるだけ早い時期に完全に脱炭素化することを目標としている。

技術の進歩やエネルギー効率向上のための施策により、エネルギー需要が減少すれば、最大で0.5～0.9Gt-CO₂を削減することができる。しかし、IMOの2050年目標である

0.5Gt-CO₂を達成するためには、残りの0.3~0.7Gt-CO₂のギャップを埋めるために、低炭素船用代替燃料が必要となる。

① 脱炭素化の選択肢

低炭素あるいはゼロカーボンの海運に移行するためには、2つの革新が並行して行われる必要がある。それは、脱炭素燃料の製造と、低炭素燃料の効率的な使用を可能にする新しい推進システムの開発である。

② 推進システムの展開フェーズ

推進システムの開発は、複数の段階を経て進められる。移行期には、従来の重油（HFO）と代替燃料を組み合わせるデュアルフューエルエンジンにより、既存の推進システムの改造を最小限に抑えながら、脱炭素燃料への移行を段階的に進めることができる。低炭素燃料またはゼロ炭素燃料を使用するエンジン推進システムは、燃料の種類にもよるが、今後数年間で代替推進システムに比べて比較的低コストで大幅な排出量削減またはゼロエミッションを達成することができるため、脱炭素化に向けた次のステップとなる。

最終段階では、水素ベースの燃料で高い燃料効率を保証する電気や燃料電池などの代替推進システムの適用が拡大する。

③ 様々な燃料の選択肢を評価する

業界関係者は、従来の液体化石燃料に代わる様々な燃料について議論しているが、これらは原料の入手可能性や技術の成熟度の点で異なっている。さらに、規制による制約や航路、走行モードによっても、船の種類によって代替燃料の適用性は異なる。

液化天然ガスは、HFOと比較してCO₂排出量が30%少ない。しかし、生産工程やエンジンでのメタン排出は非常に危険であり、メタンは100年単位で見るとCO₂の25倍もの温室効果があり、気候に悪影響を及ぼすと言われている。そのため、低炭素燃料としてのLNGの適用性が疑問視されている。しかし、長期的にはバイオメタンや合成メタンが現実的な選択肢となると予想される。

液体バイオ燃料は、多額の改造投資を必要とせず、従来のエンジン推進システムで使用できることから、移行期の燃料としての役割を果たす可能性がある。しかし、原料の入手が困難なことや、他の脱炭素分野からの需要の増加により、価格の上昇や供給の制限が生じる可能性がある。また、バイオ燃料は、原料によってCO₂排出量の削減効果が異なり、ライフサイクルベースでHFOと比較して70~90%の削減効果があるとされている。

液体クリーン水素は、カーボンニュートラルな方法で製造可能であり、燃料としてはガス状クリーン水素よりもエネルギー密度が高いため好まれる。また、LH₂は、CO₂やCO₂以外のすべての排出物（窒素酸化物（NO_x）や硫黄酸化物（SO_x）など）を排出しないため、気候変動への影響を大幅に軽減することができる。そのため、天然資源の中を航行する小型客船など、排出ガス規制が厳しい船種では、LH₂が有力な選択肢となる。しかし、他の高エネルギー密度の輸送用燃料に比べて必要な燃料が多いため、長距離輸送には適していない。

アンモニアは、窒素と水素の化合物であり、エネルギー密度が高い（LH₂の50%）のが特徴である。アンモニアは、電気分解による再生可能な水素を用いてカーボンニュートラルに製造することができる。NH₃は貯蔵しやすく、既存のアンモニアサプライチェーンやインフラを利用することができる。アンモニアは毒性があるため、一部の船種（乗客を乗せた船など）では使用が困難な場合がある。これは、船内や人口の多い地域に近い燃料補給場所での保管に関する安全上の懸念や将来的な規制の可能性があるためである。アンモニアを持続可能な船舶用燃料として最大限に活用するためには、NO_xをはじめとするCO₂以外の排出物を厳格に管理する対策が必要である。

メタノールは、CO₂と水素を組み合わせることで製造される。サプライヤーは、再生可能な水素とDACからのCO₂、生物由来のCO₂からカーボンニュートラルに製造することができ、また産業界から排出されるCO₂を原料とする場合には炭素排出量を削減することができる。どのような製造方法であっても、メタノールを推進システムに供給するとCO₂が排出されるため、製造によるCO₂削減効果は一部相殺される。アンモニアと同様に、メタノールも既存のグローバルなインフラがあり、既存の船舶の改造コストも限られている。

④ TCOからの視点

商用船のサブセグメントごとに、運航特性や経済性が異なるため、最も費用対効果の高い脱炭素化方法は異なる。このような違いを考慮し、水素ベースの燃料がどのような役割を果たすかを検討するため、モデル化の対象としてコンテナ船とクルーズ船を選択した。この2つのサブセグメントは、世界の海運業界で重要な役割を果たしている。コンテナ船は世界の船隊排出量の23%と最大のシェアを占めており、クルーズ船はCOVID-19パンデミック以前に最も急速に成長したセグメントであった。さらに、この2つのサブセグメントは、支払い意思の高い最終消費者に近いことや、外部からの規制圧力に直面していることから、脱炭素戦略が早期に導入される可能性が高い。

・コンテナ船

長期的には、グリーンアンモニアがコンテナ船で最も安価なゼロカーボン燃料となり、HFOとの損益分岐点までに必要なCO₂価格は85米ドル/tとなる。デュアルフューエルエンジンは、代替燃料と推進システムがスケールアップするまでの今後10～15年の過渡期に脱炭素化を加速させる。長期的には、内燃機関に比べて燃料効率が高く、時間の経過とともにCAPEXが大幅に減少することが予想されるアンモニア燃料電池が好ましい推進システムとなるはずである。

コンテナ船の運航会社は、代替燃料に関連する追加コストは、出荷製品の最終価格の一部にしかならないため、最終顧客に完全に配分することができると考えられる。例えば、小売価格60米ドルのジーンズを東南アジアから米国に輸送する場合、アンモニアエンジンを搭載した船で輸送すると、重油を使用した船と比べて1%（0.13米ドル）以下のコスト増となる（図14参照）。

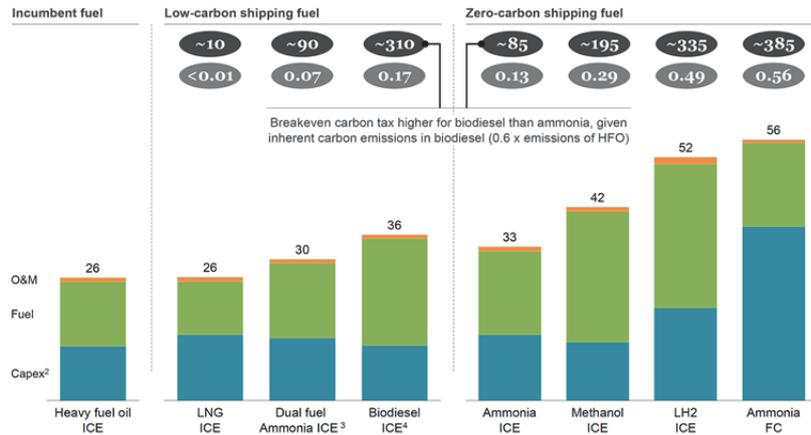


図14 コンテナ船における代替燃料の比較（2030年、単位：百万米ドル/年）

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

・クルーズ船

コンテナ船と比較して、クルーズ船は、航海時間が短く、頻繁に停泊し、より厳しい安全規制とリスクを考慮するなど、異なる特徴があるが、毒性のためにアンモニアの使用を除外する可能性が高い。このような状況下では、カーボンニュートラルなメタノールと液体水素が最も現実的な燃料オプションとなり、HFOとの収支を均衡させるためには約300米ドル/t-CO₂の炭素価格が必要となる。

コンテナ船と同様に、デュアル燃料ICEエンジンは、メタノールエンジンとLH₂燃料電池が本格的に普及するまでの過渡的な技術としてクルーズ船に提供される。短期的には、このハイブリッド・ソリューションは、完全に脱炭素化された駆動方式と比較して、最大で25%のコスト削減が可能である。

バイオディーゼルとLNGは、どちらも過渡的な燃料として議論されているが、GHG排出量を削減することはできても、なくすことはできない。LNGには、CO₂よりも気候変動への悪影響が大きいメタン・スリップがあるというデメリットもある。そのため、ゼロエミッション規制が導入される可能性がある場合には、どちらの燃料も使用できない船も出てくると予想される。

コンテナ船と同様に、クルーズ船の乗客の中には脱炭素化のための手段と支払い意思を持っている人もいるため、クルーズ船の運航会社はグリーンメタノールやLH₂への切り替えによるコスト増を最終消費者に転嫁する可能性もある。例えば、1,400米ドルの典型的な10日間のバルト海クルーズでは、増額分のコストをすべて顧客に配分した場合、メタノールへの切り替えコストとして、平均チケット価格に約660米ドルが加算されることになる。

(5) 航空業界

航空業界は、年間0.9Gt以上のCO₂を排出しており、これは世界のCO₂排出量の約2%に相当する。過去10年間、航空業界は脱炭素化に注力しており、国際航空運送協会（IATA）は、2050年までにCO₂排出量を2005年比で半減させるという目標を掲げている。

航空業界では、燃料効率の改善に力を入れており、1990年以降、旅客キロ当たりの燃料消費量を半減させてきた。しかし、IATAが掲げる脱炭素化目標を実現するためには、運航効率の向上だけでは不十分である。

① 脱炭素化の選択肢

一日の航続距離が長く、重量にも制約があるため、最も脱炭素化が難しい分野の一つである航空業界では、脱炭素化の選択肢は限られている。バッテリーや電動化は航空分野では現実的ではないため、高度に精製され、化石燃料を大量に消費するジェット燃料の代替として、代替燃料に焦点を当てている。従来のジェット燃料は、技術的な成熟度や原料の入手のしやすさが異なる様々な代替燃料で代替することができる。

バイオ燃料は、その中でも最も成熟し、実績のある技術である。正確なコストについては、CO₂削減の可能性は、バイオ燃料生産のために選択した原料に依存する。バイオ燃料は、原料の種類を問わず、ライフサイクルベースで灯油（ジェット燃料）と比較して70～90%のCO₂削減が可能である。しかし、他の代替燃料とは異なり、バイオ燃料は粒子状物質やその他の汚染物質を排出し、航空機の気候変動への悪影響を引き起こす。もう一つの課題は、他の分野からの需要が高いために、原料が不足する可能性がある点である。

合成ジェット燃料は、再生可能な水素とCO₂を反応させることで、サプライヤーが低炭素で生産できるもう一つのジェット燃料である。純粋な水素燃料とは異なり、合成燃料は既存のジェット燃料インフラや推進システムを利用することができる。CO₂の脱炭素化の可能性は、CO₂の供給源によって異なる。産業界のCO₂排出量とは対照的に、空気を直接捕集することで、ゼロカーボンの燃料が生産できる。合成ジェット燃料は、CO₂以外の排出物をなくすことができないため、純水素に比べて全体的な気候変動への影響は少ないものの、コスト面では長距離フライトの脱炭素化に向けた唯一の実行可能な選択肢の一つである。

クリーンな液体水素は、新しい推進システム（水素燃焼タービンや燃料電池など）や貯蔵・保管管理システムが必要なため、このグループの中では最も新しい技術である。水素は、飛行機から排出されるCO₂をすべて削減できる唯一の代替燃料である。さらに、LH₂はNO_xやSO_xなどの非CO₂排出量の大部分を削減することができ、気候変動への影響を全体で50～90%削減することができるため他の代替燃料の削減可能量を上回る。他の持続可能な航空燃料とは異なり、LH₂は既存の燃料インフラの見直しを必要とする。

② TCOからの視点

航空業界では、最適な低炭素燃料の選択は、航空機のサイズと航行距離によって異なる。航空業界全体を俯瞰するために、コンピュータージェット（19PAX、500km）、リージョナルジェット（80PAX、1,000km）、短距離機（165PAX、2,000km）、中距離機（250PAX、7,000km）、長距離機（325PAX、10,000km以上）の5つのケースをモデル化した。モデル化したコストは、航空機のCAPEX増加やインフラの必要性など、すべての直接的および間接的なコストを表している。

この結果から、世界の航空機のCO₂排出量の70%を占める短距離・中距離路線において、水素を大規模に導入することで、コスト効率よく脱炭素化できることが明らかとなった。

図15に示すように、この4つのケースでは、液体水素が最も競争力のある削減オプションであり、2040年までのコストは90~150米ドル/t-CO₂である。また、座席数と距離におけるコスト（Cost per Available Seat-Kilometer:CASK）でも、液体水素は合成燃料を15~85%上回っている。

航続距離が1万kmを超えると、貯蔵スペースが必要となり、水素はコスト面で実現できなくなる。このように、世界のCO₂排出量の30%を占める長距離フライトでは、200米ドル/t-CO₂のコストで、合成燃料が最もコスト競争力のある脱炭素化の選択肢となる。

なお、本報告書では2040年を想定しているが、これは水素を使った航空機の早期就航・商業化の可能性が低いためである。

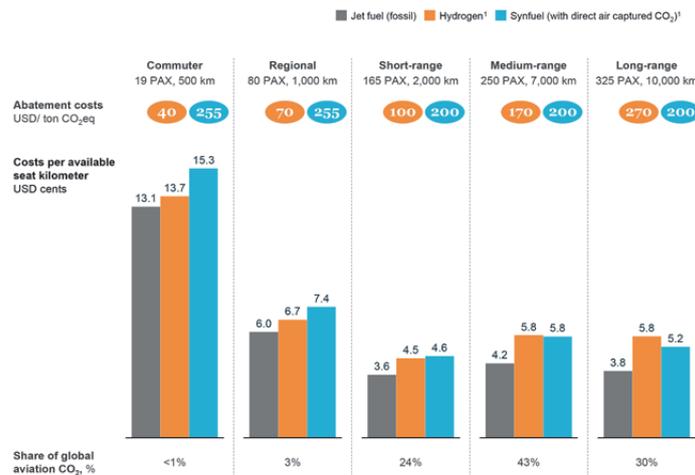


図15 2040年における航空燃料のTCO比較

出典：Hydrogen Insights、Hydrogen Council

・短距離路線

水素は、コストと気候変動への影響の両方で合成燃料よりも優れているため、短距離路線の脱炭素化の選択肢としては、合成燃料よりも競争力がある。将来的には、カーボンニュートラルな合成燃料を製造するために必要な空気の直接捕集技術のコストが下がるため、合成燃料に対する水素のコスト面での優位性は低下する。

灯油から水素への切り替えには、約100米ドル/t-CO₂のコストがかかる。この追加コストがすべて最終消費者に配分されるとすると、2030年には航空券の価格が30~35%上昇し、フランクフルトからロンドンへの片道フライトで25米ドルになる。

・長距離路線

長距離路線では、タンクの大きさから10,000km以上の距離では水素が使えないため、合成燃料が最もコスト競争力のある実現可能な脱炭素化の選択肢となる。近い将来の合成燃料はまだ高価であるが、水素とCO₂の原料価格の低下により、合成燃料のコストは大幅に低下する（2020年から2040年の間に50%以上低下）。しかし、ケロシンと互角になるためには、200~250米ドル/t-CO₂という高い炭素価格が必要であると考えられる。2030年の炭素コストを50米ドル/tCO₂とし、2040年までに200米ドル/tCO₂に強く加速するシナリオでは、長距離フライトでは2038年から2043年の間に、合成燃料が従来のジェット燃料と互角になる可能性がある。

最終消費者にとっては、航空会社がコストをすべて最終消費者に配分した場合、ロンドンからシンガポールまでの長距離フライトのチケット価格（平均チケット価格600米ドル）は、2040年までに最大300米ドル上昇する可能性がある。

5. 水素のコミットメントを実現するためにすべてを結集する

世界中の政府による深い脱炭素化への強いコミットメントは、水素産業にかつてないほどの勢いをもたらした。財政的支援、規制、明確な水素戦略と目標、そして各国政府が水素への移行を支援するために投入した700億米ドルの公的資金の組み合わせにより、バリューチェーンのスケールアップ、コストの削減、投資の増加が実現した。

次のステップでは、ステークホルダーは野心的な戦略を具体的な施策に変換する必要がある。政府、企業、投資家は、長期的な目標、短期的なマイルストーン、必要な規制フレームワークを含むセクターレベルの戦略（例えば、鉄鋼の脱炭素化）を設定しなければならない。また、機器のバリューチェーンを構築し、製造規模を拡大し、人材を集め、能力を高め、製品やソリューションの開発を加速しなければならない。このようなスケールアップには資金が必要であるが、投資家は大規模な展開の開発と推進に大きな役割を果たす。また、企業と政府の両方が重要な役割を果たすためには、新たなパートナーシップとエコシステムの構築が必要である。

物事を始めるための戦略は、水素の製造と流通のコストを削減するなど、重要な解決策を目指すべきである。我々の試算によると、グレー水素との損益分岐点までコストを下げるためには、およそ65GWの電解槽が必要である。これは、約500億ドルの資金不足に相当する。

展開をサポートする方法の一つとして、大規模な水素供給会社を核としたクラスターの開発がある。これらのクラスターは、機器のバリューチェーンの規模を拡大し、水素製造のコストを削減する。複数のオフテイカーを組み合わせることで、プレーヤーは投資とリスクを共有し、積極的に強化された協力関係を築くことができる。このようなクラスターに隣接する他の小規模な水素供給事業者は、低コストの水素供給に便乗することで、事業の損益分岐を早めることができる。

これらの特徴に基づいて、以下のようないくつかのタイプのクラスターが人気を博している。

- 燃料補給、港湾物流、輸送を行う港湾エリア
- 精製、発電、肥料や鉄鋼の生産をサポートする工業センター
- 資源国における輸出拠点

クラスターを成功させるためには、コストの最適化、複数の収益源の活用、共有資産の最大限の活用のために、バリューチェーン全体のプレーヤーを含める必要がある。また、新たなプレーヤーに門戸を開き、可能な限りインフラを整備してアクセスを容易にする必要がある。

今後数年間は、水素エコシステムの発展、エネルギー転換の達成、脱炭素化の目標達成のために決定的な意味を持つだろう。本報告書が示すように、過去1年間の進展は目覚しく、かつてないほどの勢いがあった。しかし、今後も多くのことが待ち受けている。Hydrogen

Insightsは、達成された進歩と今後の課題について、定期的に更新された客観的かつグローバルな視点を提供する。

(参考資料)

・ Hydrogen Insights、Hydrogen Council

欧州環境情報

欧州：フォルクスワーゲン Iberdrola 社、Enel 社は EV 向けの充電インフラを拡大

ドイツの自動車メーカーであるフォルクスワーゲンは、スペインの電化を促進するためにスペインのエネルギー大手 Iberdrola 社と戦略的提携を結んだ。また、イタリアのエネルギー大手 Enel 社、英国の BP 社、ドイツの Ionity 社や Aral 社などの企業との協力を強化する予定である。

上記企業との協力を強化する主な理由は、EV バリューチェーンにおける再生可能エネルギーの供給を拡大することである。EV 向けの公共充電インフラを拡大し、欧州に最大 6 つの大規模な生産工場を建設する計画である。

フォルクスワーゲンと Iberdrola 社との連携により、スペインにおけるフォルクスワーゲンの施設に年間 1.5TWh の再生可能エネルギーを供給することを目指している。これは、マドリードの総エネルギー消費量の 3 分の 1 に相当する。

さらに、フォルクスワーゲンとそのパートナーは、2030 年までに欧州に生産能力が 240 GWh である最大 6 つの大規模なバッテリー生産工場を建設する計画である。最初の 2 つの工場は、スウェーデンの Skellefteå 市およびドイツの Salzgitter 市に建設される予定である。

また、需要がさらに増加すると予測されているため、フォルクスワーゲンは EV 向けのセル生産に関わる計画を変更すると決定した。Northvolt 社とともに、Skellefteå 市での Northvolt Ett 大規模な生産工場でのセルの生産に焦点を当てる予定である。これらのセルの生産を 2023 年に開始する予定であり、生産能力を 40GWh まで拡大することを目指している。

フォルクスワーゲンの Salzgitter 生産工場が 2025 年に運転を開始する予定であり、40GWh の年間生産能力を目指している。

これらの施設が再生可能エネルギー源からの電力により供給される予定である。また、パートナーと協力し、2025 年までに欧州全体で 18,000 台の公共急速充電ステーションを設置する計画である。これにより、急速充電ネットワークを 2025 年までに 5 倍に増やすと推定されている。

フォルクスワーゲンは、2025 年までに欧州の EV 充電インフラの拡大プログラムに約 4 億ユーロを投資する予定である。同時に、同社は米国と中国での公共急速充電ネットワークの拡大に取り組んでいる。

欧州：ギリシャ、キプロスとイスラエルは電力網を結ぶ地下電力ケーブルの設置を促進

ギリシャ、キプロスおよびイスラエルのエネルギー大臣は、3 国の電力網を結ぶ地下電力ケーブルの設置を促進することに関する覚書（MoU）に署名した。

この覚書は、3 国のエネルギー規制当局間の協力を強化し、プロジェクトの許可プロセスを加速することを目指している。

この 3 国間の電力相互接続は、同国の再生可能エネルギーの開発を後押しし、パリ協定の目標達成に貢献するとギリシャ、キプロスとイスラエルのエネルギー大臣は発表した。

この相互接続線の電力容量は 1,000~2,000MW であり、2024 年までに設置完成し、2025 年に運転を開始する予定である。

約 1,500km に及ぶ電力ケーブルは 3 つのエリアに設置される予定である。イスラエルとキプロスの間が約 310km、キプロスとクレタ島の間が約 900km、およびクレタ島とギリシャ本土の間が約 310km となる予定である。

2015 年に同相互接続線は、環境性、経済性および安定性という社会的便益に欧州規模で貢献することを目指すインフラプロジェクトであり、欧州委員会の PCI（Projects of Common Interest）の対象となっている。

欧州：Ørsted 社、Microsoft 社と Aker Carbon Capture 社は BECCS プロジェクトを共同開発

Ørsted 社、Microsoft 社および Aker Carbon Capture 社は、デンマークのバイオマス火力発電所にて炭素回収・貯留（CCS）にバイオエネルギー利用を組み合わせ CO₂ を回収するという BECCS（Bio-energy with Carbon Capture and Storage）技術を開発することに関する覚書を締結した。

CCS は、2030 年までに CO₂ 排出量を 70%削減するというデンマークの気候目標、および世界の気温上昇を 1.5 度に抑えるというパリ協定の目標において重要な役割を果たすとされている。

バイオマス火力発電所から排出される炭素を回収、地下に貯蔵することで、大気から炭素を削減かつ除去することができる。

覚書の下で、3社は以下の分野に取り組む計画である。

①デンマークにある Ørsted 社のバイオマスプラントでネガティブエミッション技術 (NET) のプロジェクトを共同で開発する。②Microsoft 社、Aker Carbon Capture 社および Ørsted 社は生体炭素回収プロジェクトの開発を促進する。③欧州諸国におけるネガティブエミッション技術の枠組みを加速するための政策を策定し、確立する。

現在、Ørsted 社はデンマークで 6 つのバイオマス燃焼ユニットを所有しており、同国の地域暖房の約 4 分の 1 を提供している。Ørsted 社のコジェネレーションプラントで燃料として使用されるバイオマスは、持続可能な方法で管理されている生産林からのものであり、製材所からのおがくずなどの余剰木材である。Ørsted 社が使用している木材はすべて生産林からのものであるため、余剰木材がバイオエネルギーに転換されたときに排出される炭素は、数年以内に森林に回収される。

