



Energy Technology Perspectives 2024

エグゼクティブサマリーとハイライト

iea

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

The IEA examines the full spectrum of energy issues including oil, gas and coal supply and demand, renewable energy technologies, electricity markets, energy efficiency, access to energy, demand side management and much more. Through its work, the IEA advocates policies that will enhance the reliability, affordability and sustainability of energy in its 31 member countries, 13 association countries and beyond.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA member countries:

Australia
Austria
Belgium
Canada
Czech Republic
Denmark
Estonia
Finland
France
Germany
Greece
Hungary
Ireland
Italy
Japan
Korea
Lithuania
Luxembourg
Mexico
Netherlands
New Zealand
Norway
Poland
Portugal
Slovak Republic
Spain
Sweden
Switzerland
Republic of Türkiye
United Kingdom
United States

The European Commission also participates in the work of the IEA

IEA association countries:

Argentina
Brazil
China
Egypt
India
Indonesia
Kenya
Morocco
Senegal
Singapore
South Africa
Thailand
Ukraine

エグゼクティブサマリー

エネルギー、産業、貿易という戦略的な主要 3 分野は、公共政策において、相互関連性がいっそう高まっている。各国政府は機能的な市場と費用対効果の高いクリーンエネルギー移行にコミットする一方で、安全で強靱なクリーン技術のサプライチェーンを確立する必要性に迫られており、これらいずれの分野においても緊張関係とトレードオフが生じている。これには、どの産業を支援すべきか、取引国とどう協力すべきか、そして、イノベーションへの取り組みに対してどのように優先順位を付けるのか、といった難しい決定が伴う。この 2024 年版 Energy Technology Perspectives (ETP-2024) は、「世界のクリーンエネルギー技術のためのガイドブック」として、これらの分野における意思決定を支援することを目的としている。ETP-2024 は、クリーンエネルギー技術の製造と貿易の未来を探求しようとするこの種の分析としては初の試みであり、独自のボトムアップデータセットと各国産業戦略の定量的評価に基づいてサプライチェーン全体を細分化し、セクター別に詳細分析を提供する。

製造と貿易は、新たなクリーンエネルギー経済の基盤

政府と業界にとって、クリーンエネルギー技術製造に関連する多大な経済機会は、最優先事項である。主要な 6 つのクリーンエネルギー技術（太陽光発電、風力発電、電気自動車（EV）、バッテリー、電解槽、ヒートポンプ）の世界の市場規模は 2015 年以来 4 倍近くに成長し、2023 年には 7,000 億米ドルを超えた。これは、同年に世界で生産された天然ガスの合計価値の約半分に相当する。この成長をもたらしたのは、クリーン技術、特に、太陽光発電、風力発電の普及である。今日の政策設定の下では、主要なクリーン技術の市場は 2035 年までにほぼ 3 倍の 2 兆米ドル以上となる見込みで、これは近年の世界原油市場の平均的な価値に迫る規模である。

国際貿易は、エネルギーシステムを含み、世界経済が適切に機能するために不可欠である。食料品・衣料品からスマートフォン・半導体に至るまで、必要不可欠な供給品で構成される世界の物資の貿易は価値ベースで 2023 年に約 24 兆米ドルに達した。そのうち化石燃料は約 10% を占め、鉄鋼、アルミニウム、アンモニアなどのバルク材料や化学物質は約 20% を占める