欧州：EnBW 社や Linde 社は AquaVentus プロジェクトに参加

ドイツのエネルギー企業 EnBW 社とガス企業 Linde 社は AquaVentus と呼ばれるプロジェクトに参加すると発表した。このイニシアティブは、ドイツ領の北海の Heligoland 島周辺で最大 10GW の洋上風力発電をからの電力を使用することで、電解槽によりグリーン水素を生産することを目指している。

年間 100 万 t のグリーン水素を生産するという長期目標を掲げる AquaVentus プロジェクトには、既に水素サプライチェーン関連の 40 の企業、組織や研究機関が参加している。

E.ON 社、Vattenfall 社、Northland Power 社や RWE 社といったエネルギー主要企業は、北海における 2 つの Siemens Gamesa 社の洋上風力発電所にて直接水素を生産する予定である。パイプラインを通じて Heligoland 島をはじめ、ドイツ本土にグリーン水素を供給する計画である。

AquaVentus プロジェクトは、オランダ領の北海での NorthH2 プロジェクトと並び、世界最大規模のグリーン水素プロジェクトであり、洋上風力発電から環境にやさしいガスを生産することも目指している。

同プロジェクトの一環として、RWE 社は 2023 年までにバルト海の Rügen 島の Mukran 港にて 2 台の 14MW タービンのプロトタイプを試験運転する予定である。さらに 2015 年には、2 台の電解槽内蔵型のパイロットタービンが Heligoland 島の海岸地域でグリーン水素を生産する予定である。

Heligoland 島近郊のグリーン電解槽でのグリーン水素年間生産容量を、2030 年までに 10 万 t まで増加する予定であり、さらに、水素生産関連の洋上風力発電設備が 10GW 設置される予定の 2035 年までには 100 万 t まで増加する計画である。

欧州：欧州のエネルギー貯蔵市場は 2021 年に倍増

欧州エネルギー貯蔵協会 (EASE) の最新レポートによると、欧州の貯蔵市場は 2021 年には 3,000MWh まで増加すると予測されている。

エネルギーコンサルティング企業 Delta-EE 社とともに作成した同レポートによると、2020 年と比較してエネルギー貯蔵市場が倍増する主な要因としては、新たな補助スキームが挙げられる。

欧州の主要市場としては、イタリア、英国および北欧諸国が挙げられる。

エネルギー貯蔵に関する欧州市場モニター (EMMES) レポートの第 5 版では、商業用および産業用と電力需要家側に設置するバッテリー (Behind-the-Meter) と比較し、大規模なバッテリーを含む発送電側に設置するバッテリー (Front-of-Meter) が新型コロナウイルスのパンデミックに対するより多くの回復力をもつことが明らかになった。

EMMES レポートはまた、2020 年の欧州全体の Front-of-Meter 市場の強いパフォーマンスを強調し、イタリア、英国や北欧諸国などでの新たなバランスングと支援スキームは、グリッドレベルの貯蔵プロジェクトの開発を後押しするという。

さらに、EU の 1.8 兆ユーロの新型コロナウイルス回復計画は、エネルギー貯蔵を含むクリーンエネルギー技術への大規模な公共投資に繋がることが期待されている。欧州議会は欧州委員会

に、新たな市場インセンティブを導入し、経済回復を加速するためのエネルギー貯蔵戦略を開発することを推奨している。

欧州：欧州委員会、乗用車とバンの実走行時の燃料消費量データを収集する規則を採択

欧州委員会は 2021 年 3 月初めに、2021 年以降に EU で販売される新たな乗用車とバンから実走行時の燃料消費量のデータを収集するための新たな実施規則を採択した。このデータの収集により、型式認証時の車両の CO₂ 排出量と実走行時の排出量のギャップを把握でき、走行実態に即した燃料消費量などがわかる。

2021 年以降に EU 市場で販売される全ての車両には、燃料とエネルギー消費量の測定装置を設置する予定である。国や自動車メーカーが車両の修理や点検などの際にこの測定装置からデータを収集するという。収集されたデータは、2022 年 4 月から欧州環境庁（EEA）に報告される予定である。

車両の所有者は、データ収集の停止を選択することが可能である。自動車メーカー、EU 加盟国、欧州委員会および EEA は、データを収集かつ報告することにおいて EU 一般データ保護規則（GDPR）を遵守することが義務付けられている。

また、欧州委員会は 2022 年 12 月から毎年、メーカーごとに型式認証時の CO₂ 排出量と実走行時の CO₂ 排出量のギャップを明らかにするため、収集されたデータを公表する予定である。

欧州：Ørsted 社は 1GW のグリーン水素の生産工場を建設するプロジェクトを公表

デンマークの洋上風力発電開発者である Ørsted 社は、2030 年までに北海のベルギーとオランダとの国境海域にて 1GW のグリーン水素の生産工場を建設するプロジェクトを公表した。この 1GW の生産工場と、2GW の新たな洋上風力発電容量と接続する予定である。

SeaH2Land と呼ばれる同プロジェクトは、2 つのフェーズで開発される予定である。最初の開発段階では、当地域の水素ネットワークを十分に拡大し、500MW の電解槽を設置する計画である。2030 年までに予定されている第 2 フェーズでは、さらなる 500MW を開発する予定である。Ørsted 社を含むコンソーシアムは、北欧の Scheldt 川周辺にて電解槽の生産向けのサイトをいくつか検討している。

また、1GW の電解槽の開発を後押しするために、オランダの排他的経済水域の南部にて新たな 2GW の洋上風力発電所を建設する計画である。

SeaH2Land プロジェクトの開発は、ノルウェーのアンモニア事業者 Yara 社、ルクセンブルクの鉄鋼事業者 ArcelorMittal 社、オランダの材料科学企業 Dow Benelux 社、Total 社（55%）と Lukoil 社（45%）との共同事業体である Zeeland Refinery 社、North Sea Port やオランダの Smart Delta Resources 社により支援されている。同プロジェクトから生産されるグリーン水素は、鉄鋼、アンモニア、エチレンと燃料の生産向けに使用される予定である。

150MW の電解槽の設置を予定している Zeeland 製油所も、このネットワークに接続される予定である。

このグリーン水素をパイプラインのネットワークを介して供給することが提案されている。Smart Delta Resources 社（SDR）はオランダの Vlissingen-Oost 工業地帯からベルギーの Gent 市までの約 45km のオープンアクセスのパイプラインのネットワークを開発することを提案している。

現在、North Sea Port 工業地帯は、化石水素の生産と使用における欧州の最大規模ハブの一つであり、年間 580,000t の水素を生産している。同工業地帯の水素需要が 2050 年までに 100 万 t（10GW の電解槽に相当）まで増加すると推定されている。SeaH2Land プロジェクトにより、同地域の現在の水素消費量の 20%を再生可能な水素に変換できることが期待されている。

欧州：Statkraft 社と Daimler 社は再生可能エネルギーに関する PPA を締結

ノルウェーのエネルギー企業 Statkraft 社とドイツの自動車大手 Daimler 社は、風力発電、太陽光および水力発電から製造施設やオフィスに電力を供給することに関する電力購入契約（PPA）を締結した。

PPA 向けの電力は、24 の風力発電所と、ドイツ南部の Schornhof 太陽光発電施設の一部から供給されるものであり、約 65,000 世帯の電力消費量に相当すると推定されている。

Daimler 社との風力発電と太陽光発電に関する PPA は、ドイツからの大量の風力発電、太陽光発電および水力発電をノルウェーの柔軟性が高い貯蔵設備と統合するという Statkraft 社が開発した「Pure Statkraft」モデルに基づいている。

Statkraft 社はまた、Daimler 社と電力供給契約を締結した Enovos 社と協力している。ルクセンブルクに本社を置く電力企業 Enovos 社は、100%グリーンエネルギー生産を確保するために、物理的な配電、バランシンググループ管理、グリッド使用、消費予測やヘッジを含むエネルギー管理のプロセスを担当している。

英国：30 億ポンド投資でバス部門を改革する計画

英国政府は、同国のバス網を抜本的に改善するという 30 億ポンドの投資計画を公表した。この投資パッケージには、電気と水素を動力源とする 4,000 台の環境にやさしいバスへの投資が含まれている。

英国政府の Johnson 首相は、この計画を「過去一世代の中で最も野心的なバス部門の改革」と表現している。4,000 台のバッテリーと燃料電池の電気バスには、英国で製造するという要件がある。これは、英国のバス製造産業を保護するための措置であると英国政府は発表した。同政府はまた、新たなディーゼルバスの新車販売を停止することを検討している。

電気バスと水素バスの導入に加え、この投資計画には、数百マイルに及ぶバスレーンの設置、週末や夜間により多くのサービスの提供、および全てのバスサービスにおける非接触型決済の導入が含まれている。

これとは別に、2,000 万ポンドの「農村部モビリティ基金」では、従来のサービスがうまく機能しない地域を対象にし、オンデマンドの交通手段を試験的に導入する予定である、このようなサービスは、顧客がアプリを使ってミニバスを予約するというもので、既に国内の一部の地域で導入されているシステムであると英国政府は述べた。

しかし、この計画については、英国の労働組合であるユナイトからの批判もある。アプリを使ったサービスは、ドライバーの雇用を非正規化する結果となり、デジタルリテラシーを持たない乗客が排除される高価な 2 層サービスになると同組合の旅客輸送担当の Morton 氏は主張した。

英国：EQTEC 社と TMUK 社は廃棄物エネルギー転換のプロジェクトを開発

英国のエネルギー企業 EQTEC 社とトヨタ自動車の子会社である Toyota Motor Manufacturing 社 (TMUK) は、ウェールズの Flintshire 地域での廃棄物エネルギー転換 (Waste-to-Energy) プロジェクトの開発に関する協力枠組協定を締結した。

この協定は、EQTEC 社の子会社である Logik WTE 社との間で締結される。後者は Flintshire 地域の Deeside でのごみ固形燃料 (Refuse Derived Fuel : RDF) プロジェクトの開発を担当している。

この RDF プロジェクトにより、EQTEC 社と TMUK 社は、TMUK 社の Deeside でのエンジン製造工場に向けて革新的、循環型、および持続可能な Waste-to-Energy ソリューションを開発することで連携している。

両社は、コストデータやエネルギー使用量などの情報共有により、バイオメタンとグリーン電力の供給、および製造廃棄物の転換を調査かつ評価することを目指すという 3 年間の協力枠組協定を締結した。

Deeside での RDF プロジェクトは、都市廃棄物、商業廃棄物および産業廃棄物を利用するとみられる。嫌気性消化により、廃棄物の有機的廃棄物からバイオメタンを生産し、一般に埋立または焼却される廃棄物を RDF に転換し、グリーン電力の生産に利用する予定である。

英国：ビールをバイオガスに変換

Heineken 社は、英国 Manchester 市の醸造所において、廃棄処分されるビールをバイオガスに変換することに取り組んでいる。

英国ビールとパブ協会（BBPA）によると、新型コロナウイルスのパンデミックの影響で、英国のパブで廃棄処分されるビールは約 4,100 万リットルに上る。これに伴う業界の損失は 3 億 3,100 万ポンドに及ぶと推定されている。

「Brewing A Better World」と呼ばれる持続可能な戦略の一環として、Heineken 社はパブ閉鎖に伴う影響を緩和するために、廃棄処分されるビールをバイオガス生産に使用する計画である。廃棄処理されるビールから生産されるバイオガスにより発電し、ビール醸造用ケトルとカンの低温殺菌装置に電力を供給する予定である。

2020 年 5 月以降、同社は 83,210 個の 50 リットルケグを処理した。同社によると、これは英国の 28,000 世帯の 1 日分の暖房需要を賄うに十分な電力である。

新型コロナウイルスの対策でパブに出荷できないビールのケグは数千に上った。このビールは空いている醸造容器に保管されてから、下水処理場（WWTP）で処理され、嫌気性消化によりバイオガスに変換される。

WWTP は、1 日あたり 70,000 リットルのビールを処理できる。

英国：ウェールズ、北アイルランドおよびイギリスでの EV と水素自動車プロジェクトを助成

英国政府は、ウェールズ、北アイルランドおよびイギリスでの 3 つの EV および水素自動車プロジェクトに 5,400 万ポンドの補助金を提供すると発表した。これらのプロジェクトにより、英国全体で約 10,000 の雇用を維持できることが期待されている。

同政府は、ウェールズの Cwmbran でのプロジェクトに 3,190 万ポンド、イギリスの Warwickshire でのプロジェクトに 1,130 万ポンドおよび北イギリスの Ballymena でのプロジェクトに 1,120 万ポンドの補助金を提供する予定である。

ウェールズの Cwmbran でのプロジェクトは、重量輸送車に向けて軽量の電気駆動システムを開発することを後押しする。同技術は、電気トラックの走行距離とエネルギー効率を向上させることを目的とし、長距離バスや建設車両にも適用できることが期待されている。

北アイルランドの Warwickshire でのプロジェクトは、自動車やバンに向けたモータースポーツからの省エネ技術の開発と製造に 1,130 万ポンドが資金提供される。

北アイルランドの Ballymena でのプロジェクトは、バスに向けて低コストの水素燃料電池の技術を開発かつ製造することをサポートし、Wrightbus 社とともに水素の研究拠点（Centre of Excellence）を設立する計画である。水素燃料電池で走行するバスの開発を手掛ける Wrightbus 社は、フランスの企業 Forsee 社とともに超薄型バッテリーモジュールという新たな技術を採用している。同社は既に、イギリスの Birmingham 市やスコットランドの Aberdeen 市などにいくつかの水素燃料電池のバスを導入している。

スコットランド：超低排出バスの普及に向けて 4,050 万ポンドを助成

スコットランド政府は、スコットランドの超低排出バススキーム（Ultra-Low Emission Bus Scheme : SULEBS）の第 2 ラウンドを通じて、超低排出バスの普及に向けて 4,050 万ポンドを助成することを発表した。この補助金は、215 台のディーゼルバスをバッテリー電気バスに置き換える措置を促進することが期待されている。

SULEBS の第 1 ラウンドは 2020 年 8 月に開始された。このスキームは、超低排出バスと従来のディーゼルバスとのコスト差の最大 50%カバーしている。この数値をバスの排出量ゼロ能力に応じて最大 75%まで増加する可能性がある。

2020 年 8 月のラウンドは 57 台の超低排出バスの導入をサポートした。新たなラウンドはより多くの超低排出バスを導入するために、2020 年比で補助金を 1,500 万ポンドに増加する予定である。

172 台の超低排出バスが、スコットランドの Falkirk 市で製造される予定である。また、輸送企業 First Bus 社は、22 台のバスを調達する予定である。同企業は、2021 年 11 月に Glasgow 市で開催が予定されている COP26 として知られる第 26 回気候変動枠組条約締約国会議までにバスを導入する計画である。First Bus 社は 2022 年以降ディーゼルバスの新車販売を停止し、2035 年までに完全に排出量ゼロのバスを運用する目標を掲げている。

スコットランド政府はまた、公共交通機関の脱炭素化を進めるためにバス脱炭素化タスクフォース (Bus Decarbonisation Taskforce) を設立した。スコットランドのバス業界を開発するために、同政府は 5 億の長期的な投資を行うと輸送・インフラ・接続内閣官の Matheson 氏は述べた。

2019 年に気候非常事態を宣言したスコットランドは、2040 年までに輸送部門におけるカーボンニュートラルを目指している。脱炭素化の取り組みの一環として、2032 年までにガソリンおよびディーゼル乗用車、および 2030 年までにガソリンおよびディーゼル小型商用車の新車販売を段階的に禁止する予定である。また、A9 国道でスコットランド最初の電気高速道路を建設する計画であり、2025 年までにスコットランド全体で少なくとも 20 の電気都市を設立する予定である。スコットランドの Highlands 地方と各島も 2040 年までに正味排出量ゼロの地域となることを目指している。

フランス：Neoen 社 2025 年までに 10GW の再生可能エネルギー容量を設置

フランスの独立系発電事業者 (IPP) である Neoen 社は、再生可能エネルギー容量を現在の 4.1GW から 2025 年までには 10GW まで倍増する計画を公表した。

風力発電、太陽光発電および蓄電池の開発を手掛ける同社はまた、2025 年以降年間 2GW のプロジェクトを開発することで、プロジェクトのパイプラインを段階的に拡大する予定である。オーストラリア最大の太陽光発電プロジェクトとなる 460MWp の太陽光発電所をはじめ、Neoen 社は既に活動している国でのプロジェクトに焦点を当てると発表した。今後 5 年間にわたって新規のプロジェクトの 80% が既存の市場のものとなる。

この 10GW の再生可能エネルギー容量目標を達成するためには、53 億のユーロの投資が必要であると見積もられている。また、2021 年～2025 年にかけてさらなる 12 億ユーロの追加資金を調達すると Neoen 社は期待している。

オランダ：RWE 社最初の浮体式太陽光発電プロジェクトを開発

ドイツの再生可能エネルギー企業 RWE 社は、オランダで同社最初の浮体式太陽光発電プロジェクトを開発すると発表した。13,400 台の太陽光発電パネルからなる Amer と呼ばれる同発電所は、オランダの Noord-Brabant 州の Geertruidenberg 市にある Amer 発電所近くの湖に設置される予定である。浮体式太陽光発電所の設備容量は 6.1MW であると推定されている。RWE 社はまた、Amer 発電所の敷地内に 2.3MW の地上設置型太陽光発電所の設置に着手した。浮体式太陽光発電所と地上設置型太陽光発電所の両方は Amer 太陽光発電パークの一部となる見通しである。

オランダは、RWE 社の戦略的なコア市場の 1 つであり、同社は再生可能エネルギーの開発と CO₂ 排出量の削減に取り組んでいる。

RWE 社は 2018 年、Amer 発電所の屋根に設備容量が 0.5MW である太陽光発電パネル 2,000 台を設置することで、Amer 太陽光発電パークの第一フェーズを完成させた。浮体式太陽光発電所の建設作業が 2021 年 8 月に開始する予定であり、2021 年末までに竣工する予定である。地上設置型太陽光発電所の建設作業が既に開始しており、2021 年 8 月に完成する予定である。Amer 太陽光発電パークの発電量は、オランダの 2,300 世帯の年間電力消費量に相当すると推定されている。

RWE 社は現在、オランダで総設備容量が 268MW である 7 つの陸上風力発電所を運営している。さらに、設備容量が 115MW 以上である 4 つの陸上風力発電所、および Kerkrade 市に 14MW の太陽光発電所を設置している最中である。これらのプロジェクトは、2021 年中に完成する予定である。

オランダ：Air Liquide 社は Vattenfall 社との PPA を締結した

フランスのガス企業 Air Liquide 社とオランダのエネルギー大手 Vattenfall 社は、オランダで 25MW の洋上風力発電容量の購入に関する長期電力購入契約 (PPA) に署名した。

英国とスペインでの PPA に続き、これはオランダにおける Air Liquide 社の最初の PPA である。同社の気候目標との関連において、今回の PPA は Air Liquide 社の CO₂ 排出量の削減およびエネルギー転換に貢献するとみられる。

この 15 年間の長期電力購入契約により、Air Liquide 社はオランダの産業用および医療用のガス生産施設の一部に再生可能エネルギーを供給することが期待されている。これには、同社が Moerdijk 港で建設している世界規模の酸素生産プラントが含まれている。

オランダの海岸から 18~36km 離れているサイトにある洋上風力発電所から再生可能エネルギーが供給される予定である。現在開発中の同風力発電所が 2023 年までに運転を開始する予定である。

契約期間中、Air Liquide 社はオランダにおける同社のエネルギー消費量の 15% に相当する再生可能エネルギーを生産する予定である。風力発電の開発により、今後 15 年間にわたって最大 750,000t の CO₂ 排出量を削減できると推定されている。

スペイン：カナリア諸島で 255MW の太陽光発電プロジェクトを開発

スペイン政府と EU は、スペインのカナリア諸島での 65 の太陽光発電プロジェクトの開発を後押しするための補助金を提供すると発表した。

欧州地域開発基金の一環である SolCan というプログラムを通じて、合計容量が 255MW である太陽光発電プロジェクトに 2,000 万ユーロの補助金を提供する予定である。これにより、同島の電気料金を削減することが期待されている。

太陽光発電プロジェクトが 2022 年末までに完了する予定であり、カナリア諸島のエネルギーミックスにおける太陽光発電のシェアを大幅に増加するとみられる。

スペイン政府によると、2019 年のカナリア諸島の発電量における再生可能エネルギーの割合は 16.4% である（スペイン本土は 38.6%）。SolCan プログラムを通じて補助金を受けるプロジェクトの総容量は、150MW から 255MW まで増加した。

65 の太陽光発電プロジェクトのうち、36 が Gran Canaria 島、18 が Fuerteventura 島、6 つが Tenerife 島、4 つが Lanzarote 島および 1 つが La Gomera 島に開発される予定である。

SolCan プログラムは、スペインの再生可能エネルギー島プログラムの第 3 フェーズの一環である。その他、SolBal プログラムはバレアリック諸島で合計容量が 326MW である太陽光発電プロジェクトに 4,000 万ユーロの補助金を提供しており、EolCan プログラムはカナリア諸島での風力発電プロジェクトの開発を対象にしている。

スペインの島地域での再生可能エネルギーの開発促進は、統合国家エネルギーと気候計画（PNIEC）の一環であるとスペインのエネルギー省は述べた。また、2021 年初めに、カナリア諸島での 250kWp の浮体式太陽光発電プロジェクトが発表された。同浮体式太陽光発電所は厳しい気象現象がある海洋地域にてノルウェーの太陽光発電企業 Ocean Sun 社の浮体式太陽光発電技術の活用する予定である。

スペイン：51MW の風力発電所プロジェクトを公表

スペインの再生可能エネルギー企業 Capital Energy 社は、スペインの Cantabria 州にて 51MW の Ribota 風力発電所プロジェクトを開発すると発表した。

同社は、同プロジェクトの開発に約 3,600 万ユーロを投資すると述べた。

同社は、スペイン北部の Cantabria 州のいくつかの地方自治体にて 12 台の風力タービンを設置する予定である。さらに、同州にさらなる 51MW の Garma Blanca 風力発電所を開発する計画であり、両方の風力発電所のインフラを結ぶ予定である。

Capital Energy 社は今後数年間にわたって、Cantabria 州に合計容量が 690MW である 17 の風力発電プロジェクトを開発する計画であると発表した。

スペイン：オレンジをバイオガスに変換するパイロットプロジェクトを開始

スペインの公共水道企業 Emasesa 社は、同社の下水処理場（WWTP）で Seville 市の名物であるオレンジをバイオガスに変換するという革新的なパイロットプロジェクトを開始したと発表した。

現在、スペインの南部にある Seville 市の道路には約 5 万本のオレンジ街路樹がある。2021 年のオレンジ収穫キャンペーンによると、オレンジ収穫量は 2020 年比で 37.5%増加し、570 万 kg になると予測されている。収穫されたオレンジの一部は、ジャム生産向けに英国に輸出されているが、大部分が廃棄されている。

Seville 市は毎年、道路に落ちたオレンジを処分するために何百万ユーロを使用している。公道からのオレンジの回収は、循環経済および、給水と衛生プロセスにおける気候変動の緩和に貢献するとされている。

このパイロットプロジェクトは、Copero de Emasesa 下水処理場に電力を供給するために、オレンジのジュースを抽出し、バイオガスの生産に使用することを目指している。1,000kg のオレンジにより、スペインの 5 世帯の電力需要を 1 日分賄うことができると推定されている。

さらに、エネルギー生産に使用できない皮は、Seville 市近郊の畑で再利用するために堆肥に変換される予定である。

スペイン：新たな共同事業体は 3.4GW の太陽光発電プロジェクトを開発

英国のクリーンエネルギーの投資プラットフォームである Renewable Power Capital 社（RPC）は、スペインで 3.4GW の太陽光発電プロジェクトの開発を手掛ける新たな共同事業体の設立を公表した。

2020 年に Canada Pension Plan Investment Board 社により設立された RPC 社は、スペインの太陽光発電開発者 Benbros Solar 社と 50%ずつ出資し共同事業体を設立した。両社はスペインの 8 州に合計 14 の太陽光発電プロジェクトを開発する予定である。

スペインは日射量が多いため魅力的な太陽光発電市場であり、RPC 社にとって主要な投資対象となっているという。

スペインは、2025 年までに 50GW の再生可能エネルギー設備容量を目指している。強力な太陽光資源量により、同国の太陽光発電の均等化発電原価（LCOE）は欧州で最も低い。

イタリア：Blue Elephant Energy 社と Green Future 社は 119 MWp の太陽光発電プロジェクトに関する共同開発契約を締結

ドイツの Hamburg 市に本社を置く太陽光発電所と風力発電所の開発を手掛ける Blue Elephant Energy 社とイタリアの風力発電所関連プロジェクトの開発を手掛ける Green Future 社は、119 MWp の太陽光発電プロジェクトに関する共同開発契約を締結した。

このプロジェクトには、イタリアの Sicily 島での 6 つの太陽光発電プロジェクトが含まれており、2022 年までに建設作業開始が見込まれる。

これらのプロジェクトにより、CO₂ 排出量を約 87,000t 削減し、78,000 世帯の年間電力需要を賄うに十分な電力を生産すると推定されている。

イタリア：アドリア海に 100MW の洋上太陽光発電所を建設

イタリアのエネルギーとガス企業 Saipem 社と再生可能エネルギー Quint'x 社は、イタリア北部の Emilia-Romagna 州の Ravenna 海岸での 100MW の洋上太陽光発電所の建設で連携すると発表した。

同プロジェクトの許可プロセスが進行中であり、2023 年までに完了予定である。洋上太陽光発電所が 2025 年末までに運転を開始する予定である。

同発電所をモジュール方式で建設する予定であり、グリッド需要のピークのバランスをとるために 50MW の蓄電池の設置が検討されている。

また、Saipem 社の子会社である Moss Maritime 社はノルウェーの石油大手 Equinor 社とともに、ノルウェーの Trondheim 市近郊の Froya 島にて洋上浮体式太陽光発電設備を試験運転する計画である。

洋上エネルギー部門におけるデザインとエンジニアリングサービスを扱う Moss Maritime 社は、海岸と洋上における浮体式太陽光発電所に関するソリューションの開発で先行することを目指している。Saipem 社も近い将来に、いくつかの新たな洋上太陽光発電プロジェクトの開発を発表する予定である。

Saipem 社はまた、イタリアの Florence 市に本社を置く水素企業 Alboran Hydrogen 社と、グリーン水素プラントの建設に関する覚書を締結した。これにより、イタリアに 3 つ、アルバニアに 1 つ、およびモロッコに 1 つのグリーン水素プラントを共同建設する計画である。

ポルトガル：144MW の大規模な太陽光発電プロジェクトを開発

ポルトガルの Galp 社は、ポルトガルの Alcoutim 地方自治体での大規模な太陽光発電プロジェクトの開発を Jayme da Costa 社と Visabeira 社との共同事業体に委託した。

合計容量が 144MW である同プロジェクトは、250ha の敷地面積に建設され、4 つの太陽光発電所から構成される計画である。年間生産能力は 250,000MW であり、ポルトガルの 80,000 世帯の電力需要を賄うに十分な電力を生産すると推定されている。これにより、年間 75,000t の CO₂ を削減できることが期待されている。

Galp 社は、エネルギー転換と低炭素技術関連のプロジェクトに年間投資の最大 40%、および再生可能エネルギーと新規事業に 10~15%を投資することを約束している。同社は現在、スペインで 900MW の太陽光発電設備容量を設置している最中である。

デンマーク：Better Energy 社と Centrica Energy Trading 社は PPA を締結

デンマークの発電事業者である Better Energy 社と Centrica Energy Trading 社は、太陽光発電に関する長期電力購入契約（PPA）を締結した。この電力は、Better Energy 社が開発する予定である 2 つの太陽光発電所から供給される。

同社は、デンマークで既にいくつかの太陽光発電所を補助金なしで開発している。2 つの新たな太陽光発電所は、年間 112GWh（デンマークの 70,000 世帯の電力消費量に相当）を生産すると予測されており、Centrica 社は今後 10 年にわたってこの電力の管理と取引を担当する予定である。

デンマークのエネルギー庁によると、デンマークの電力消費量が今後 10 年間にわたって倍増すると予測されている。重量輸送部門における化石燃料を e 燃料に置き換えるという野心的な取り組みが進む場合、電力需要がさらに増加すると推定されている。デンマーク政府の気候プログラムによると、Power-to-X 技術が 2030 年までに 350 万 t 以上の CO₂ 排出量を削減できると推定されている。そのため、再生可能エネルギー発電設備からの電力生産の大幅な増加が必要であるが、現在のデンマークの洋上風力発電の計画がこの需要を満たさないと予測されている。従って、将来の電力システムにおける大きな再生可能エネルギー割合を確保するためには、太陽光発電所の開発が必須であるとされている。

また、再生可能エネルギーへの移行を加速するために、再生可能エネルギー容量の大幅な拡大が必要であると Better Energy 社の Søren Jensen 氏は述べた。

ノルウェー：Everfuel 社は 2023 年までに 15 の水素燃料補給ステーションを建設

水素の開発を手掛けるデンマークの Everfuel 社は、2023 年までにノルウェー北部にて 15 の水素燃料補給ステーションを建設する計画を公表した。2019 年に設立された Nel ASA 社の子会社である同社は、欧州全体で水素による排出量ゼロのモビリティを商業的に実行可能とすることに取り組んでいる。

この新たな計画は、ノルウェー、スウェーデンおよびデンマークの主要な交通ネットワークを結ぶトラック、バスと自動車に向けたグリーン水素燃料補給の戦略の一環である。

プロジェクトの初期では、水素燃料補給ステーションはノルウェーの Trondheim 市の南部をカバーし、Everfuel 社のスウェーデンとデンマークでの水素ステーションに接続する予定である。

ノルウェーの水素ステーションのネットワークの拡大は、欧州におけるグリーン水素のバリューチェーンの開発への 15 億ユーロの投資計画の一環であると Everfuel 社は述べた。同社はまた、2030 年までにバス、トラックおよび自動車への水素燃料の販売による収益を 10 億ユーロまで増加する予定である。

EU とノルウェーが気候目標を達成するためには、大規模な水素燃料供給ネットワークが必要であるとされている。

ノルウェーの交通経済研究所 (TØI) によると、ノルウェーは 2030 年の二酸化炭素排出量の削減目標を達成するために、同年までに 3,000 台の水素バスおよび 7,000 台の大型水素トラックを導入する必要があると推定されている。

スロベニア：スロベニア政府は長期的なエネルギー改修戦略を採用

スロベニア政府は長期的なエネルギー改修戦略を採用し、2050 年までに同国の建物群を脱炭素化し、国家エネルギーと気候計画 (NECP) が定める建物部門の目標を達成するための措置を策定した。

2030 年の主な目標としては、建物の温室効果ガス排出量を少なくとも 70%削減することや、再生可能エネルギー源が建物のエネルギー需要の少なくとも 3 分の 2 をカバーすることなどが決定された。

この戦略計画によると、一戸建て住宅の 74%および集合住宅の 91%を改修する予定である。これにより、最終エネルギー消費量を 2005 年比で 45%削減し、CO₂ 排出量を 75%削減すると推定されている。

2050 年のシナリオによると、改修に低炭素と再生可能な材料を使用し、再生可能エネルギー技術ベースの暖房に焦点を当てることで、スロベニアの建物部門が正味排出量ゼロに近づくことと推定されている。

ルーマニア：Karpát Solar 社は太陽光発電モジュールの生産工場を建設

ルーマニアの太陽光発電企業 Karpát Solar 社は、ルーマニアに太陽光発電モジュールの生産工場を建設する取り組みの一環として、太陽光発電モジュールの生産ラインを購入したことを発表した。

同社は、スペインの自動化と組立ソリューションの開発者である Mondragon Assembly 社と、年間 100MW の太陽光発電モジュールの生産ラインの調達に関する契約を締結した。

ルーマニアの Transylvania 地域に太陽光発電施設を所有している Karpát Solar 社は、ルーマニア最初の太陽光発電モジュールの製造者となる目標を掲げている。100MW のモジュールの製造は、大規模なプロジェクトの第 1 フェーズである。当初、地元市場向けの生産を確保する予定であり、将来的には EU 全体で拡大する計画である。

同モジュールの生産工場は、2021 年夏までにフル稼働すると Karpát Solar 社の CEO である Károly 氏は見込んでいる。2021 年秋にルーマニア市場に挑む予定である。

現在、ルーマニアでは再生可能エネルギーの使用は飛躍的に増加しており、同国の太陽光発電設備容量は 1.4GW である。さらに、2021 年 3 月初旬、S.C. West Power Investment 社は、700MW のルーマニア最大の太陽光発電発電所を建設する計画を公表した。

●米国環境産業動向

○カリフォルニア州、Kenworth の電気トラック 2 種を補助金対象に設定

米大手トラックメーカーの PACCAR 傘下の Kenworth Trucks は 3 月 1 日、同社のバッテリー式電気トラックであるクラス 6 の「K270E」とクラス 7 の「K370E」が、カリフォルニア大気資源局 (CARB) 補助金の対象となることを発表した。この補助金は「2021 年 CARB ハイブリッドおよびゼロ・エミッショントラック・バスへのバウチャー奨励金プロジェクト」を通じて提供され、カリフォルニア州より承認された購入者は、CARB が発行する 8 万 5,000 ドルのバウチャーが利用できる。

Kenworth のバッテリー式電気トラック「K270E」と「K370E」はそれぞれ 355hp と 469hp のダイレクト・ドライブモーターを、電動パワートレインはそれぞれ 141kWh と 282kWh の高密度バッテリーパックを搭載。また航続距離はそれぞれ 100 マイル (160km) と 200 マイル (320km) となる。両モデル共、DC 急速充電システムを利用して 1 時間足らずで急速充電できるという。

○OGM、SolidEnergy Systems とリチウムメタル EV バッテリーを共同開発へ

米 Genial Motors (GM) 社は 3 月 11 日、リチウムメタルバッテリーのメーカーである SolidEnergy Systems (SES) 社と共同開発合意を締結したと発表した。SES は、陽極不要の画期的なリチウムメタルバッテリーを 2014 年に発表し、業界で注目を集める 1 社。GM の保護電極を持つリチウムメタルバッテリーは性能、エネルギー密度の高さ、適正価格などを兼ねそろえており、初期の試作品は既に、ミシガン州の GM グローバル技術センターで 15 万マイルに及ぶシミュレーション走行を終えている。

SES はリチウムメタルおよび人工知能 (AI) によるバッテリー管理ソフトウェアの研究・開発・製造における中心的存在であり、今回の GM との共同開発合意は、2015 年に開始され現在も継続している提携関係をさらに発展させたもの。ベンチャーキャピタル子会社である GM Venture 社が、マサチューセッツ工科大学からスピニアウトした SES に早い段階から投資していた。

今回の合意では、GM および SES 両社は 2023 年までにマサチューセッツ州 Woburn に大容量の試作バッテリー用の製造試作ラインを建設する予定。想定しているバッテリーのエネルギー密度の増加により、同程度のサイズのバッテリーパックを使用した場合より航続距離が伸び、より小型化のバッテリーパックでも、同等の航続距離が実現できる。バッテリーパックの小型化により、車両の軽量化にも繋がるという。

○Chevron、低炭素化プロジェクトへの投資増加

米石油大手の Chevron 社は 3 月 9 日、気候変動対応レポートを新たに公開し、原油・天然ガス生産の炭素強度の 2028 年までの削減を目標とするプロジェクトや技術への更なる投資を発表した。

同社は原油・ガス生産における炭素強度を 2028 年までに 2016 年比でそれぞれ 40%、26%削減、さらにメタン排出強度を 53%削減するとしており、これらの目標達成のために 2028 年までに 30 億ドルの投資を予定。うち 20 億ドルは炭素削減プロジェクトへ、7.5 億ドルは再生可能エネルギーなどへ投資。更に 3 億ドルを低炭素技術へ投資する計画だという。

○Metalsa、米ケンタッキー州のEV事業拡大へ

ケンタッキー州経済開発公社は3月11日、シャーシ構造メーカーのMetalsa Structural Products社がケンタッキー州Hopkinsvilleにおける同社事業を拡大し、今後数年間で97名のフルタイムの雇用を創出する計画であると発表した。MetalsaはメキシコのMonterreyに本社を置くGrupo Proezaの子会社で、同社は内燃エンジン車・ハイブリッド車(HV)・電気自動車(EV)用のシャーシ構造部品を製造。ケンタッキー州の三つの施設で2,800名超を雇用している。MetalsaはHopkinsvilleにある既存の工場の改善に投資するとともに、新たな機械設備を導入しミシガン州とミズーリ州の顧客をサポートするプロジェクトを進行中で、2022年10月までには完了する予定だという。

現在ケンタッキー州では525社以上の自動車関連のサプライヤー及び4か所の組立工場が存在し、10万人超が雇用されている。2020年には自動車関連企業らが31か所の新拠点設立および拡大プロジェクトを発表しており、これにより970件の雇用創出及び2億5680万ドルの投資が予想されるという。

○環境保護庁、窒素酸化物削減規制を強化へ

米環境保護庁(EPA)は3月15日、他州の発電所から排出された大気汚染物質による影響を受けた州が2008年の米国環境大気質基準(National Ambient Air Quality Standards、以下NAAQS)の地表オゾン濃度基準を満たせるようにするための「州横断型大気汚染規制(Cross-State Air Pollution Rule、以下CSAPR)アップデート」の改正内容を最終決定した。今回の改正により、今夏以降、CSAPRアップデートで対象となる米国東部12州の発電所は更なる汚染対策を行い、窒素酸化物(NOx)の排出量の削減が必要となる。対象となるのは、イリノイ、インディアナ、ケンタッキー、ルイジアナ、メリーランド、ミシガン、ニュージャージー、ニューヨーク、オハイオ、ペンシルバニア、ヴァージニア、ウェストヴァージニアの12州。

EPAは今回の決定や電力部門で既に実施中の対策により、2021年の5月以降のオゾンシーズンにおける東部12州のNOx排出量は2019年比で推計約2万5000トン、19%減少すると予測。また、2021年から2040年にかけて、公衆衛生や気候対策のコスト面で毎年平均約28億ドルの節約が見込まれるという。

○Nucor、再生可能エネルギー販売契約を締結 100メガワット対象

米最大規模の鉄鋼メーカーであるNucor Corporationは3月24日、洋上風力発電を中心とするØrsted Onshore North America社と10年間のバーチャル電力販売契約(Virtual Power Purchase Agreement、以下VPPA)を締結したと発表した。この契約では、テキサス北部にあるØrstedのWestern Trail風力発電所からの100メガワットの電力が対象となる。Nucorの鉄鋼製品の使用により、今年2月にテキサスを襲った悪天候などの状況下でも発電が継続でき、大規模停電などの事態を防げるという。

Nucorは2020年にもテキサスの250メガワットの太陽エネルギーと15年間のVPPAを締結しており、VPPAはこれが2度目となる。このプロジェクトは2023年第3四半期にはクリーン電力の配送を目的としており、鉄鋼産業による太陽エネルギーの販売契約としては初。これらの契約により、同地域の電力網への再生可能エネルギーの供給が24時間体制で可能になるという。

○BMW、V2Gの推進にむけPG&Eとのパートナーシップを拡大

カリフォルニア州北部地域の天然ガス・電力供給を行うPacific Gas and Electric Company(PG&E)とBMWグループは3月22日、両社間のパートナーシップを拡大し、余剰再生可能エネ

ルギーを利用した電気自動車 (EV) のスマート充電に注力すると発表した。

両社は、PG&E の利用者であるカリフォルニア北部および中部の BMW の EV ユーザーに対してスマート充電を促す ChargeForward プログラムの第 3 フェーズを 4 月中旬に開始する。日中に産出される余剰再生エネルギーを使うことで配電網の必要量を満たせるよう、対象者に EV の充電時間をシフトするよう依頼する予定だ。2015 年に始まった第 1 フェーズの対象者数は 100 名だったが、第 2 フェーズでは 400 名に増え、第 3 フェーズでは約 3,000 名まで拡大する。

両社は新たな技術の開発により、EV は搭載バッテリーから配電網に給電する能力を持つようになり、配電網の支援においてより大きな役割を演じることになると考えている。このような世界の実現にむけて、両社共同で研究所を設立し、車両から電力系統に電力を供給する Vehicle to Grid (V2G) の機能性を探るといふ。

○環境保護庁、2020 年エネルギースター認証工場を発表

米環境保護庁 (EPA) は 3 月 18 日、米国内の 95 の製造工場が 2020 年、各産業において優れたエネルギー効率を実現したとしてエネルギースター認証を獲得したと発表した。これらの工場は、エネルギー費用約 4 億ドル、エネルギー消費量 80 兆英国熱量単位 (Btu)、温室効果ガス排出 500 万トン超の削減を達成している。

エネルギースター産業プログラムは 2006 年の発足以来、60 億ドル超のエネルギー費用削減と、6500 万トン超の温室効果ガス排出削減による大気質改善に寄与してきた。各工場はエネルギーパフォーマンス指標 (EPI) を利用し (石油精製工場は Solomon-EII という独自の採点システムを使用)、自社と同業他社の工場のエネルギー効率の比較評価を行う。エネルギー効率で上位 25% の実績をあげた工場に認証が授与される。現在ではセメント、鉄鋼、ガラス、製パンなど 20 の製造業界で EPI が設定され、これまでに 230 超の工場が認証を受けている。

産業部門はアメリカの総温室効果ガス排出量のほぼ 3 分の 1 を占めており、製造工場のエネルギー効率は重要な脱炭素戦略となっている。

○バイデン政権、洋上風力発電を拡大へ

バイデン政権は 3 月 29 日、今後 10 年間で国内の洋上風力発電産業を拡大する計画を発表した。開発区域を新たに設定し、認可手続きを加速するとともに、公的融資を拡大する。

洋上風力発電計画は、石油やガス発掘を目的とした連邦の土地や水域のオークションの一時停止と並び、バイデン大統領の気候変動対策にむけた米国の温暖化ガス削減活動の一環。現在、米国の洋上風力発電はロードアイランド州沖の 30 メガワットの設備と、ヴァージニア州沖のタービン 2 基のパイロットプロジェクトの小型の風力発電設備 2 か所にとどまっており、再生可能エネルギー分野でヨーロッパに大きく後れを取っている。ヨーロッパは 20 ギガワットの風力発電設備を有し、2050 年までには更に 10 倍に拡大する予定。米国のプロジェクトに携わる企業の大半が、ノルウェイの Equinor 社、デンマークの Ørsted 社、スペインの Iberdrola 社などを始めとするヨーロッパ企業で占められている。トランプ前大統領は新たな国内産業として洋上発電の開発を公約していたが、開発プロジェクトは一件も認可されていなかった。

バイデン政権の計画は、2030 年までに 30 ギガワットの洋上風力発電設備の建設を目指すというもの。これにより、年間 7800 万トンの二酸化炭素排出を削減できるという。第一段階として、人口の多いニューヨーク州ロングアイランドとニュージャージー州の間に位置するニューヨーク湾に新たな洋上風力発電開発区域を開発する。このプロジェクトの遂行に向け、2030 年までに 4 万 4000 人を直接雇用し、関連産業でさらに 3 万 3000 人の雇用を行う。また環境評価を含めた洋上発電プロジェクトの認可手続きを加速し、エネルギー省を通じて総額 30 億ドルの公的融資も提供するという。

○Ford、ミシガン州に新EVセンターを建設

米主要自動車メーカーFordは3月25日、ミシガン州 Dearborn のトラック組立工場と塗装工場の間ルージュ電気自動車（EV）センターの施工が完了したと発表した。EVセンターの敷地面積は約50万平方フィート（約4万6,500平方メートル）で、2020年9月に発表の300人から増員した約500人の従業員が電気ピックアップトラック「F-150」の生産に従事する。生産開始は2022年中頃の予定だという。このEVセンターではFordの米国工場としては初めて、AGCと呼ばれる無人搬送カートが使用され、バッテリーパックの組み付け、最終組立、品質チェック、バッテリー充電などの工程へ部品を搬送する。Fordは競合他社同様、電気自動車や自動運転車へ多大な投資を行っており、2025年までには電気自動車の開発に220億ドル、自動運転車には70億ドルの投資をそれぞれ発表している。同社はバッテリーを動力源とする全電気自動車（BEV）である「Mustang Mach-E」を既にローンチしており、今後はEVの「F-150」や商用バンの「Transit」を販売予定。

○環境保護庁、水インフラ事業に27億ドルの基金を発表

米環境保護庁（EPA）は世界水の日3月22日、米国の州、部族社会、準州安全な飲料水の提供や地表水の保護などを目的とした水インフラ事業に対し、州回転基金（SRF）として27億ドルを提供すると発表した。27億ドルのうち11億ドル超は飲料水SRFとして、鉛製給水管の撤去、サイバーセキュリティの改善、洪水などの気候災害へのシステムの耐性の向上、パーフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物（PFAS）などの汚染物質処理設備の設置など、飲料水の安全性を確保する事業に提供する。約16億ドルはクリーンウォーターSRFとして、老朽化した排水設備の近代化、水の再利用の推進、流出雨水への対処など、水インフラ事業に幅広く提供するという。

また、2018年のアメリカ水インフラ法に基づき、小規模及び部族社会の排水事業者には1200万ドルを助成し、排水事業者に情報、研修、技術支援を提供し、安全な排水設備に関する連邦および州の規制を確実に遵守できるようにする。

○バイデン政権、クリーンエネルギーへの税優遇へ 化石燃料業界の助成は廃止

ジャネット・イエレン米財務長官は3月7日、化石燃料企業への助成を廃止し、クリーンエネルギーへの税優遇を導入する計画を公表した。この計画はバイデン大統領の2兆ドル超のインフラ投資計画の財源となる法人税増税案の一部であり、財務省は、化石燃料業界への助成廃止により、今後10年間で税収が350億ドル以上増えると試算している。

バイデン政権の米製品優先を目指す「メイド・イン・アメリカ」戦略における税制計画ではどの化石燃料企業が対象となるかは未定だが、同政権は化石燃料業界への助成は長期的にエネルギーの自給や気候変動対策の妨げとなり、米国の大気や水質の汚染につながるとしている。主要な税控除の一つは無形掘削費と呼ばれる新たに坑井を掘削する際の費用に適用され、掘削費の大半が控除できる。この控除を廃止すれば今後10年で税収が130億ドル増える可能性があるという。

またこの計画では、風力や太陽光などのクリーンエネルギーの生成や先進バッテリーなどのエネルギー貯蔵技術に対する生産税・投資税控除を10年延長し、クリーンエネルギーの生産を促進する。電気自動車や省エネの家電製品への切り替えを促すインセンティブも盛り込まれるという。また化石燃料の生産により生じた有害物質で汚染された地域の浄化費用を、米環境保護庁（EPA）に対し汚染者に払わせる課税制度の復活も含まれる予定。

●最近の米国経済について

○バイデン米大統領、1.9兆ドルの新型コロナ対策法案に署名、ワクチンの普及加速を次の目標

ジョー・バイデン米大統領は3月11日、新型コロナウイルス対策のための「2021年米国救済計画法（H.R.1319）」に署名し、同法が成立した。公約の筆頭に掲げていたもので、1兆9,000億ドルの予算規模となる。バイデン大統領は同日夜に国民向けに演説を行い、5月1日までに全ての成人をワクチン対象者とするよう各州に指示する方針を示した。7月4日の独立記念日まで、社会活動の一定の正常化を目指す。

米国救済計画法は、バイデン氏が大統領に就任する直前の1月14日に概要が発表され、その後、連邦議会で審議が行われていた。しかし、共和党から反対があり、上院で議事妨害を抑え込むのに必要な60票を得られる見通しが立たなかったため、「財政調整措置」と呼ばれる特別な法案審議の手続きが利用された。法案は最終的に上院で50対49、下院で220対211と、ほぼ党派構成に沿った投票結果となった。法律の内容は1月発表時とほぼ同一となるが、民主党内の中道派の意見なども踏まえて、主に次の点が変更された。

- 国民1人当たり1,400ドルの現金給付について、年収が7万5,000ドルを超える場合は段階的に給付額が減少し、年収8万ドルを超える層には給付額がゼロとなる（当初は年収10万ドルまでを対象としていた）。
- 失業保険の上乗せ給付について、当初は月当たり400ドルを想定していたが、300ドルに減額（給付期限は9月6日まで）。
- 連邦最低賃金を時給15ドルに引き上げる（現行：7.25ドル）条項を削除（上院の議事運営専門家が、「財政調整措置」を用いた法案に最低賃金に関する条項を含むことは規則違反と判断したため）。

今回の法律成立により、新型コロナウイルス対応への連邦政府・議会の財政出動総額は約6兆ドルに達する。議会予算局（CBO）は、米国救済計画法は2021年度に1兆1,600億ドルの財政赤字を追加的に発生させると推計している。CBOの中長期財政見通しでは、本対策を反映前の2021年度の財政赤字は2兆2,580億ドルと推計されていた。米国救済計画法の成立により、2021年度の財政赤字は、過去最悪だった2020年度の財政赤字3兆1,320億ドルを超える公算が大きくなっており、金利が上昇している局面の中で、さらなる財政悪化が懸念される。

○米商務省、半導体サプライチェーンでのリスクと政策提言でパブコメ募集

米国商務省産業安全保障局（BIS）は3月15日、半導体製造と先端パッケージングのサプライチェーンにおけるリスクと、それに対応するための政策提言に関して、4月5日までパブリックコメントを募集すると官報で公示した。2月24日に発表された大統領令と、2021会計年度国防授權法（NDAA）に基づく要請を受けたものとなる。

2月の大統領令14017は、重要な製品・材料のサプライチェーン強化に向けて、関連省庁の長に100日以内に、各分野のリスクを特定し、それに対応するための報告書を大統領に提出するよう指示している。そのうち、半導体製造と先端パッケージングに関しては、商務長官が担当することになっている。さらに、官報によると、2021年度NDAAの第99章（Title XCIX）「米国のための半導体製造への支援となるインセンティブの創設」でも、商務長官は国防のため米国内のマイクロエレクトロニクス産業のサプライチェーンの現状を精査することを求めている。BISは半導体製造と先端パッケージングのサプライチェーンに関して、主に次の点に係るコメントを求めるとしている。

- 同サプライチェーンの基盤となる重要かつ不可欠な製品・素材
- 半導体製造に必要な製造能力など（電子機器設計の自動化ソフトウェアや先端集積回路パッケージングの技術・能力を含む）
- 競争力のある半導体のエコシステムを持続可能とするために必要な技能や人材の存在（国内での教育や半導体製造業における労働者の技能、スキルギャップとそれを埋めるための機会などを含む）
- 同サプライチェーンを混乱させ得るリスクや想定される有事〔防衛、諜報（ちょうほう）、サイバー、国土安全保障、衛生、気候、環境、自然、市場、経済、地政学、人権または強制労働に関するリスクを含む〕
- 国家・経済安全保障と緊急事態対応を支えるための同サプライチェーンの強靱（きょうじん）性および製造能力
- 米国での同サプライチェーンの維持・発展に失敗した場合に、その他の産業に与え得る影響〔例えば、食料資源、送電網、公益事業、情報通信技術、航空宇宙応用、人工知能（AI）、第5世代移動通信システム（5G）インフラ、量子コンピューティング、スーパーコンピュータ開発、選挙における安全確保〕
- 同サプライチェーンの強靱性を確保するために推奨される政策または行政規則や法令の変更（例えば、サプライヤーの国内回帰、同盟国と協力した代替サプライチェーンの開発、余剰製造能力の構築、デジタル製品の脆弱性や気候変動がもたらすリスクへの対応策）
- その他、同サプライチェーンの現状の精査に関するコメント

〇2月の米小売売上高は前月比3.0%減、寒波などが落ち込みに影響

米国商務省の速報（3月16日付）によると、2月の小売売上高（季節調整値）は前月比3.0%減の5,617億ドルと、2カ月ぶりの減少となった（添付資料表参照）。ブルームバーグがまとめた市場予想の0.5%減を大きく下回った。なお、1月の売上高は5.3%増（速報値）から7.6%増に上方修正された。

全米小売業協会（NRF）のチーフエコノミストのジャック・クラインヘンズ氏は、米国各地を襲った寒波や、内国歳入庁（IRS）が税務申告書の受理を開始した時期が通常より遅延し、税金還付の支払いが遅れたことなどが個人消費に影響を与え、消費意欲が落ち込んだとした。一方で「新型コロナウイルスのワクチン接種の拡大と規制の緩和によって、より多くの人々が外出できるようになり、政府の景気刺激策による貯蓄が消費者の支出を支えている」とも述べた。また、ジョー・バイデン大統領が3月11日に1兆9,000億ドル規模の新型コロナ対策法案に署名をしたことで、多くの家庭が給付金を受けることから、今後数カ月間で個人消費が再び伸びることが見込まれるという（NRFプレスリリース3月16日）。

業種別にみると、自動車・同部品が前月比4.2%減の1,157億ドル、寄与度マイナス0.88ポイントと全体を最も押し下げた。次いで、無店舗小売りが5.4%減の867億ドル（寄与度マイナス0.85ポイント）、総合小売りが5.4%減の625億ドル（同マイナス0.62ポイント）で減少に寄与した。一方、ガソリンスタンドは前月比3.6%増の418億ドルと増加幅が大きかった。

また、民間調査会社コンファレンスボードが2月23日に発表した2月の消費者信頼感指数は91.3と、1月（88.9）より2.4ポイント上昇した。内訳をみると、現況指数は92.0（1月：85.5）で6.5ポイント上昇した一方で、6カ月先の景況見通しを示す期待指数は90.8（1月：91.2）で0.4ポイント減少した。

コンファレンスボードの経済指標シニアディレクターのリン・フランコ氏は、3 カ月連続で減少していた現況指数が上向いたことから、「経済成長がこれ以上減速しないことを示唆している」と述べた。また、今後数カ月の見通しについて「消費者は慎重ながらも楽観的な見方を維持している」とした。特に、米国外および空路での旅行計画が上昇傾向で、ワクチン接種の取り組みが拡大するにつれて、今後さらに改善するとの見通しを示した。

○米 FRB、金融政策の現状維持を決定

米国連邦準備制度理事会 (FRB) は 3 月 16、17 日に連邦公開市場委員会 (FOMC) を開催し、政策金利のフェデラル・ファンド (FF) 金利の誘導目標を 0.00~0.25%とする金融政策の現状維持を決定するとともに (添付資料図参照)、米国債などを月 1,200 億ドル購入している現状の量的緩和策の現状維持も決定した。今回の決定も前回と同様、全会一致だった。

FOMC の声明文では、米国経済の状況判断について、「経済活動と雇用の指標は最近上向いているが、新型コロナウイルス感染拡大による打撃が最も大きかった産業は依然弱いまま」と指摘し、前回会合と同じく、産業により回復にばらつきがあることを強調している。各委員の予測をまとめた経済見通しでは、ワクチン普及や 3 月 11 日に成立した 1 兆 9,000 億ドル規模の経済対策成立を背景に、2021 年の実質 GDP 成長率を 6.5%、失業率を 4.5%として、前回見通し時 (2020 年 12 月) から大幅に上方修正されている (前回はそれぞれ 4.2%、5.0%。添付資料表参照)。他方、2021 年のインフレ率 (コア CPE) を 2.2%としており、金利引き上げの目安の 1 つであるインフレ率 2%を長期的に超えるものの、ジェローム・パウエル FRB 議長は記者会見において、「昨年 3 月と 4 月は (新型コロナウイルス感染拡大により) インフレ率が低かったため、今年 1 年は物価上昇率が高まる」「今年の一時的な物価上昇は政策金利見通しに影響を与えない」と述べている。

今回の会合では、地区連銀総裁らを含めた参加者 18 人による中長期の政策見通しも示されており、少なくとも 2023 年末までゼロ金利を維持するとする意見が大勢だった。しかし、2023 年中に利上げを見込む参加者は 7 人と 12 月時点の 5 人から増えた。また 2022 年中の利上げを見込む参加者も 4 人となっており (前回は 1 人)、急速な景気回復で、FOMC 内でも金利引き上げ時期の見方が分かれてきていることが鮮明となった。

こうした結果に対して、パウエル FRB 議長は「委員の何人かに早期の利上げを見込む声があることは驚くべきことではない」として、意見の相違については問題ないとの考えを示した。また、経済再開によるインフレ率の一時的な上昇に関連して、市場で憶測が飛んでいる資産購入縮小 (テーパリング) の議論に触れて、「経済情勢は引き続き不均一で完全回復には程遠い」「経済情勢の大きな進展があるまで資産購入は継続する」と述べた。さらに、「まだ資産購入縮小について話す時期ではない」「資産購入縮小の可能性はデータを基に可能な限り事前に通知する」とも述べて、市場の懸念の払拭 (ふっしょく) に努めた。

○バイデン米大統領、成長戦略第 1 弾となる 2 兆ドル超の「米国雇用計画」発表

ジョー・バイデン米大統領は 3 月 31 日にペンシルベニア州ピッツバーグで演説を行い、総額約 2 兆ドルを超える「米国雇用計画」を発表した。今後 8 年間の支出を想定しており、バイデン政権の成長戦略に位置付けている。同計画を基に今後、連邦議会に法案を提出するが、民主党のナンシー・ペロシ下院議長は 7 月 4 日までに法案を通過させたい意向とされる (「ニューヨーク・タイムズ」紙電子版 4 月 1 日)。ただ、同計画の財源には法人税増税などを充てるとしていることから、企業増税に慎重な共和党との調整は難航が予想される。

ホワイトハウスによると、同計画の内容は、(1) 2 万マイル (約 3 万 2,000 キロ) の老朽化し

た道路や1万の橋などの補修、全国50万カ所の電気自動車（EV）充電ステーション設置支援など、交通インフラ整備に6,210億ドルを充てる、(2)電力網や水道システム、高速通信網の整備、200万以上の住宅・ビルなどの改修といった生活インフラの整備に約6,500億ドルを充て、国民の生活の質の向上を目指す、(3)半導体の国内生産支援500億ドルを含むサプライチェーン強化や環境技術、人工知能（AI）などの分野への研究開発支援など、製造業支援に約5,800億ドルを充て、企業の競争力強化に取り組む、(4)高齢者・障害者施設、退役軍人病院などの整備に約4,000億ドルを充てる（詳細は添付表参照）。

財源としては、2017年に35%から21%に引き下げた法人税率を28%に引き上げるほか、米多国籍企業の海外利益に対して21%を課税、さらに、石油やガス産業に対する減税措置の取りやめなどを原資に充てるとしている。ホワイトハウスによると、これらの措置により今後15年間で2兆ドル以上の財源を調達できるとしている。

バイデン大統領は同計画について、「第2次世界大戦以来で最大の投資であり、何百万人もの良い収入の雇用を生む」「国際競争力を高め、国家安全保障上の利益を促進させることで、今後数年間で中国との競争に打ち勝てる立場になれる」と述べ、計画の意義を訴えるとともに、「この計画達成のために共和党と誠実に話し合う」として、超党派での支持を訴えた。

今回の計画は成長戦略の第1弾としており、医療保険や育児支援などを柱とする第2弾の成長戦略を数週間のうちに発表する見通しだ。さらなる追加財源としては、富裕層への増税が指摘されているが、バイデン大統領は米メディアのインタビューの中で、年収40万ドル以下の国民に対しては増税しないと述べている（「ワシントン・ポスト」紙3月23日）。

○トランプ前米大統領による一部の非移民ビザ取得希望者の入国停止措置が失効

ドナルド・トランプ前米大統領が2020年6月22日から発動していた、一部の非移民ビザ取得希望者の入国停止措置が3月31日に期限を迎え、失効した。これにより、日本からも再び例外規定によらず、特殊技能職（H-1B）、熟練・非熟練労働者（H-2B）、交流訪問者（J）、企業内転勤者（L）の非移民ビザを取得して米国に入国することができるようになった。

「ウォールストリート・ジャーナル」紙が今回の非移民ビザの発給制限がもたらした雇用への影響を調査したところ、新型コロナウイルスにより影響を受けた米国民の就労機会を増進させるという狙いどおりの効果はなかったとされる（同紙電子版2月15日、3月31日）。入国停止措置の対象となったビザを利用する外国人が就く職の多くは、ソフトウェアエンジニアなど高い技能が要求されるポジションや、逆に、低賃金もしくは季節労働者向けであり、米国の失業者によって雇用を埋め合わせることはできなかったとの指摘だ。高技能職については、国内で労働者を見つけないことができず、国外にアウトソースした雇用主もいるという。

なお、今回の措置失効に関し、4月1日時点でジョー・バイデン大統領によるコメントは発表されていない。

○3月の米失業率6.0%に改善、非農業部門雇用者数は91万6,000人の大幅増

米国労働省が4月2日に発表した3月の失業率は6.0%と、市場予想（6.0%）と同値だった。失業者数が前月から26万2,000人減少したことに加え、就業者数が前月から60万9,000人増加したことにより、失業率は前月の6.2%から0.2ポイント改善した。非農業部門の雇用者は91万6,000人増で、市場予想（66万人増）を大きく上回り、3カ月連続の増加だった。新型コロナウイルスのワクチン接種普及などによる経済活動の継続的な再開が反映された大幅な改善となった。

●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)	2021年01月 (速報値)	2020年12月 (実績)	2020年01月 (実績)
指数	616.5	606.9	596.2
機器	751.5	737.3	724.1
熱交換器及びタンク	637.2	621.4	618.8
加工機械	746.7	737.7	721.7
管、バルブ及びフィッティング	1,012.4	998.7	957.3
プロセス計器	439.8	433.4	419.1
ポンプ及びコンプレッサー	1,103.4	1,086.2	1,080.2
電気機器	573.2	571.2	563.8
構造支持体及びその他のもの	798.7	772.5	767.1
建設労務	334.8	336.4	333.9
建物	635.0	621.0	588.2
エンジニアリング及び管理	311.1	311.6	313.7

年間指数

2013 = 567.3

2014 = 576.1

2015 = 556.8

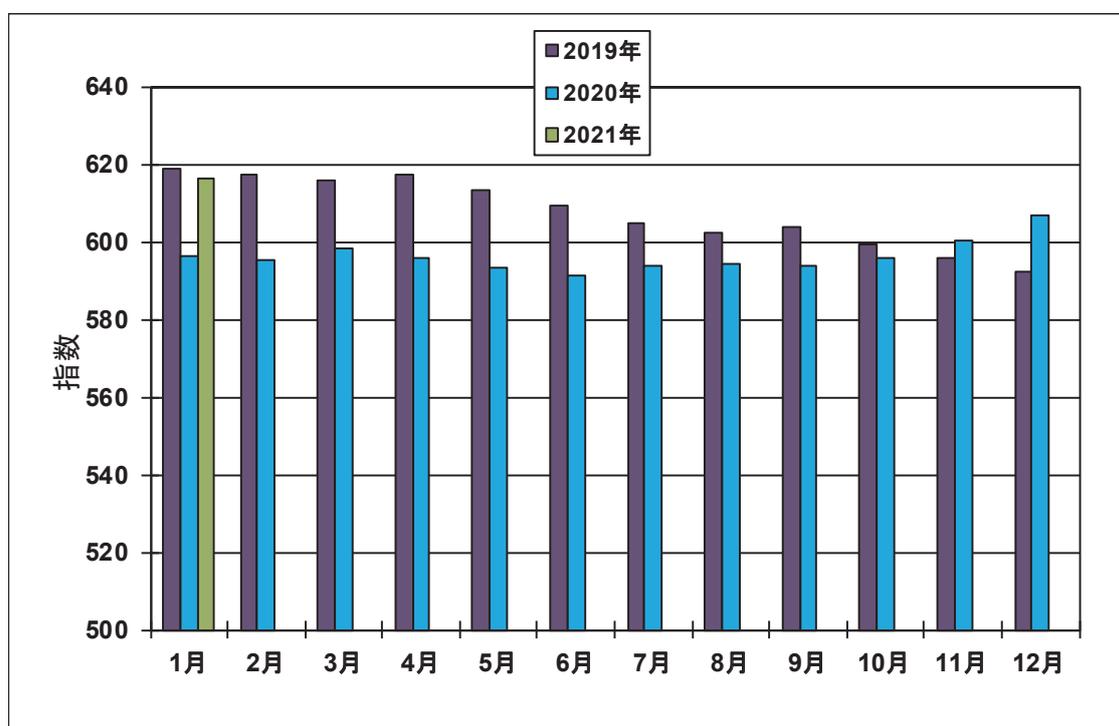
2016 = 541.7

2017 = 567.5

2018 = 603.1

2019 = 607.5

2020 = 596.2



(出所:「ケミカル・エンジニアリング」2021年04月号より作成)

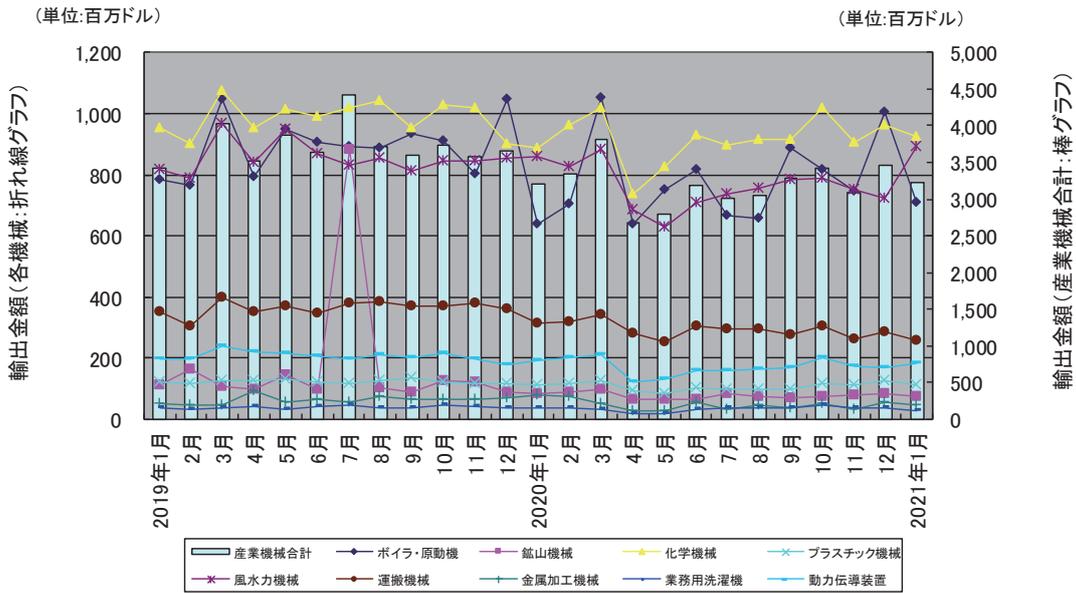
●米国産業機械の輸出入統計（2021年1月）

米国商務省センサス局の輸出入統計に基づく、2021年1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、32億2,734万ドル（対前年同月比0.7%増）となった。ボイラ・原動機、化学機械、風水力機械は対前年同月比がプラスとなったが、鉱山機械、プラスチック機械、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。
- (2) 産業機械の輸入は、46億3,892万ドル（対前年同月比1.2%減）となった。化学機械、プラスチック機械、業務用洗濯機は対前年同月比がプラスとなったが、ボイラ・原動機、鉱山機械、風水力機械、運搬機械、金属加工機械、動力伝動装置は対前年同月比がマイナスとなった。
- (3) 産業機械の純輸入は、14億1,158万ドルとなり、61ヵ月連続で輸入が輸出を上回った。ボイラ・原動機を除く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7億802万ドル（対前年同月比11.2%増）となり、水管ボイラ（>45t/h）や過熱水ボイラなどの増加により、10ヵ月振りに対前年同月比がプラスとなった。輸入は6億9,375万ドル（対前年同月比18.4%減）となり、蒸気原動機用復水器や気体原動機（シリンダ）などの減少により、2ヵ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。
 - ② 鉱山機械は、輸出が7,446万ドル（対前年同月比11.7%減）となり、せん孔機や部品などの減少により、14ヵ月連続でマイナスとなった。輸入は9,432万ドル（対前年同月比26.4%減）となり、せん孔機や選別機などの減少により、3ヵ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。
 - ③ 化学機械は、輸出が9億2,578万ドル（対前年同月比4.2%増）となり、温度処理機械（熱交換装置）や部品（ろ過機用）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12億1,168万ドル（対前年同月比17.1%増）となり、タンクや部品（紙パ用）などの増加により、6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1億1,186万ドル（対前年同月比1.7%減）となり、押出成形機やその他の機械（成形用）などの減少により、2ヵ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。輸入は2億8,026万ドル（対前年同月比1.4%増）となり、吹込み成形機やその他のもの（成形用）などの増加により、3ヵ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
 - ⑤ 風水力機械は、輸出が8億9,093万ドル（対前年同月比3.7%増）となり、ポンプ（紙パ用等遠心式）や圧縮機（その他圧縮機 $\leq 186.5\text{KW}$ ）などの増加により、11ヵ月振りに対前年同月比がプラスとなった。輸入は9億8,370万ドル（対前年同月比4.4%減）となり、ポンプ（油井用往復容積式）や圧縮機（定置回転式 $746\text{W} < \leq 4.48\text{KW}$ ）などの減少により、

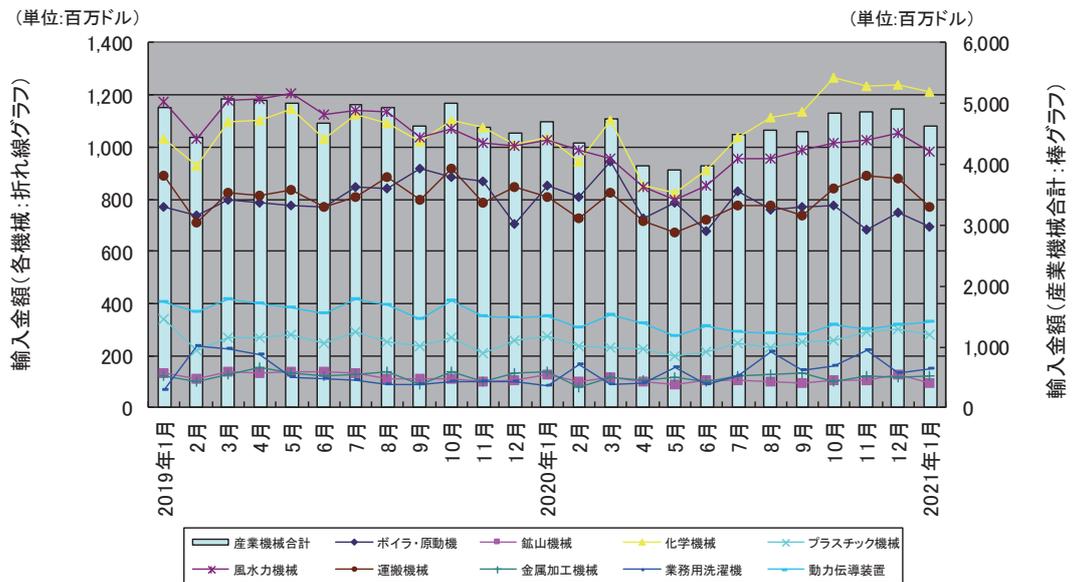
3ヶ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。

- ⑥ 運搬機械は、輸出が2億5,814万ドル(対前年同月比17.4%減)となり、クレーン(固定支持式天井クレーン)や巻上機(プーリタ・ホイスト:電動)などの減少により、11ヶ月連続で対前年同月比がマイナスとなった。輸入は7億7,170万ドル(対前年同月比4.4%減)となり、クレーン(移動リフテ・ストラドル)や巻上機(ウィン・キャップ:その他)などの減少により、3ヶ月振りに対前年同月比がマイナスとなった。
- ⑦ 金属加工機械は、輸出が4,701万ドル(対前年同月比40.0%減)となり、圧延機(管圧延機)や鋳造機等などの減少により、10ヵ月連続で対前年同月比がマイナスとなった。輸入は1億2,271万ドル(対前年同月比12.1%減)となり、鋳造機等やベンディング等(数値制御式)などの減少により、2ヵ月連続で対前年同月比がマイナスとなった。
- ⑧ 業務用洗濯機は、輸出が2,720万ドル(対前年同月比26.0%減)となり、洗濯機(10kg以下遠心脱水)や乾燥機(10kg超・品物用)の減少により、3ヶ月連続で対前年同月比がマイナスとなった。輸入は1億5,105万ドル(対前年同月比85.4%増)となり、洗濯機(10kg以下遠心脱水)や同(10kg超)などの増加により、7ヶ月連続で対前年同月比がプラスとなった。
- ⑨ 動力伝動装置は、輸出が1億8,392万ドル(対前年同月比5.4%減)となり、トルクコンバータや歯車及び歯車伝導機などの減少により、11ヶ月連続で対前年同月比がマイナスとなった。輸入は3億2,976万ドル(対前年同月比5.9%減)となり、トルクコンバータやギヤボックス等変速機(固定比・その他)などの減少により、18ヶ月連続で対前年同月比がマイナスとなった。



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)

		輸出						純輸出	
番号	産業機械名	区分	2021年01月		2020年01月		対前年比 伸び率(%)	2021年01月	2020年01月
			金額(A)	構成比	金額(B)	構成比		金額(E)=A-C	金額(F)=B-D
1	ボイラ・原動機	機械類	274,661,797	38.8	303,613,645	47.7	-9.5	13,371,014	2,968,110
		部品	433,361,587	61.2	333,002,082	52.3	30.1	905,458	-216,619,192
		小計	708,023,384	100.0	636,615,727	100.0	11.2	14,276,472	-213,651,082
2	鉱山機械	機械類	30,876,816	41.5	29,978,938	35.5	3.0	-11,663,240	-49,937,105
		部品	43,587,019	58.5	54,368,113	64.5	-19.8	-8,195,669	6,190,308
		小計	74,463,835	100.0	84,347,051	100.0	-11.7	-19,858,909	-43,746,797
3	化学機械	機械類	690,840,983	74.6	696,152,154	78.4	-0.8	-315,718,285	-157,354,032
		部品	234,941,856	25.4	192,040,722	21.6	22.3	29,824,228	10,880,132
		小計	925,782,839	100.0	888,192,876	100.0	4.2	-285,894,057	-146,473,900
4	プラスチック機械	機械類	47,244,470	42.2	50,023,641	44.0	-5.6	-144,065,952	-126,663,922
		部品	64,616,407	57.8	63,732,346	56.0	1.4	-24,332,419	-35,842,912
		小計	111,860,877	100.0	113,755,987	100.0	-1.7	-168,398,371	-162,506,834
5	風水力機械	機械類	673,645,609	75.6	644,572,771	75.0	4.5	-74,042,493	-140,513,565
		部品	217,287,995	24.4	214,484,039	25.0	1.3	-18,720,856	-29,117,610
		小計	890,933,604	100.0	859,056,810	100.0	3.7	-92,763,349	-169,631,175
6	運搬機械	機械類	149,087,470	57.8	202,872,096	64.9	-26.5	-422,364,258	-387,850,410
		部品	109,054,956	42.2	109,678,364	35.1	-0.6	-91,192,976	-107,218,884
		小計	258,142,426	100.0	312,550,460	100.0	-17.4	-513,557,234	-495,069,294
7	金属加工機械	機械類	43,512,428	92.6	74,658,056	95.3	-41.7	-41,551,029	-43,439,279
		部品	3,495,205	7.4	3,680,204	4.7	-5.0	-34,148,827	-17,820,190
		小計	47,007,633	100.0	78,338,260	100.0	-40.0	-75,699,856	-61,259,469
8	業務用洗濯機	機械類	25,321,165	93.1	34,714,211	94.5	-27.1	-105,021,326	-21,616,418
		部品	1,883,585	6.9	2,035,298	5.5	-7.5	-18,828,896	-23,104,168
		小計	27,204,750	100.0	36,749,509	100.0	-26.0	-123,850,222	-44,720,586
9	動力伝導装置	機械類	136,463,915	74.2	142,981,455	73.5	-4.6	-86,479,493	-110,876,198
		部品	47,460,213	25.8	51,432,118	26.5	-7.7	-59,352,212	-45,232,630
		小計	183,924,128	100.0	194,413,573	100.0	-5.4	-145,831,705	-156,108,828
産業機械合計		機械類	2,071,654,653	64.2	2,179,566,967	68.0	-5.0	-1,187,535,062	-1,035,282,819
		部品	1,155,688,823	35.8	1,024,453,286	32.0	12.8	-224,042,169	-457,885,146
		合計	3,227,343,476	100.0	3,204,020,253	100.0	0.7	-1,411,577,231	-1,493,167,965

		輸入						純輸出	
番号	産業機械名	区分	2021年01月		2020年01月		対前年比 伸び率(%)	増減率(%)	対輸出割合(%)
			金額(C)	構成比	金額(D)	構成比		(G)=(E-F)/ F	(H)=E/A
1	ボイラ・原動機	機械類	261,290,783	37.7	300,645,535	35.4	-13.1	350.5	4.87
		部品	432,456,129	62.3	549,621,274	64.6	-21.3	100.4	0.21
		小計	693,746,912	100.0	850,266,809	100.0	-18.4	106.7	2.02
2	鉱山機械	機械類	42,540,056	45.1	79,916,043	62.4	-46.8	76.6	-37.77
		部品	51,782,688	54.9	48,177,805	37.6	7.5	-232.4	-18.80
		小計	94,322,744	100.0	128,093,848	100.0	-26.4	54.6	-26.67
3	化学機械	機械類	1,006,559,268	83.1	853,066,186	82.5	17.9	-100.6	-45.70
		部品	205,117,628	16.9	181,160,590	17.5	13.2	174.1	12.69
		小計	1,211,676,896	100.0	1,034,226,776	100.0	17.1	-95.2	-30.88
4	プラスチック機械	機械類	191,310,422	68.3	176,687,563	64.0	8.3	-13.7	-304.94
		部品	88,948,826	31.7	99,575,258	36.0	-10.7	32.1	-37.66
		小計	280,259,248	100.0	276,262,821	100.0	1.4	-3.6	-150.54
5	風水力機械	機械類	747,688,102	76.0	785,086,336	76.3	-4.8	47.3	-10.99
		部品	236,008,851	24.0	243,601,649	23.7	-3.1	35.7	-8.62
		小計	983,696,953	100.0	1,028,687,985	100.0	-4.4	45.3	-10.41
6	運搬機械	機械類	571,451,728	74.1	590,722,506	73.1	-3.3	-8.9	-283.30
		部品	200,247,932	25.9	216,897,248	26.9	-7.7	14.9	-83.62
		小計	771,699,660	100.0	807,619,754	100.0	-4.4	-3.7	-198.94
7	金属加工機械	機械類	85,063,457	69.3	118,097,335	84.6	-28.0	4.3	-95.49
		部品	37,644,032	30.7	21,500,394	15.4	75.1	-91.6	-977.02
		小計	122,707,489	100.0	139,597,729	100.0	-12.1	-23.6	-161.04
8	業務用洗濯機	機械類	130,342,491	86.3	56,330,629	69.1	131.4	-385.8	-414.76
		部品	20,712,481	13.7	25,139,466	30.9	-17.6	18.5	-999.63
		小計	151,054,972	100.0	81,470,095	100.0	85.4	-176.9	-455.25
9	動力伝導装置	機械類	222,943,408	67.6	253,857,653	72.4	-12.2	22.0	-63.37
		部品	106,812,425	32.4	96,664,748	27.6	10.5	-31.2	-125.06
		小計	329,755,833	100.0	350,522,401	100.0	-5.9	6.6	-79.29
産業機械合計		機械類	3,259,189,715	70.3	3,214,849,786	68.4	1.4	-14.7	-57.32
		部品	1,379,730,992	29.7	1,482,338,432	31.6	-6.9	51.1	-19.39
		合計	4,638,920,707	100.0	4,697,188,218	100.0	-1.2	5.5	-43.74

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

(単位:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名		2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
			数量	金額	数量	金額	
8402 - 11	水管ボイラ(>45t/h)	*	102	1,388,196	50	506,389	174.1
12	水管ボイラ(<45t/h)	*	59	418,357	211	1,525,248	-72.6
19	その他蒸気発生ボイラ	*	146	1,045,547	373	2,999,651	-65.1
20	過熱水ボイラ	*	62	298,476	5	26,936	1,008.1
90 - 0010	部分品(熱交換器)	*	91	8,735,231	92	929,872	839.4
8404 - 10 - 0010	補助機器(エコノマイザ)	*	11	174,800	109	1,742,573	-90.0
0050	補助機器(その他)	*	117	1,438,448	48	526,586	173.2
20	蒸気原動機用復水器	*	22	316,289	136	1,401,226	-77.4
8406 - 10	蒸気タービン(船用)		2	5,429	4	78,356	-93.1
81	蒸気タービン(>40MW)		1	17,334	0	0	-
82	蒸気タービン(≤40MW)		39	1,596,126	63	3,474,840	-54.1
8410 - 11	液体タービン(≤1MW)		29	51,743	78	148,324	-65.1
12	液体タービン(≤10MW)		0	0	4	94,115	-100.0
13	液体タービン(>10MW)		25	115,596	1	7,500	1441.3
8411 - 81	ガスタービン(≤5MW)		62	14,082,282	46	19,824,392	-29.0
82	ガスタービン(>5MW)		80	99,267,925	110	87,449,035	13.5
8412 - 21	液体原動機(シリンダ)		73,725	65,179,076	59,780	79,701,681	-18.2
29	液体原動機(その他)		47,841	39,118,497	55,234	52,605,324	-25.6
31	気体原動機(シリンダ)		138,535	15,448,221	118,631	13,314,254	16.0
39	気体原動機(その他)		17,284	9,452,839	19,091	17,197,279	-45.0
80	その他原動機		X	16,511,385	X	20,060,064	-17.7
機械類合計			-	274,661,797	-	303,613,645	-9.5
8402 - 90 - 0090	部品(ボイラ用)		X	10,314,439	X	3,921,484	163.0
8404 - 90	部品(補助機器用)		X	2,066,667	X	2,183,952	-5.4
8406 - 90	部品(蒸気タービン用)		X	24,493,737	X	17,999,639	36.1
8410 - 90	部品(液体タービン用)		X	3,997,750	X	1,123,526	255.8
8411 - 99	部品(ガスタービン用)		X	329,264,638	X	246,908,345	33.4
8412 - 90	部品(その他)		X	63,224,356	X	60,865,136	3.9
部品合計			-	433,361,587	-	333,002,082	30.1
総合計			-	708,023,384	-	636,615,727	11.2

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

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(2) 鉱山機械 (輸出)

(単位:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)	
		数量	金額	数量	金額		
8430 - 49	せん孔機	X	5,394,432	X	10,222,573	-47.2	
8467 - 19 - 5060	さく岩機(手持工具)		6,997	2,219,430	2,621	619,826	258.1
8474 - 10	選別機		463	9,412,389	343	9,148,359	2.9
20	破砕機		223	10,417,562	204	8,068,921	29.1
39	混合機		38	3,433,003	106	1,919,259	78.9
機械類合計			-	30,876,816	-	29,978,938	3.0
8474 - 90	部品		X	43,587,019	X	54,368,113	-19.8
部品合計			-	43,587,019	-	54,368,113	-19.8
総合計			-	74,463,835	-	84,347,051	-11.7

(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

(3) 化学機械（輸出）

(単位:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
7309 - 00	タンク	98,804	16,345,517	93,691	19,165,742	-14.7
8419 - 19	温度処理機械(湯沸器)	32,159	13,252,803	33,257	13,911,201	-4.7
20	"(滅菌器)	1,815	10,053,241	6,602	15,781,323	-36.3
32	"(乾燥機・紙ハ用)	6	43,013	14	151,395	-71.6
39	"(乾燥機・その他)	6,395	9,429,970	2,991	6,046,074	56.0
40	"(蒸留機)	568	2,206,167	932	5,773,127	-61.8
50	"(熱交換装置)	272,345	86,270,050	224,791	85,252,978	1.2
60	"(気体液化装置)	448	4,682,336	313	4,469,094	4.8
89	"(その他)	17,606	60,883,298	10,846	50,004,493	21.8
8405 - 10	発生炉ガス発生機	X	2,456,823	X	5,656,328	-56.6
8479 - 82	混合機	27,053	26,397,977	18,262	25,366,861	4.1
8401 - 20	分離ろ過機(同位体用) *	100	61,014	59	53,732	13.6
8421 - 19	"(遠心分離機)	1,498	14,717,938	1,703	30,774,619	-52.2
29	"(液体ろ過機)	4,227,711	171,862,996	4,425,199	146,970,986	16.9
39	"(気体ろ過機)	X	257,614,726	X	265,971,337	-3.1
8439 - 10	紙パ製造機械(パルプ用)	18	372,470	26	209,611	77.7
20	"(製紙用)	8	115,631	20	386,888	-70.1
30	"(仕上用)	10	405,357	5	242,911	66.9
8441 - 10	"(切断機)	303	6,839,921	452	10,243,570	-33.2
40	"(成形用)	3	87,000	4	61,264	42.0
80	"(その他)	268	6,742,735	128	9,658,620	-30.2
機械類合計		-	690,840,983	-	696,152,154	-0.8
8405 - 90	部品(ガス発生機械用)	X	1,962,796	X	1,139,329	72.3
8419 - 90 - 2000	部品(紙ハ用)	X	1,410,106	X	1,173,403	20.2
8421 - 91	部品(遠心分離機用)	X	9,833,749	X	8,426,625	16.7
99	部品(ろ過機用)	X	186,483,754	X	149,630,893	24.6
8439 - 91	部品(パルプ製造機用)	X	7,291,080	X	8,052,474	-9.5
99	部品(製紙・仕上機用)	X	8,116,671	X	8,149,223	-0.4
8441 - 90	部品(その他紙パ製造機用)	X	19,843,700	X	15,468,775	28.3
部品合計		-	234,941,856	-	192,040,722	22.3
総合計		-	925,782,839	-	888,192,876	4.2

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

・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(4) プラスチック機械（輸出）

(単位:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8477 - 10	射出成形機	102	9,843,784	106	10,306,690	-4.5
20	押出成形機	16	2,729,532	44	3,357,597	-18.7
30	吹込み成形機	60	4,087,192	51	2,077,219	96.8
40	真空成形機	208	4,537,156	124	2,729,110	66.3
51	その他の機械(成形用)	112	1,067,214	180	1,570,596	-32.1
59	その他のもの(成形用)	235	7,475,707	114	5,768,002	29.6
80	その他の機械	1,000	17,503,885	916	24,214,427	-27.7
機械類合計		1,733	47,244,470	1,535	50,023,641	-5.6
8477 - 90	部品	X	64,616,407	X	63,732,346	1.4
部品合計		-	64,616,407	-	63,732,346	1.4
総合計		-	111,860,877	-	113,755,987	-1.7

(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

(5) 風水力機械（輸出）

(単位: 台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8413 - 19	ポンプ(その他計器付設置型)	46,320	18,429,216	44,705	18,942,758	-2.7
30	" (ピストンエンジン用)	1,177,434	95,933,078	1,409,171	104,787,362	-8.4
50 - 0010	" (油井用往復容積式)	938	5,636,024	2,436	27,715,359	-79.7
0050	" (ダイアフラム式)	49,838	19,217,178	47,996	19,159,305	0.3
0090	" (その他往復容積式)	9,697	22,571,472	8,944	22,623,572	-0.2
60 - 0050	" (油井用回転容積式)	60	939,739	92	1,055,357	-11.0
0070	" (ローラポンプ)	2,470	929,137	3,972	1,283,476	-27.6
0090	" (その他回転容積式)	9,256	26,495,573	11,545	32,953,073	-19.6
70	" (紙バ用等遠心式)	268,276	234,206,104	246,837	100,092,690	134.0
81	" (タービンポンプその他)	100,731	30,310,412	54,064	49,263,062	-38.5
82	液体エレベータ	1,298	259,327	3,307	1,533,174	-83.1
8414 - 80 - 1618	圧縮機(定置往復式≤11.19KW)	14,863	5,933,306	11,383	4,978,349	19.2
1642	" (" 11.19KW < ≤ 74.6KW)	100	797,517	617	1,356,743	-41.2
1655	" (" > 74.6KW)	300	2,203,830	253	2,958,509	-25.5
1660	" (定置回転式≤11.19KW)	193	367,568	837	1,537,759	-76.1
1667	" (" 11.19KW < ≤ 74.6KW)	312	3,808,946	356	4,515,121	-15.6
1675	" (" > 74.6KW)	211	4,230,020	341	8,279,741	-48.9
1680	" (定置式その他)	22,270	5,309,228	28,696	5,924,348	-10.4
1685	" (携帯式<0.57m3/min.)	89	719,750	139	1,287,845	-44.1
1690	" (携帯式その他)	25,591	3,926,219	14,073	3,070,398	27.9
2015	" (遠心式及び軸流式)	1,275	52,317,337	1,324	85,628,974	-38.9
2055	" (その他圧縮機≤186.5KW)	1,018	6,446,561	495	3,049,093	111.4
2065	" (" 186.5KW < ≤ 746KW)	47	1,174,642	18	769,976	52.6
2075	" (" > 746KW)	8	4,119,539	43	6,283,728	-34.4
9000	" (その他)	233,455	27,217,391	533,731	32,115,646	-15.3
59 - 9080	送風機(その他)	1,364,952	70,662,335	1,177,814	75,301,920	-6.2
10	真空ポンプ	83,355	29,484,160	67,283	28,105,433	4.9
機械類合計		3,414,357	673,645,609	3,670,472	644,572,771	4.5
8413 - 91 - 1000	部品(圧縮点火機関用ポンプ)	X	34,737,340	X	28,104,792	23.6
9010	" (その他エンジン用ポンプ)	X	11,572,652	X	13,069,371	-11.5
9520	" (ポンプ用その他)	X	91,963,564	X	95,379,513	-3.6
92	" (液体エレベータ)	X	832,561	X	697,395	19.4
8414 - 90 - 1080	" (その他送風機)	X	16,999,530	X	15,483,922	9.8
2095	" (その他圧縮機その他)	X	31,764,457	X	30,378,437	4.6
9000	" (真空ポンプ)	X	29,417,891	X	31,370,609	-6.2
部品合計		-	217,287,995	-	214,484,039	1.3
総合計		-	890,933,604	-	859,056,810	3.7

(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:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8426 - 11	クレーン (固定支持式天井クレーン)	32	1,169,588	86	1,749,670	-33.2
12	〃 (移動リフテ・ストラドル)	124	1,881,600	27	1,105,824	70.2
19	〃 (非固定天井・ガントリ等)	143	908,062	167	3,002,407	-69.8
20	〃 (タワークレーン)	9	1,422,771	34	719,407	97.8
30	〃 (門形ジブクレーン)	191	1,279,726	230	856,048	49.5
91	〃 (道路走行車両装備用)	232	4,074,300	439	7,988,185	-49.0
99	〃 (その他のもの)	130	1,708,157	72	1,166,959	46.4
8425 - 39	巻上機 (ウインチ・キャブ:その他)	2,737	6,589,995	12,564	9,372,194	-29.7
11	〃 (プーリタ・ホイスト:電動)	1,858	8,254,084	2,781	10,267,723	-19.6
19	〃 (〃:その他)	7,837	3,276,170	15,751	3,950,642	-17.1
31	〃 (ウインチ・キャブ:電動)	11,472	5,436,819	13,431	6,758,148	-19.6
8428 - 60	〃 (ケーブルカー等けん引装置)	102	255,267	488	1,754,279	-85.4
90 0210	〃 (森林での丸太取扱装置)	109	1,866,924	173	2,913,485	-35.9
0220	〃 (産業用ロボット)	330	8,805,985	407	9,220,389	-4.5
0290	〃 (その他の機械装置)	41,409	34,396,524	31,859	45,345,884	-24.1
8425 - 41	ジャッキ・ホイスト (据付け式)	230	769,721	436	1,481,547	-48.0
42	〃 (液圧式その他)	10,679	3,883,997	14,883	7,651,038	-49.2
49	〃 (その他のもの)	185,046	4,956,249	279,050	9,986,269	-50.4
8428 - 20 - 0010	エスカレーター・エレベータ (空圧式コンベイヤ)	155	2,542,690	396	1,835,675	38.5
0050	〃 (空圧式エレベータ)	234	2,956,642	424	6,752,118	-56.2
10	〃 (非連続エレ・スキップホ)	1,066	13,096,759	2,186	22,693,457	-42.3
40	〃 (エスカレーター・移動歩道)	53	923,511	7	291,911	216.4
31	その他連続式エレベ・コンベイヤ (地下使用形)	94	2,413,963	15	303,387	695.7
32	〃 (その他バケット型)	16	417,231	26	440,154	-5.2
33	〃 (その他ベルト型)	965	13,621,250	1,467	19,191,595	-29.0
39	〃 (その他のもの)	42,581	22,179,485	22,406	26,073,701	-14.9
機械類合計		307,834	149,087,470	399,805	202,872,096	-26.5
8431 - 10 - 0010	部品 (プーリタタック・ホイスト用)	X	3,037,669	X	2,185,672	39.0
0090	〃 (その他巻上機等用)	X	8,879,053	X	9,390,466	-5.4
31 - 0020	〃 (スキップホイスト用)	X	853,511	X	312,132	173.4
0040	〃 (エスカレータ用)	X	887,505	X	666,146	33.2
0060	〃 (非連続作動エレベータ用)	X	7,525,216	X	9,729,549	-22.7
39 - 0010	〃 (空圧式エレベ・コンベ用)	X	26,658,335	X	26,248,157	1.6
0050	〃 (石油・ガス田機械装置用)	X	4,961,120	X	8,719,668	-43.1
0090	〃 (その他の運搬機械用)	X	33,018,824	X	35,404,969	-6.7
49 - 1010	〃 (天井・ガント・門形等用)	X	6,457,799	X	6,621,020	-2.5
1060	〃 (移動リ・ストラドル等用)	X	4,250,315	X	1,203,969	253.0
1090	〃 (その他クレーン用)	X	12,525,609	X	9,196,616	36.2
部品合計		-	109,054,956	-	109,678,364	-0.6
総合計		-	258,142,426	-	312,550,460	-17.4

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%) ・「X」は、数量不明である。
・8425.20.0000巻上機(ウインチ・坑口巻上)は、8425.39.0100巻上機(ウインチ・キャブスタン:その他)に統合された。
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: 台・ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8455 - 10	圧延機(管圧延機)	35	780,596	56	3,722,839	-79.0
21	“(熱間及び熱・冷組合せ)	5	339,513	11	839,947	-59.6
22	“(冷間圧延用)	113	940,431	117	2,172,044	-56.7
8462 - 10	鑄造機等	119	8,619,661	394	40,873,061	-78.9
21	ベンディング等(数値制御式)	6,549	6,077,163	950	3,773,554	61.0
29	“(その他)	1,721	7,371,336	3,211	9,408,904	-21.7
31	剪断機(数値制御式)	8	279,836	4	182,964	52.9
39	“(その他)	680	1,292,462	321	971,345	33.1
41	パンチング等(数値制御式)	34	3,648,853	42	2,911,018	25.3
49	“(その他)	317	1,176,566	416	3,092,117	-61.9
91	液圧プレス	279	6,910,523	158	4,124,135	67.6
99	その他	360	6,075,488	356	2,586,128	134.9
機械類合計		10,220	43,512,428	6,036	74,658,056	-41.7
8455 - 90	部品(圧延機用) *	72,303	3,495,205	212,142	3,680,204	-5.0
部品合計		-	3,495,205	-	3,680,204	-5.0
総合計		-	47,007,633	-	78,338,260	-40.0

(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: 台・ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8450 - 12	洗濯機(10kg以下遠心脱水)	219	87,065	422	228,136	-61.8
19	“(”・その他)	235	102,656	162	65,110	57.7
20	“(10kg超)	50,825	21,125,986	59,861	23,670,921	-10.8
8451 - 10	ドライクリーニング機	12	97,453	14	148,715	-34.5
29 - 0010	乾燥機(10kg超・品物用)	6,400	3,908,005	17,409	10,601,329	-63.1
機械類合計		57,691	25,321,165	77,868	34,714,211	-27.1
8450 - 90	部品(洗濯機用)	X	1,883,585	X	2,035,298	-7.5
部品合計		-	1,883,585	-	2,035,298	-7.5
総合計		-	27,204,750	-	36,749,509	-26.0

(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

(9) 動力伝導装置 (輸出)

(単位: 台・ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8483 - 40 - 1000	トルクコンバータ	11,670	8,413,047	10,986	10,798,715	-22.1
4010	ギヤボックス等変速機(固定比)	6,972	22,859,668	8,698	25,428,818	-10.1
4050	“(手動可変式)	19,924	72,700,765	11,730	66,054,204	10.1
7000	“(その他)	2,419	5,214,104	1,573	4,902,080	6.4
9000	歯車及び歯車伝導機	X	27,276,331	X	35,797,638	-23.8
機械類合計		-	136,463,915	-	142,981,455	-4.6
8483 - 90 - 5000	部品(ギヤボックス等変速機用)	X	47,460,213	X	51,432,118	-7.7
部品合計		-	47,460,213	-	51,432,118	-7.7
総合計		-	183,924,128	-	194,413,573	-5.4

(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

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

(単位:台、ドル・百円:\$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8402 - 11	水管ボイラ(>45t/h) *	268	782,780	48	744,368	5.2
12	水管ボイラ(<45t/h) *	132	1,394,071	130	1,356,753	2.8
19	その他蒸気発生ボイラ *	254	2,953,921	183	2,099,556	40.7
20	過熱水ボイラ *	6	63,873	3	66,309	-3.7
90 - 0010	部品品(熱交換器) *	74	571,887	72	195,177	193.0
8404 - 10 - 0010	補助機器(エコノマイザ) *	1	8,125	33	92,658	-91.2
0050	補助機器(その他) *	167	2,228,194	466	5,613,850	-60.3
20	蒸気原動機用復水器 *	65	275,987	456	1,768,785	-84.4
8406 - 10	蒸気タービン(船用)	0	0	0	0	-
81	蒸気タービン(>40MW)	0	0	56	889,839	-100.0
82	蒸気タービン(≤40MW)	6	3,023	12	499,434	-99.4
8410 - 11	液体タービン(≤1MW)	6	7,256	1	2,445	196.8
12	液体タービン(≤10MW)	0	0	5	3,599	-100.0
13	液体タービン(>10MW)	0	0	2	880,220	-100.0
8411 - 81	ガスタービン(≤5MW)	55	31,102,995	85	24,051,697	29.3
82	ガスタービン(>5MW)	5	14,579,670	7	33,149,904	-56.0
8412 - 21	液体原動機(シリンダ)	680,003	93,439,000	688,171	108,512,214	-13.9
29	液体原動機(その他)	111,051	70,343,509	113,615	76,490,353	-8.0
31	気体原動機(シリンダ)	611,719	26,768,555	529,707	21,798,864	22.8
39	気体原動機(その他)	128,379	8,148,499	75,598	12,031,108	-32.3
80	その他原動機	X	8,619,438	X	10,398,402	-17.1
機械類合計		-	261,290,783	-	300,645,535	-13.1
8402 - 90 - 0090	部品(ボイラ用)	X	16,180,382	X	22,913,513	-29.4
8404 - 90	部品(補助機器用)	X	2,383,572	X	2,419,040	-1.5
8406 - 90	部品(蒸気タービン用)	X	8,589,072	X	32,157,529	-73.3
8410 - 90	部品(液体タービン用)	X	3,254,546	X	5,240,639	-37.9
8411 - 99	部品(ガスタービン用)	X	173,226,716	X	163,474,946	6.0
8412 - 90	部品(その他)	X	228,821,841	X	323,415,607	-29.2
部品合計		-	432,456,129	-	549,621,274	-21.3
総合計		-	693,746,912	-	850,266,809	-18.4

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

・「X」は、数量不明である。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

(2) 鋸山機械(輸入)

(単位:台、ドル・百円:\$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8430 - 49	せん孔機	X	3,489,469	X	10,580,464	-67.0
8467 - 19 - 5060	さく岩機(手持工具)	193,841	10,430,081	146,675	7,843,066	33.0
8474 - 10	選別機	1,223	13,947,094	783	38,270,675	-63.6
20	破砕機	758	12,961,691	429	20,385,713	-36.4
39	混合機	3,322	1,711,721	393	2,836,125	-39.6
機械類合計		-	42,540,056	-	79,916,043	-46.8
8474 - 90	部品	X	51,782,688	X	48,177,805	7.5
部品合計		-	51,782,688	-	48,177,805	7.5
総合計		-	94,322,744	-	128,093,848	-26.4

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

(3) 化学機械 (輸入)

(単位:台、ドル・百円;\$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
7309 - 00	タンク	70,982	38,708,740	67,727	27,105,614	42.8
8419 - 19	温度処理機械(湯沸器)	202,495	43,714,410	187,562	37,320,062	17.1
20	"(滅菌器)	20,709	15,952,682	18,907	18,251,628	-12.6
32	"(乾燥機・紙パ用)	66	1,702,090	99	1,877,834	-9.4
39	"(乾燥機・その他)	10,509	10,250,846	14,882	20,565,050	-50.2
40	"(蒸留機)	12,097	10,448,748	10,404	14,920,906	-30.0
50	"(熱交換装置)	1,011,073	86,581,966	894,629	116,685,693	-25.8
60	"(気体液化装置)	388	19,081,398	119	2,727,139	599.7
89	"(その他)	287,191	61,442,299	477,812	68,514,402	-10.3
8405 - 10	発生炉ガス発生機	X	1,282,045	X	2,422,830	-47.1
8479 - 82	混合機	171,543	46,290,317	117,551	44,257,134	4.6
8401 - 20	分離ろ過機(同位体用) *	0	0	3	78,647	-100.0
8421 - 19	"(遠心分離機)	177,600	20,920,028	90,724	18,615,979	12.4
29	"(液体ろ過機)	27,760,303	83,016,822	23,509,575	72,301,998	14.8
39	"(気体ろ過機)	X	466,479,924	X	318,927,647	46.3
8439 - 10	紙パ製造機械(バルブ用)	3	46,568	16	221,563	-79.0
20	"(製紙用)	14	941,458	304	13,619,280	-93.1
30	"(仕上用)	23	7,976,196	236	4,524,907	76.3
8441 - 10	"(切断機)	491,127	50,368,518	452,591	36,621,613	37.5
40	"(成形用)	31	606,062	165	4,891,550	-87.6
80	"(その他)	705	40,748,151	299	29,054,710	40.2
機械類合計		-	#####	-	853,506,186	17.9
8405 - 90	部品(ガス発生機械用)	X	181,403	X	842,881	-78.5
8419 - 90 - 2000	部品(紙パ用)	X	9,473,607	X	2,443,835	287.7
8421 - 91	部品(遠心分離機用)	X	10,545,162	X	13,313,501	-20.8
99	部品(ろ過機用)	X	128,635,092	X	121,739,924	5.7
8439 - 91	部品(バルブ製造機用)	X	13,192,513	X	7,834,879	68.4
99	部品(製紙・仕上機用)	X	25,607,702	X	19,730,727	29.8
8441 - 90	部品(その他紙パ製造機用)	X	17,482,149	X	15,254,843	14.6
部品合計		-	205,117,628	-	181,160,590	13.2
総合計		-	#####	-	1,034,666,776	17.1

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

・「X」は、数量不明である。

出典:米国商務省センサス局の輸出入統計

(4) プラスチック機械 (輸入)

(単位:台、ドル・百円;\$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8477 - 10	射出成形機	1,829	79,384,732	383	70,839,689	12.1
20	押出成形機	58	13,450,631	79	11,652,849	15.4
30	吹込み成形機	124	45,022,241	37	20,216,909	122.7
40	真空成形機	86	8,498,283	190	13,184,468	-35.5
51	その他の機械(成形用)	25	1,112,428	51	2,850,666	-61.0
59	その他のもの(成形用)	173	8,776,285	122	7,079,613	24.0
80	その他の機械	7,551	35,065,822	12,287	50,863,369	-31.1
機械類合計		9,846	191,310,422	13,149	176,687,563	8.3
8477 - 90	部品	X	88,948,826	X	99,575,258	-10.7
部品合計		-	88,948,826	-	99,575,258	-10.7
総合計		-	280,259,248	-	276,262,821	1.4

(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

(5) 風水力機械（輸入）

(単位:台、ドル・百円;\$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8413 - 19	ポンプ(その他計器付設型)	544,899	20,874,492	292,117	17,813,028	17.2
30	" (ピストンエンジン用)	5,313,940	208,338,831	5,369,216	206,960,187	0.7
50 - 0010	" (油井用往復容積式)	682	3,304,568	380	9,661,417	-65.8
0050	" (ダイヤフラム式)	320,191	11,677,542	287,118	10,314,796	13.2
0090	" (その他往復容積式)	277,759	17,924,159	464,889	19,479,985	-8.0
60 - 0050	" (油井用回転容積式)	32	121,622	250	309,372	-60.7
0070	" (ローラポンプ)	2,074	1,609,665	1,886	1,431,041	12.5
0090	" (その他回転容積式)	322,413	15,986,396	351,887	18,243,976	-12.4
70	" (紙パ用等遠心式)	3,405,506	117,587,363	3,599,953	117,652,758	-0.1
81	" (タービンポンプその他)	786,727	29,146,081	886,153	36,643,936	-20.5
82	液体エレベータ	2,694	718,207	9,913	387,870	85.2
8414 - 80 - 1605	圧縮機(定置往復式≤746W)	88,796	7,439,397	95,192	3,734,373	99.2
1615	" ("746W < ≤4.48KW)	20,054	2,568,838	28,090	4,277,674	-39.9
1625	" ("4.48KW < ≤8.21KW)	5,116	1,629,000	4,474	1,438,864	13.2
1635	" ("8.21KW < ≤11.19KW)	939	714,476	2,107	1,309,473	-45.4
1640	" ("11.19KW < ≤19.4KW)	205	306,651	80	316,833	-3.2
1645	" ("19.4KW < ≤74.6KW)	150	222,619	64	642,455	-65.3
1655	" (" >74.6KW)	222	1,665,784	128	1,095,007	52.1
1660	" (定置回転式≤11.19KW)	2,309	4,248,171	6,005	4,171,741	1.8
1665	" ("11.19KW < <22.38KW)	1,864	4,529,339	2,549	5,982,932	-24.3
1670	" ("22.38KW ≤ ≤74.6KW)	400	4,644,503	423	4,477,503	3.7
1675	" (" >74.6KW)	707	22,252,435	402	11,994,608	85.5
1680	" (定置式その他)	47,191	11,461,834	71,918	13,924,959	-17.7
1685	" (携帯式<0.57m ³ /min.)	1,037,339	31,164,106	707,007	23,822,344	30.8
1690	" (携帯式その他)	212,179	7,200,349	200,060	6,921,334	4.0
2015	" (遠心式及び軸流式)	1,233	6,351,308	875	42,352,676	-85.0
2055	" (その他圧縮機≤186.5KW)	51,095	4,590,502	26,900	6,427,922	-28.6
2065	" ("186.5KW < ≤746KW)	4	943,963	26	1,390,365	-32.1
2075	" (" >746KW)	37	9,187,851	38	15,960,890	-42.4
9000	" (その他)	391,518	9,831,063	417,119	12,239,345	-19.7
8414 - 59 - 6560	送風機(その他遠心式)	1,709,249	37,348,712	1,642,411	40,603,070	-8.0
6590	" (その他軸流式)	3,205,554	72,091,999	2,913,391	51,310,366	40.5
6595	" (その他)	1,156,284	31,417,051	1,072,687	36,847,576	-14.7
10	真空ポンプ	773,722	48,589,225	814,209	54,945,660	-11.6
機械類合計		19,683,084	747,688,102	19,269,917	785,086,336	-4.8
8413 - 91 - 1000	部品(圧縮点火機関用ポンプ)	X	18,255,790	X	11,959,982	52.6
2000	" (紙パ用ストックポンプ)	X	1,124,087	X	1,995,184	-43.7
9010	" (その他エンジン用ポンプ)	X	22,807,971	X	26,128,571	-12.7
9096	" (ポンプ用その他)	X	93,062,214	X	106,389,350	-12.5
92	" (液体エレベータ)	X	1,045,261	X	1,152,878	-9.3
8414 - 90 - 1080	" (その他送風機)	X	22,373,855	X	23,964,546	-6.6
4165	" (その他圧縮機ハウジング)	456,123	12,303,355	345,699	10,602,237	16.0
4175	" (その他圧縮機その他)	X	40,407,062	X	40,229,254	0.4
9040	" (真空ポンプ)	X	4,993,393	X	5,037,286	-0.9
9080	" (その他)	X	19,635,863	X	16,142,361	21.6
部品合計		-	236,008,851	-	243,601,649	-3.1
総合計		-	983,696,953	-	1,028,687,985	-4.4

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%)

・「X」は、数量不明である。

出典:米商務省センサス局の輸出入統計

(6) 運搬機械（輸入）

(単位: 台、ドル・百円: \$1=100円)

HS コード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8426 - 11	クレーン					
	(固定支持式天井クレーン)	42	622,791	101	2,703,954	-77.0
12	" (移動リフテ・ストラドル)	77	9,796,145	146	19,722,802	-50.3
19	" (非固定天井・ガントリ等)	1,192	3,788,071	703	29,995,997	-87.4
20	" (タワークレーン)	29	961,768	170	7,185,400	-86.6
30	" (門形ジブクレーン)	56	1,141,566	18	844,856	35.1
91	" (道路走行車両装備用)	199	8,676,567	273	11,529,488	-24.7
99	" (その他のもの)	2,616	3,692,171	315	4,708,461	-21.6
8425 - 39	巻上機					
	(ウィン・キャブ:その他)	1,381,913	13,528,029	1,061,663	17,934,764	-24.6
11	" (プーリタ・ホイス:電動)	37,617	5,656,895	25,896	7,776,825	-27.3
19	" (" :その他)	3,978,683	7,827,909	3,172,083	8,081,673	-3.1
31	" (ウィンチ・キャブ:電動)	94,973	13,358,382	113,191	13,525,214	-1.2
8428 - 60	" (ケーブルカー等けん引装置)	126	557,463	4	129,315	331.1
90 - 0110	" (森林での丸太取扱装置)	744	9,349,279	182	6,226,167	50.2
0120	" (産業用ロボット)	4,128	80,904,850	2,459	44,767,818	80.7
0190	" (その他の機械装置)	653,350	182,734,235	587,161	179,495,042	1.8
8425 - 41	ジャッキ・ホイス					
	(据付け式)	44,473	4,818,464	22,479	4,585,466	5.1
42	" (液圧式その他)	636,438	32,773,432	617,012	28,692,449	14.2
49	" (その他のもの)	1,889,717	35,107,832	1,781,489	25,698,870	36.6
8428 - 20 - 0010	エスカレータ・エレベータ					
	(空圧式コンベイヤ)	1,192	8,285,634	652	8,092,290	2.4
0050	" (空圧式エレベータ)	185	2,105,568	150	2,430,032	-13.4
10	" (非連続エレ・スキップホイス)	3,579	23,108,237	11,550	14,736,788	56.8
40	" (エスカレータ・移動歩道)	86	3,341,848	176	1,676,952	99.3
31	その他連続式エレベ・コンベイヤ					
	(地下使用形)	14	159,731	4	106,432	50.1
32	" (その他バケット型)	1,296	1,410,097	374	1,291,672	9.2
33	" (その他ベルト型)	7,422	37,534,489	5,267	55,240,590	-32.1
39	" (その他のもの)	146,491	80,210,275	93,445	93,543,189	-14.3
機械類合計		8,886,638	571,451,728	7,496,963	590,722,506	-3.3
8431 - 10 - 0010	部品					
	(プーリタタック・ホイス用)	X	5,678,335	X	6,363,658	-10.8
0090	" (その他巻上機等用)	X	9,820,203	X	24,330,114	-59.6
31 - 0020	" (スキップホイス用)	X	742,174	X	190,636	289.3
0040	" (エスカレータ用)	X	698,625	X	1,932,424	-63.8
0060	" (非連続作動エレベータ用)	X	23,503,701	X	22,890,468	2.7
39 - 0010	" (空圧式エレベ・コンベ用)	X	72,258,057	X	67,294,405	7.4
0050	" (石油・ガス田機械装置用)	X	1,832,837	X	3,199,335	-42.7
0070	" (森林での丸太取扱装置用)	X	3,230,330	X	2,520,765	28.1
0080	" (その他巻上機用)	X	60,860,653	X	60,903,284	-0.1
49 - 1010	" (天井・ガント・門形等用)	X	9,227,785	X	8,218,848	12.3
1060	" (移動リ・ストラドル等用)	X	1,882,228	X	3,193,189	-41.1
1090	" (その他クレーン用)	X	10,513,004	X	15,860,122	-33.7
部品合計		-	200,247,932	-	216,897,248	-7.7
総合計		-	771,699,660	-	807,619,754	-4.4

(注) ・「Ch.」は、金額対前年比伸び率(%) ・「X」は、数量不明である。
 ・8425.20.0000巻上機(ウィンチ・坑口巻上)は、8425.39.0100巻上機(ウィンチ・キャブスタン:その他)に統合された。
 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:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8455 - 10	圧延機(管圧延機)	37	227,108	90	336,911	-32.6
21	“(熱間及び熱・冷組合せ)	62	2,192,879	14	141,124	1453.9
22	“(冷間圧延用)	892	7,691,566	197	1,056,384	628.1
8462 - 10	鑄造機等	946	20,933,127	601	43,802,488	-52.2
21	ペンディング等(数値制御式)	177	15,184,051	187	24,677,638	-38.5
29	“(その他)	11,217	14,602,246	14,967	19,655,905	-25.7
31	剪断機(数値制御式)	57	1,884,675	14	340,462	453.6
39	“(その他)	1,209	2,422,439	2,763	3,965,299	-38.9
41	パンチング等(数値制御式)	31	5,617,812	21	4,934,640	13.8
49	“(その他)	472	575,114	1,121	3,679,765	-84.4
91	液圧プレス	2,172	8,603,935	2,470	7,022,062	22.5
99	その他	667	5,128,505	1,046	8,484,657	-39.6
機械類合計		17,939	85,063,457	23,491	118,097,335	-28.0
8455 - 90	部品(圧延機用) *	3,212,735	37,644,032	2,499,221	21,500,394	75.1
部品合計		-	37,644,032	-	21,500,394	75.1
総合計		-	122,707,489	-	139,597,729	-12.1

(注) ・「Ch.」は、金額対前年伸び率(%) ・「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:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8450 - 12	洗濯機(10kg以下遠心脱水)	2,368	279,883	800	86,245	224.5
19	“(その他)	24,609	480,837	13,851	353,233	36.1
20	“(10kg超)	178,140	73,834,067	48,532	24,904,095	196.5
8451 - 10	ドライクリーニング機	19	727,277	51	1,837,603	-60.4
29 - 0010	乾燥機(10kg超・品物用)	152,937	55,020,427	89,520	29,149,453	88.8
機械類合計		358,073	130,342,491	152,754	56,330,629	131.4
8450 - 90	部品(洗濯機用)	X	20,712,481	X	25,139,466	-17.6
部品合計		-	20,712,481	-	25,139,466	-17.6
総合計		-	151,054,972	-	81,470,095	85.4

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

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

(9) 動力伝導装置 (輸入)

(単位:台、ドル・百円: \$1=100円)

HSコード	品名	2021年01月		2020年01月		Ch.(%)
		数量	金額	数量	金額	
8483 - 40 - 1000	トルクコンバータ	214,436	8,050,649	252,552	18,980,694	-57.6
3040	ギヤボックス等変速機(固定比・紙パ機械用)	6,126	316,079	13,816	525,319	-39.8
3080	“(手動可変式・紙パ機械用)	29,370	1,225,176	11,050	1,010,545	21.2
5010	“(固定比・その他)	1,004,101	112,760,861	775,493	139,200,128	-19.0
5050	“(手動可変式・その他)	900,048	32,543,560	412,497	35,866,902	-9.3
7000	“(その他)	307,864	11,573,641	97,565	14,426,147	-19.8
9000	歯車及び歯車伝導機	X	56,473,442	X	43,847,918	28.8
機械類合計		-	222,943,408	-	253,857,653	-12.2
8483 - 90 - 5000	部品(ギヤボックス等変速機用)	X	106,812,425	X	96,664,748	10.5
部品合計		-	106,812,425	-	96,664,748	10.5
総合計		-	329,755,833	-	350,522,401	-5.9

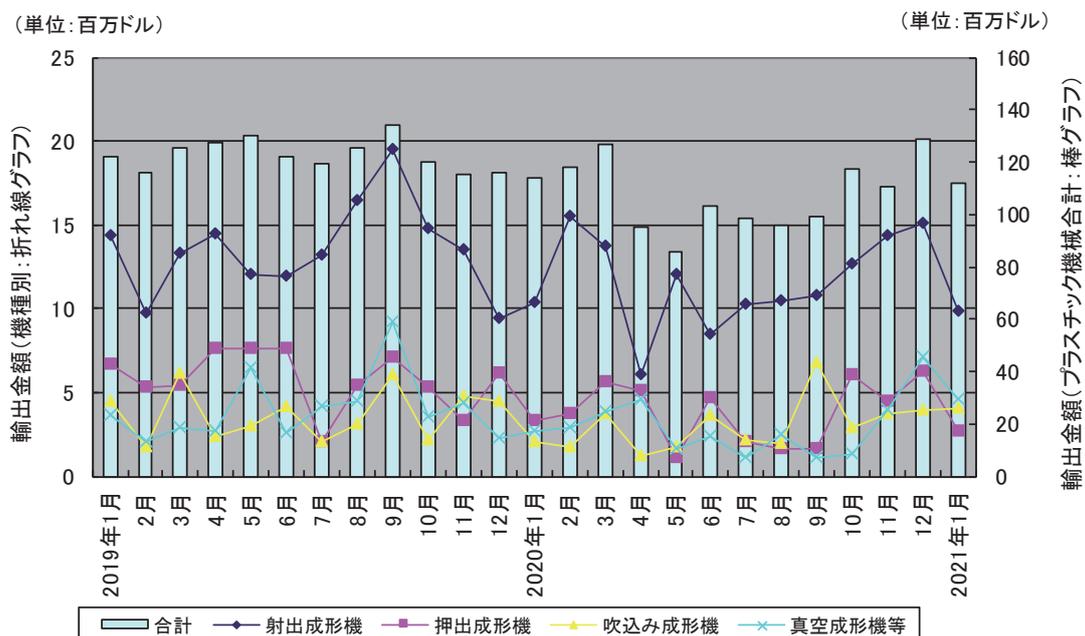
(注) ・「Ch.」は、金額対前年伸び率(%) ・「X」は、数量不明である。

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

●米国プラスチック機械の輸出入統計（2021年1月）

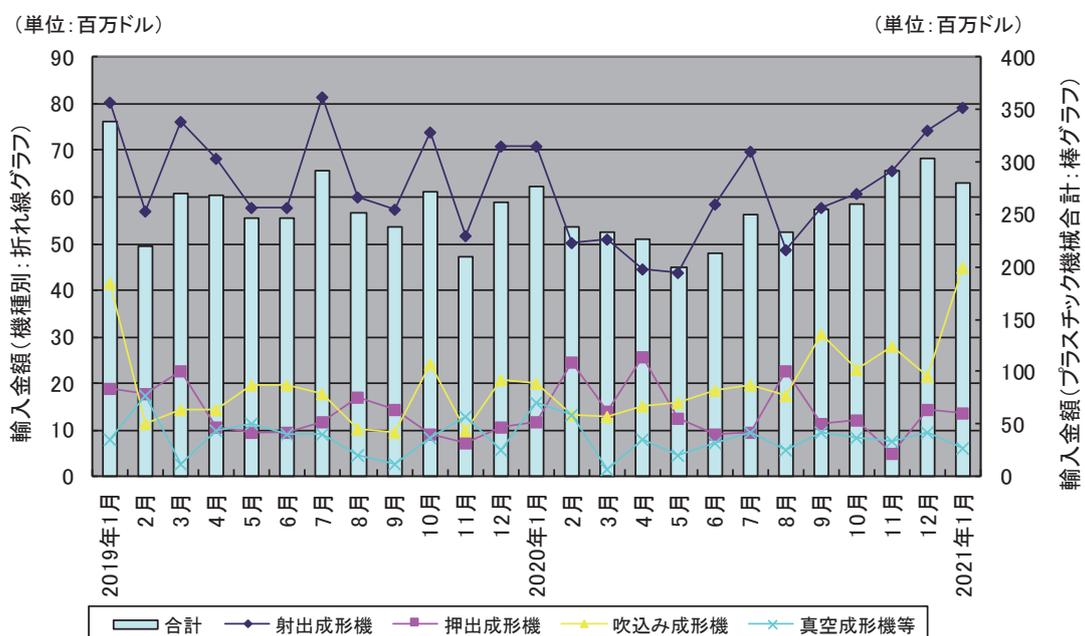
米国商務省センサス局の輸出入統計に基づく、2021年1月の米国におけるプラスチック機械の輸出入の概要は、次のとおりである。

- (1) プラスチック機械の輸出は、全体で1億1,186万ドル（対前年同月比1.7%減）となった。輸出先は、カナダが2,644万ドル（同32.9%増）で最も大きく、次いでメキシコが2,237万ドル（同28.2%減）、中国が1,009万ドル（同51.5%増）、ドイツが949万ドル（同27.5%減）と続く。機種別の輸出金額は、射出成形機は984万ドル（同4.5%減）、押出成形機は273万ドル（同18.7%減）、吹込み成形機は409万ドル（同96.8%増）、真空成形機及びその他の熱成形機（以下「真空成形機等」という。）は454万ドル（同66.3%増）となり、部分品は6,462万ドル（同1.4%増）となった。
- (2) プラスチック機械の輸入は、全体で2億8,026万ドル（同1.4%増）となった。輸入元は、ドイツが7,469万ドル（同6.6%減）で最も大きく、次いでカナダが4,366万ドル（同1.5%減）、日本が2,889万ドル（同19.5%増）、イタリアが2,675万ドル（同9.4%減）と続く。機種別の輸入金額は、射出成形機は7,938万ドル（同12.1%増）、押出成形機は1,345万ドル（同15.4%増）、吹込み成形機は4,502万ドル（同122.7%増）、真空成形機等は850万ドル（同35.5%減）となり、部分品は8,895万ドル（同10.7%減）となった。
- (3) プラスチック機械の対日輸出は、全体で182万ドル（同35.2%減）となり、全輸出金額に占める割合は1.6%となった。
- (4) プラスチック機械の対日輸入は、全体で2,889万ドル（同19.5%増）となり、全輸入金額に占める割合は、10.3%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、1,731万ドル（同16.2%増）となった。
- (5) プラスチック機械輸出の単純平均単価は、射出成形機が96.5千ドル、押出成形機が170.6千ドル、吹込み成形機が68.1千ドル、真空成形機等が21.8千ドルとなった。また、全機種の単純平均単価は、27.3千ドルとなった。
- (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43.4千ドル、押出成形機が231.9千ドル、吹込み成形機が363.1千ドル、真空成形機等が98.8千ドルとなった。また、全機種の単純平均単価は、19.4千ドルとなった。なお、対日輸入の射出成形機の単純平均単価は174.9千ドルとなった。



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 (2021年01月)

(単位:台、ドル・百円:\$1=100円)

輸出先 国名	プラスチック機械合計						射出成形機				
	2021年01月		2020年01月		輸出金額 増減	輸出金額 伸び率(%)	2021年01月		2020年01月		輸出金額 伸び率(%)
	数量	金額	数量	金額			数量	金額	数量	金額	
アイルランド	13	815,714	2	897,121	-81,407	-9.1	0	0	0	0	-
イギリス	50	2,676,098	63	1,746,331	929,767	53.2	16	488,502	0	0	-
フランス	18	1,722,459	7	1,042,069	680,390	65.3	0	0	0	0	-
ドイツ	251	9,488,355	147	13,085,996	-3,597,641	-27.5	0	0	8	700,000	-100.0
イタリア	19	1,410,873	2	386,042	1,024,831	265.5	0	0	0	0	-
トルコ	11	744,741	14	511,599	233,142	45.6	1	143,250	0	0	-
小計	362	16,858,240	235	17,669,158	-810,918	-4.6	17	631,752	8	700,000	-9.7
カナダ	241	26,440,131	160	19,895,075	6,545,056	32.9	17	1,746,093	6	1,273,783	37.1
メキシコ	341	22,367,255	288	31,167,075	-8,799,820	-28.2	65	6,931,165	82	7,515,618	-7.8
コスタリカ	13	791,251	7	795,872	-4,621	-0.6	0	0	0	0	-
コロンビア	102	709,799	27	962,841	-253,042	-26.3	0	0	0	0	-
ベネズエラ	0	5,240	0	123,254	-118,014	-95.7	0	0	0	0	-
ブラジル	17	1,525,663	48	1,666,677	-141,014	-8.5	0	0	1	49,308	-100.0
チリ	8	628,262	6	2,408,222	-1,779,960	-73.9	0	0	1	45,514	-100.0
小計	714	51,839,339	530	54,610,794	-2,771,455	-5.1	82	8,677,258	89	8,838,709	-1.8
日本	70	1,822,203	43	2,811,582	-989,379	-35.2	0	0	0	0	-
韓国	63	4,365,434	140	3,400,583	964,851	28.4	0	0	0	0	-
中国	122	10,092,969	256	6,662,395	3,430,574	51.5	1	272,441	1	205,000	32.9
台湾	24	2,615,577	5	423,301	2,192,276	517.9	0	0	0	0	-
シンガポール	1	1,957,746	2	1,597,856	359,890	22.5	0	0	0	0	-
タイ	14	1,932,553	53	3,031,467	-1,098,914	-36.3	0	0	1	96,467	-100.0
インド	76	2,821,227	32	3,600,225	-778,998	-21.6	1	43,055	0	0	-
小計	370	25,607,709	531	21,527,409	4,080,300	19.0	2	315,496	2	301,467	4.7
その他	287	17,555,589	239	19,948,626	-2,393,037	-12.0	1	219,278	7	466,514	-53.0
合計	1,733	111,860,877	1,535	113,755,987	-1,895,110	-1.7	102	9,843,784	106	10,306,690	-4.5

輸出先 国名	押出成形機			吹込み成形機			真空成形機等			部分品	
	2021年01月		輸出金額 伸び率(%)	2021年01月		輸出金額 伸び率(%)	2021年01月		輸出金額 伸び率(%)	21年01月	
	数量	金額		数量	金額		数量	金額		金額	伸び率(%)
アイルランド	0	0	-	9	209,482	98.0	0	0	-	547,872	-26.6
イギリス	1	192,841	-	0	0	-100.0	0	0	-	1,353,842	-3.6
フランス	0	0	-	5	325,000	-	0	0	-	946,878	-4.4
ドイツ	1	39,970	-	0	0	-100.0	2	13,295	-94.9	4,731,766	-41.9
イタリア	0	0	-	0	0	-	0	0	-	282,252	1.7
トルコ	0	0	-	0	0	-	1	7,228	-	261,263	52.8
小計	2	232,811	-	14	534,482	97.4	3	20,523	-92.2	8,123,873	-30.8
カナダ	2	57,336	-83.4	12	249,409	389.8	23	538,048	1,568.4	20,948,833	34.5
メキシコ	0	0	-100.0	13	2,131,918	-	91	2,061,649	20.2	8,426,201	-10.1
コスタリカ	1	153,640	176.1	6	122,283	34.7	0	0	-	393,325	-35.4
コロンビア	1	180,000	-	0	0	-	0	0	-	326,464	-15.1
ベネズエラ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	5,240	-95.7
ブラジル	0	0	-	0	0	-100.0	0	0	-	1,434,182	99.2
チリ	0	0	-	0	0	-	0	0	-100.0	552,727	-75.8
小計	4	390,976	-74.8	31	2,503,610	484.0	114	2,599,697	48.8	31,534,245	17.7
日本	0	0	-	0	0	-	3	26,475	28.4	823,230	-55.9
韓国	4	147,000	-	4	200,100	137.6	0	0	-	3,036,780	150.8
中国	3	1,710,000	-	7	324,000	-	86	1,875,461	190.0	4,775,932	225.4
台湾	0	0	-	0	0	-	0	0	-	443,634	130.1
シンガポール	0	0	-	0	0	-	0	0	-100.0	1,945,746	23.9
タイ	0	0	-100.0	0	0	-100.0	0	0	-	1,430,680	74.5
インド	0	0	-100.0	0	0	-	0	0	-	1,103,197	-61.6
小計	7	1,857,000	15.6	11	524,100	-16.6	89	1,901,936	178.2	13,559,199	35.5
その他	3	248,745	26.0	4	525,000	-29.9	2	15,000	-57.6	11,399,090	-25.0
合計	16	2,729,532	-18.7	60	4,087,192	96.8	208	4,537,156	66.3	64,616,407	1.4

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

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

出典: 米国商務省センサス局の輸出入統計

表2 米国プラスチック機械の国別輸入統計(2021年01月)

(単位:台、ドル・百円:\$1=100円)

輸入元 国名	プラスチック機械合計						射出成形機					
	2021年01月		2020年01月		輸入金額 増減	輸入金額 伸び率(%)	2021年01月		2020年01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	52	1,699,143	5,968	6,743,949	-5,044,806	-74.8	2	22,525	5	85,782	-73.7	
スペイン	7	819,265	2	533,621	285,644	53.5	0	0	0	0	-	
フランス	382	7,002,232	75	8,335,966	-1,333,734	-16.0	8	950,822	4	1,278,540	-25.6	
オランダ	319	1,350,037	28	3,411,042	-2,061,005	-60.4	0	0	0	0	-	
ドイツ	748	74,691,332	706	79,969,798	-5,278,466	-6.6	70	15,700,157	87	18,613,213	-15.7	
スイス	43	12,781,147	137	7,263,787	5,517,360	76.0	10	4,797,594	1	160,979	2,880.3	
オーストリア	94	24,240,140	81	20,454,593	3,785,547	18.5	43	11,422,960	53	15,452,410	-26.1	
ハンガリー	9	59,108	18	55,828	3,280	5.9	0	0	0	0	-	
イタリア	715	26,751,180	143	29,538,125	-2,786,945	-9.4	3	27,521	6	3,023,423	-99.1	
ルーマニア	0	2,373	0	135,835	-133,462	-98.3	0	0	0	0	-	
チェコ	295	2,373	150	135,835	-133,462	-98.3	0	0	0	0	-	
ポーランド	3	348,995	7	417,942	-68,947	-16.5	0	0	0	0	-	
小計	2,667	149,747,325	7,315	156,996,321	-7,248,996	-4.6	136	32,921,579	156	38,614,347	-14.7	
カナダ	415	43,656,186	2,145	44,310,582	-654,396	-1.5	29	12,452,142	15	6,972,179	78.6	
ブラジル	2	375,582	1	736,791	-361,209	-49.0	0	0	0	0	-	
小計	417	44,031,768	2,146	45,047,373	-1,015,605	-2.3	29	12,452,142	15	6,972,179	78.6	
日本	145	28,888,287	276	24,165,744	4,722,543	19.5	99	17,313,197	97	14,903,141	16.2	
韓国	26	7,072,474	93	6,134,395	938,079	15.3	18	4,361,609	33	3,576,471	22.0	
中国	4,399	20,437,783	2,800	16,496,770	3,941,013	23.9	116	7,079,512	43	2,386,587	196.6	
台湾	1,437	9,835,897	32	6,860,231	2,975,666	43.4	1385	1,520,173	7	1,560,330	-2.6	
タイ	440	4,411,046	47	3,968,659	442,387	11.1	30	3,062,848	20	1,935,409	58.3	
インド	25	2,459,459	27	4,644,965	-2,185,506	-47.1	11	536,471	11	888,775	-39.6	
小計	6,472	73,104,946	3,275	62,270,764	10,834,182	17.4	1,659	33,873,810	211	25,250,713	34.1	
その他	290	13,375,209	413	11,948,363	1,426,846	11.9	5	137,201	1	2,450	5,500.0	
合計	9,846	280,259,248	13,149	276,262,821	3,996,427	1.4	1,829	79,384,732	383	70,839,689	12.1	

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	
	2021年01月		輸入金額 伸び率(%)	2021年01月		輸入金額 伸び率(%)	2021年01月		輸入金額 伸び率(%)	21年01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	0	0	-	0	0	-	3	31,620	-97.7	1,374,554	-69.8
スペイン	0	0	-	1	513,898	-	0	0	-100.0	192,729	-32.8
フランス	0	0	-100.0	1	1,616,916	37.3	20	825,200	2,610.0	3,585,375	8.1
オランダ	0	0	-100.0	0	0	-	0	0	-	902,178	-72.9
ドイツ	21	4,628,666	21.2	38	19,742,986	47.3	0	0	-100.0	21,773,174	22.0
スイス	0	0	-100.0	1	974,935	-	0	0	-	3,686,001	366.2
オーストリア	18	4,558,289	-	2	32,931	-95.1	0	0	-	2,133,807	-40.6
ハンガリー	0	0	-	0	0	-	0	0	-	32,133	89.0
イタリア	4	1,639,568	-9.3	26	12,177,070	-	31	4,124,410	120.2	5,084,721	-49.9
ルーマニア	0	0	-	0	0	-	0	0	-	2,373	-98.3
チェコ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	2,373	-98.3
ポーランド	0	0	-	0	0	-	0	0	-	286,880	-1.5
小計	43	10,826,523	25.3	69	35,058,736	129.9	54	4,981,230	-52.3	39,056,298	-13.3
カナダ	1	124,459	-30.6	1	26,145	-97.6	3	349,299	17.7	26,396,313	-10.4
ブラジル	1	125,000	-	0	0	-	0	0	-	241,782	-67.0
小計	2	249,459	39.1	1	26,145	-97.6	3	349,299	17.7	26,638,095	-11.8
日本	0	0	-100.0	10	5,765,223	2,059.8	2	261,409	-	3,670,360	-30.3
韓国	0	0	-100.0	0	0	-	0	0	-100.0	2,139,716	147.9
中国	4	245,682	-69.8	28	557,395	11.8	15	2,072,954	334.9	8,606,933	21.7
台湾	4	1,968,997	-	2	1,740,248	237.1	2	52,200	-97.1	2,793,642	36.3
タイ	4	136,670	136.7	0	0	-	0	0	-	400,772	-78.7
インド	0	0	-100.0	5	850,625	-62.7	0	0	-	841,219	-37.4
小計	12	2,351,349	-16.5	45	8,913,491	150.1	19	2,386,563	3.4	18,452,642	-0.1
その他	1	23,300	89.3	9	1,023,869	232.8	10	781,191	505.7	4,801,791	-17.7
合計	58	13,450,631	15.4	124	45,022,241	122.7	86	8,498,283	-35.5	88,948,826	-10.7

(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(2021年01月)

(単位:台、ドル・百円;単価は千ドル・10万円;\$1=100円)

項目	輸出金額			対日輸出金額			対日輸出割合(%)	
	2021年01月	2020年01月	伸び率(%)	2021年01月	2020年01月	伸び率(%)	2021年01月	2020年01月
8477-10 射出成形機	9,843,784	10,306,690	-4.5	0	0	-	0.0	0.0
8477-20 押出成形機	2,729,532	3,357,597	-18.7	0	0	-	0.0	0.0
8477-30 吹込み成形機	4,087,192	2,077,219	96.8	0	0	-	0.0	0.0
8477-40 真空成形機等	4,537,156	2,729,110	66.3	26,475	20,624	28.4	0.6	0.8
8477-51 その他の機械(成形用)	1,067,214	1,570,596	-32.1	301,554	0	-	28.3	0.0
8477-59 その他のもの(成形用)	7,475,707	5,768,002	29.6	155,671	290,513	-46.4	2.1	5.0
8477-80 その他の機械	17,503,885	24,214,427	-27.7	515,273	633,778	-18.7	2.9	2.6
機械類小計	47,244,470	50,023,641	-5.6	998,973	944,915	5.7	2.1	1.9
8477-90 部分品	64,616,407	63,732,346	1.4	823,230	1,866,667	-55.9	1.3	2.9
合計	111,860,877	113,755,987	-1.7	1,822,203	2,811,582	-35.2	1.6	2.5

項目	輸入金額			対日輸入金額			対日輸出割合(%)	
	2021年01月	2020年01月	伸び率(%)	2021年01月	2020年01月	伸び率(%)	2021年01月	2020年01月
8477-10 射出成形機	79,384,732	70,839,689	12.1	17,313,197	14,903,141	16.2	21.8	21.0
8477-20 押出成形機	13,450,631	11,652,849	15.4	0	1,872,741	-100.0	0.0	16.1
8477-30 吹込み成形機	45,022,241	20,216,909	122.7	5,765,223	266,934	2,059.8	12.8	1.3
8477-40 真空成形機等	8,498,283	13,184,468	-35.5	261,409	0	-	3.1	0.0
8477-51 その他の機械(成形用)	1,112,428	2,850,666	-61.0	0	0	-	0.0	0.0
8477-59 その他のもの(成形用)	8,776,285	7,079,613	24.0	1,782,746	0	-	20.3	0.0
8477-80 その他の機械	35,065,822	50,863,369	-31.1	95,352	1,857,063	-94.9	0.3	3.7
機械類小計	191,310,422	176,687,563	8.3	25,217,927	18,899,879	33.4	13.2	10.7
8477-90 部分品	88,948,826	99,575,258	-10.7	3,670,360	5,265,865	-30.3	4.1	5.3
合計	280,259,248	276,262,821	1.4	28,888,287	24,165,744	19.5	10.3	8.7

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	102	96.5	0	-	1,829	43.4	99	174.9
8477-20 押出成形機	16	170.6	0	-	58	231.9	0	-
8477-30 吹込み成形機	60	68.1	0	-	124	363.1	10	576.5
8477-40 真空成形機等	208	21.8	3	8.8	86	98.8	2	130.7
8477-51 その他の機械(成形用)	112	9.5	27	11.2	25	44.5	0	-
8477-59 その他のもの(成形用)	235	31.8	1	155.7	173	50.7	7	254.7
8477-80 その他の機械	1,000	17.5	39	13.2	7,551	4.6	27	3.5
機械類小計	1,733	27.3	70	14.3	9,846	19.4	145	173.9
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（2021年1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2021年1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768.8万ネット・トンで、前月の713.9万ネット・トンから増加（+7.7%）となり、対前年同月比は減少（ Δ 8.9%）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（ Δ 8.9%）となっている。

鉄鋼生産量は742.1万ネット・トンで、前月の705.0万ネット・トンから増加（+5.3%）となり、対前年同月比は減少（ Δ 13.1%）となった。鋼種別では、前年同月比で炭素鋼（ Δ 12.2%）、合金鋼（ Δ 47.5%）、ステンレス鋼（ Δ 4.9%）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114.1万ネット・トン（対前年同月比+7.7%）、建設関連181.4万ネット・トン（同+3.9%）、中間販売業者206.9万ネット・トン（同 Δ 22.7%）、機械産業（農業関係を除く）14.1万ネット・トン（同 Δ 3.0%）となっている。

需要分野別にみると、産業用ねじ（同+68.0%）、建設関連（同+3.9%）、自動車（同+7.7%）、船舶・船用機械（同+20.2%）、鉱山・採石・製材（同+128.1%）、電気機器（同+20.7%）、家電・食卓用金物（同+12.7%）、コンテナ等出荷機材（同+9.2%）が対前年比で増加となり、鉄鋼中間材（同 Δ 34.3%）、中間販売業者（同 Δ 22.7%）、鉄道輸送（同 Δ 26.6%）、航空・宇宙（同 Δ 76.4%）、石油・ガス・石油化学（同 Δ 9.6%）、農業（農業機械等）（同 Δ 21.2%）、機械装置・工具（同 Δ 19.7%）が対前年比で減少となっている。また、外需は減少（同 Δ 0.8%）となっている。

- ③ 鉄鋼輸出は、64.2万ネット・トンで、前月の59.0万ネット・トンから増加（+8.8%）となり、対前年同月比は減少（ Δ 0.8%）となった。

- ④ 鉄鋼輸入は、242.1万ネット・トンで、前月の149.3万ネット・トンから増加（+62.2%）となり、対前年同月比は減少（ Δ 23.1%）となっている。鋼種別にみると対前年同月比で、炭素鋼（ Δ 23.0%）、合金鋼（ Δ 25.6%）、ステンレス鋼（ Δ 1.6%）となっている。

主要な輸入元としては、カナダが56.6万ネット・トン、メキシコが36.5万ネット・トン、メキシコ・カナダを除く南北アメリカが85.2万ネット・トン、EUが13.0万ネット・トン、欧州のEU非加盟国（ロシアを含む）が18.0万ネット・トン、アジアが31.2万ネット・トンとなっている。

主な荷受地は、大西洋岸で28.3万ネット・トン（構成比11.7%）、メキシコ湾岸部で120.1万ネット・トン（同49.6%）、太平洋岸で33.3万ネット・トン（同13.8%）、五大湖沿岸部で58.9万ネット・トン（同24.3%）となっている。

また、米国内消費に占める輸入（半製品を除く）の割合は 26.3%と、前月の 18.8%から 7.5 ポイント増となり、前年同月の 28.5%から 2.2 ポイント減となった。

- ⑤ 設備稼働率は 76.6%で、前月の 72.9%から 3.7 ポイント増となり、前年同月の 81.7%から 5.1 ポイント減となった。また、内需は 920.0 万ネット・トンとなり、対前年同月比で減少（△ 16.7%）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 (2021年1月)

	2021年		2020年		対前年比伸率(%)	
	1月	年累計	1月	年累計	1月	年累計
1.粗鋼生産 (千ネット・トン)						
(1)Pig Iron	N/A	N/A	1,854	1,854	N/A	N/A
(2)Raw Steel (合計)	7,688	7,688	8,439	8,439	△ 8.9	△ 8.9
Basic Oxygen Process(*1)	N/A	N/A	2,504	2,504	N/A	N/A
Electric(*2)	N/A	N/A	5,935	5,935	N/A	N/A
Continuous Cast(*1 及び *2 の一部を含む。)	7,673	7,673	7,673	7,673	767.3	767.3
2.設備稼働率 (%)	76.6	76.6	81.7	81.7		
3.鉄鋼生産 (千ネット・トン) (A)	7,421	7,421	8,536	8,536	△ 13.1	△ 13.1
(1)Carbon	7,078	7,078	8,063	8,063	△ 12.2	△ 12.2
(2)Alloy	131	131	250	250	△ 47.5	△ 47.5
(3)Stainless	212	212	223	223	△ 4.9	△ 4.9
4.輸出 (千ネット・トン) (B)	642	642	647	647	△ 0.8	△ 0.8
5.輸入 (千ネット・トン) (C)	2,421	2,421	3,150	3,150	△ 23.1	△ 23.1
(1)Carbon	1,834	1,834	2,383	2,383	△ 23.0	△ 23.0
(2)Alloy	521	521	700	700	△ 25.6	△ 25.6
(3)Stainless	66	66	67	67	△ 1.6	△ 1.6
6.内需 (千ネット・トン)	9,200	9,200	11,039	11,039	△ 16.7	△ 16.7
(D)=A+C-B						
7.内需に占める輸入の割合	26.3	26.3	28.5	28.5		
(E)=C/D*100(%)						

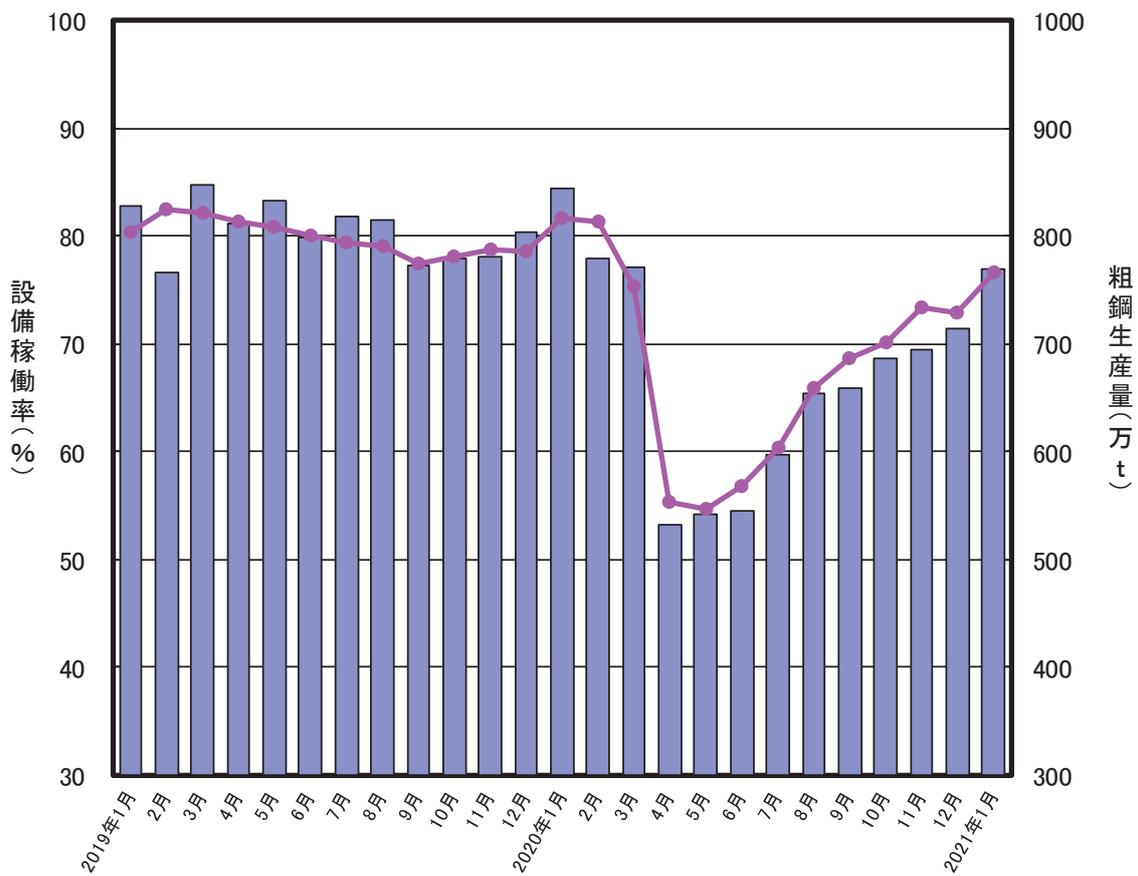
(注) ①出所：AISI(American Iron and Steel Institute)

②端数調整のため、合計の合わない場合もある。

表 2 米国鉄鋼業の設備稼働率の推移

(単位：%)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均稼働
2020年	81.7	81.3	75.3	55.4	54.6	56.8	60.3	65.9	68.6	70.1	73.3	72.9	68.1
2021年	76.6												76.6



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)

	2021		2020		2021-2020 % Change	
	Jan.		Jan.		Jan.	
PRODUCTION:(Millions N.T.)						
Pig Iron	N/A		1,854		N/A	
Raw Steel (total)	7,688		8,439		-8.9%	
Basic Oxygen process	N/A		2,504		N/A	
Electric	N/A		5,935		N/A	
Continuous cast (incl. above)	7,673		8,420		-8.9%	
Rate of Capability Utilization	76.6		81.7			
MILL SHIPMENTS: (000 N.T.)						
Total steel mill products	7,421		8,536		-13.1%	
Carbon	7,078		8,063		-12.2%	
Alloy	131		250		-47.5%	
Stainless	212		223		-4.9%	
FOREIGN TRADE-STEEL MILL PRODUCTS:						
Exports (000 N.T.)	642		647		-0.8%	
Imports (000 N.T.)	2,421		3,150		-23.1%	
Carbon	1,834		2,383		-23.0%	
Alloy	521		700		-25.6%	
Stainless	66		67		-1.6%	
Imports excluding semi-finished	1,239		1,648		-24.9%	
APPARENT STEEL SUPPLY EXCLUDING SEMI-FINISHED IMPORTS (000 NET TONS)						
Imports excluding semi-finished as % apparent supply	15.4		17.3		-15.9%	
MILL SHIPMENTS:SELECTED MARKETS						
Automotive	1,141		1,060		7.7%	
Construction & contractors' products	1,814		1,746		3.9%	
Service centers & distributors	2,069		2,678		-22.7%	
Machinery,excl. agricultural	141		145		-3.0%	
EMPLOYMENT DATA:						
12 mo. 2017 vs. 12 mo. 2016						
Total Net Number of Employees (000) Source: BLS		139		140		-0.5%
12 mo. 2011 vs. 12 mo. 2010						
Hourly Employment Cost: Total wage and benefits Source: BLS - NAICS 3311 Iron & Steel Mills		\$ 27.20		\$ 26.91		1.1%
FINANCIAL DATA:(Millions of Dollars) * Preliminary						
12 mo. 2017 vs. 12 mo. 2016						
Steel Segment						
Total Sales		\$48,122		\$40,129		19.9%
Operating Income		\$2,648		\$879		

別表2 米国の鉄鋼業データ(2)

	2021		2020		2021-2020 % Change	
	Jan.		Jan.		Jan.	
FOREIGN TRADE - STEEL MILL PRODUCTS:						
Imports - Country of Origin (000 N.T.)	2,421		3,150		-23.1%	
Canada	566		571		-0.9%	
Mexico	365		371		-1.7%	
Other Western Hemisphere	852		1,272		-33.0%	
EU	130		279		-53.3%	
Other Europe*	180		187		-3.8%	
Asia	312		420		-25.8%	
Oceania	4		33		-89.2%	
Africa	14		18		-21.7%	
* Includes Russia						
Imports - By Customs District (000 N.T.)	2,421		3,150		-23.1%	
Atlantic Coast	283		535		-47.1%	
Gulf Coast - Mexican Border	1,201		1,407		-14.6%	
Pacific Coast	333		598		-44.3%	
Great Lakes - Canadian Border	589		597		-1.4%	
Off Shore	15		13		17.3%	

別表3 米国における需要分野別の鉄鋼出荷量

MARKET CLASSIFICATIONS	CURRENT MONTH		YEAR TO DATE+		CHANGE FROM 2020		
	NET TONS	PERCENT	NET TONS	PERCENT	SAME		PERCENT
					MONTH	YEAR TO DATE	
					NET TONS	PERCENT	
1. Steel for Converting and Processing							
Wire and wire products	75,303	1.0%	75,303	1.0%	-17.3%	-15,765	-17.3%
Sheets and strip	213,897	2.9%	213,897	2.9%	-33.7%	-108,914	-33.7%
Pipe and tube	366,785	4.9%	366,785	4.9%	-37.2%	-217,495	-37.2%
Cold finishing	399	0.0%	399	0.0%	748.9%	352	748.9%
Other	34,698	0.5%	34,698	0.5%	-35.5%	-19,133	-35.5%
Total	691,082	9.3%	691,082	9.3%	-34.3%	-360,955	-34.3%
2. Independent Forgers (not elsewhere classified)	11,621	0.2%	11,621	0.2%	-5.1%	-624	-5.1%
3. Industrial Fasteners	6,243	0.1%	6,243	0.1%	68.0%	2,528	68.0%
4. Steel Service Centers and Distributors	2,069,430	27.9%	2,069,430	27.9%	-22.7%	-608,354	-22.7%
5. Construction, Including Maintenance							
Metal Building Systems	82,939	1.1%	82,939	1.1%	19.8%	13,702	19.8%
Bridge and Highway Construction	10,644	0.1%	10,644	0.1%	186.5%	6,929	186.5%
General Construction	1,506,625	20.3%	1,506,625	20.3%	1.3%	18,912	1.3%
Culverts and Concrete Pipe	0	0.0%	0	0.0%	0.0%	0	0.0%
All Other Construction & Contractors' Products	213,836	2.9%	213,836	2.9%	15.5%	28,729	15.5%
Total	1,814,044	24.4%	1,814,044	24.4%	3.9%	68,272	3.9%
7. Automotive							
Vehicles, parts & accessories-assemblers	1,042,894	14.1%	1,042,894	14.1%	6.1%	59,966	6.1%
Trailers, all types	720	0.0%	720	0.0%	-0.3%	-2	-0.3%
Parts and accessories-independent suppliers	78,450	1.1%	78,450	1.1%	52.1%	26,886	52.1%
Independent forgers	18,951	0.3%	18,951	0.3%	-22.9%	-5,640	-22.9%
Total	1,141,015	15.4%	1,141,015	15.4%	7.7%	81,210	7.7%
8. Rail Transportation	102,813	1.4%	102,813	1.4%	-26.6%	-37,305	-26.6%
9. Shipbuilding and Marine Equipment	7,647	0.1%	7,647	0.1%	20.2%	1,286	20.2%
10. Aircraft and Aerospace	25	0.0%	25	0.0%	-76.4%	-81	-76.4%
11. Oil, Gas & Petrochemical							
Drilling & Transportation	153,896	2.1%	153,896	2.1%	-9.5%	-16,243	-9.5%
Storage Tanks	504	0.0%	504	0.0%	-49.0%	-485	-49.0%
Oil, Gas & Chemical Process Vessels	2,964	0.0%	2,964	0.0%	-1.3%	-38	-1.3%
Total	157,364	2.1%	157,364	2.1%	-9.6%	-16,766	-9.6%
12. Mining, Quarrying and Lumbering	73	0.0%	73	0.0%	128.1%	41	128.1%
13. Agricultural							
Agricultural Machinery	5,692	0.1%	5,692	0.1%	-24.8%	-1,879	-24.8%
All Other	806	0.0%	806	0.0%	20.3%	136	20.3%
Total	6,498	0.1%	6,498	0.1%	-21.2%	-1,743	-21.2%
14. Machinery, Industrial Equipment and Tools							
General Purpose Equipment - Bearings	12,406	0.2%	12,406	0.2%	46.1%	3,916	46.1%
Construction Equip. and Materials Handling Equip.	28,565	0.4%	28,565	0.4%	-26.5%	-10,279	-26.5%
All Other	27,295	0.4%	27,295	0.4%	-27.6%	-10,422	-27.6%
Total	68,266	0.9%	68,266	0.9%	-19.7%	-16,785	-19.7%
15. Electrical Equipment	72,306	1.0%	72,306	1.0%	20.7%	12,397	20.7%
16. Appliances, Utensils and Cutlery							
Appliances	199,095	2.7%	199,095	2.7%	13.3%	23,326	13.3%
Utensils and Cutlery	336	0.0%	336	0.0%	-70.7%	-810	-70.7%
Total	199,431	2.7%	199,431	2.7%	12.7%	22,516	12.7%
17. Other Domestic and Commercial Equipment	20,290	0.3%	20,290	0.3%	14.9%	2,637	14.9%
18. Containers, Packaging and Shipping Materials							
Cans and Closures	91,013	1.2%	91,013	1.2%	22.9%	16,975	22.9%
Barrels, drums and shipping pails	55,295	0.7%	55,295	0.7%	-13.2%	-8,435	-13.2%
All Other	23,031	0.3%	23,031	0.3%	32.6%	5,660	32.6%
Total	169,339	2.3%	169,339	2.3%	9.2%	14,200	9.2%
19. Ordnance and Other Military	1,498	0.0%	1,498	0.0%	-3.4%	-52	-3.4%
20. Export	641,825	8.6%	641,825	8.6%	-0.8%	-5,332	-0.8%
21. Non-Classified Shipments	240,006	3.2%	240,006	3.2%	-53.1%	-272,029	-53.1%
TOTAL SHIPMENTS (Items 1-21)	7,420,816	100.0%	7,420,816	100.0%	-13.1%	-1,114,939	-13.1%

+ - Includes revisions for previous months

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

* - Net total after deducting shipments to reporting companies.



皆さん、こんにちは。

3月の初めに家族の帰国に同行していましたが、生活立上げも無事に終わり、予定通り3月末にウィーンへ単身で戻りました。夜遅い便ということもあり、家族には最寄りのバス停まで見送りに来てもらいましたが、バスのドアが閉まり、一生懸命手を振っている娘の姿を見ると目頭が熱くなりました。娘は今春から小学生ということで、入学式や成長を近くで見られないのは残念ですが、今のご時世はありがたいことに気軽にテレビ電話ができるので忘れられないよう、こまめに連絡をしようと思っています。

ウィーンから日本への入国については、先月お伝えした通り、着陸から隔離施設入室まで6時間ほどかかるという大変なものでしたが、日本からオーストリアへの入国は対照的にスムーズでした。オーストリアへの入国の際には、72時間以内の陰性証明書と、事前オンライン登録が必要でした。従来のパスポートコントロールの後に、この2つの書類の確認が終わるとあっさりと通してもらえ、乗客が少ないこともあり、平時の時よりも早く手荷物受取場に到着しました。オーストリア入国後は10日間の自主隔離が必要でした。日本入国時には、自主隔離期間のルールについて説明があり、自主隔離期間中には毎日アプリで位置情報を送る必要がありました。オーストリアでは自主隔離に関する説明は特になく、その後の管理も全くありませんでした。

ウィーン到着して間もなく、ウィーンを含む3州で外出規制措置等が4月1日から厳格化され4度目のロックダウンとなりました。4月11日まで、必要必需品の買い物や散歩以外は外出禁止というのが主な内容でしたが、ほとんど自主隔離期間中でしたので影響はないと思っていましたが、状況は良くならなかったため4月28日まで延長されており、5月2日までの延長も検討されています。

ウィーンは4月の第1週に最高気温が20℃を超え、半袖でも出歩ける陽気の日が数日続き、近くのドナウパークの桜が一気に開花しました。今年は、大阪の満開の桜を見た後出国したため、2度花見をすることができ、少しお得な気分でした。ところが、翌週には寒さがぶり返し、最低気温が-5℃という日もあり、雪も降りました。その雪の日に、ドナウパークへ行くと、雪の中に桜が咲いているなんとも珍しい風景を見ることができました。

その翌週には、寒さも和らぎチューリップなどの春の花も咲き始め、公園を散歩するのが気持ちよい季節になりました。この1ヵ月はほぼ隔離されていて体もなままっているので、早く外出規制が緩和され、いろいろなところへ出かけられるようになればと願っています。

写真はドナウパーク（Donaupark）で見た雪の中に咲く桜の様子です。



ジェトロ・ウィーン事務所
産業機械部 尾森 圭悟



皆様、こんにちは。ジェットロ・シカゴ事務所の小川です。

春の土用入り、季節の変わり目となりますが、皆様、如何お過ごしでしょうか。こちらシカゴは、4月に入ってからぐずついた天気が続き、気温の上昇も鈍っています。掲載写真は、珍しく快晴となった日のシカゴの様子です。この日は、最高気温 20 度までであり、また週末ということもあって、ゆるいサイクリング日和となりました。

さて、一昨日 4 月 16 日、日米首脳会談が開かれました。米国でも菅首相を「バイデン大統領がホワイトハウスで迎える最初の外国首脳」として注目が集まりました。会談の結果を受けた共同声明の中で、両首脳は「消え去ることのない日米同盟、普遍的価値および共通の原則に基づく地域およびグローバルな秩序に対するルールに基づくアプローチ、さらには、これらの目標を共有する全ての人々との協力に改めてコミットする」とし、日米同盟の一層の強化や、中国からの挑戦への連携、日米競争力・強靱性（コア）パートナーシップの立ち上げなどで合意しています。

また、共同声明には、「台湾海峡の平和と安定の重要性」、「半導体を含む機微なサプライチェーンについても連携」が明記され、対中国での連携の重要性を強調する形となりました。米国のメディアや有識者の多くも、地政学的な影響力を高める中国との関係で両首脳が協力を明確に示した点に着目しています。訪米中の菅首相に単独インタビューを行った米誌ニューズウィークは「中国との緊張が高まる中、バイデン大統領は日本の菅首相を新たな『同盟総司令官』とみる」と題した記事の中で、中国との競争における共通の利益を背景に強化された日米同盟は、もはや米英関係のみが米国にとっての「特別な関係」ではないことを意味する、と緊密化する日米関係を強調しています。ニューヨーク・タイムズ紙は、「バイデン大統領は、菅首相をホワイトハウスに迎え入れ、就任後初めての外国人首脳の訪問となったこの機会を利用して、米国にとって対中国に立ち向かう同盟国の重要性を強調した」と報じています。

個人的に印象的だったことが、会談後の共同記者会見でバイデン大統領が、プロゴルファー松山英樹選手の日本人初・アジア人初の「マスターズ」制覇に触れ、称賛したことです。ゴルフに全く疎い私は、松山選手の快挙についてこの記者会見を通じて知りました。

続いて、共同声明の中でも大きなテーマのひとつであるコロナ対策。現在の米国の様子は、新規感染者数は 1 日あたり 6 万 7,000 人、1 月中旬以降に急減し 3 月以降も緩やかに減少している状況です。一部を除き、共和党知事を擁する多数の州ではマスク着用令を撤回しています。また、ワクチンの接種については、米疾病対策センター（CDC）によると、接種を完了した人の割合は人口の 25% に達しており、これは 8,400 万人以上になります。少なくとも 1 度ワクチンを接種した人の数は 1 億 2,900 万人以上で、人口全体の 39% と日本の 1% 未満に比較して、大幅に普及していることが分かります（いずれも 4 月 18 日

現在)。そしてバイデン大統領は5月1日までに全成人をワクチン接種可能とするよう州・自治体等に呼びかけています。

当地シカゴでは、イリノイ州クック郡のサイトで、必要事項を入力すると空きがある病院・公的施設等やワクチン名が表示され、続けて日時を選択するなどして簡単に予約することができます。米国では薬剤師によるワクチン投与が可能で、大手ドラッグストアチェーンのCVSやWalgreenでも接種することができます。ダウンタウン地区でなければ、空は十分にある状況です。

ワクチン接種が行き渡るまであと数か月と期待して、いまはアフターコロナでやりたいことリストを作成中です。UFC観戦、ダンスグループJabbawoockeez観賞、グランドキャニオン国立公園やフロリダやラスベガス旅行など。そして皆様方とシカゴでお会いできる日を心待ちにしております。



久々の快晴となったシカゴの様子（4月4日撮影）

ジェトロ・シカゴ事務所
産業機械部 小川 ゆめ子

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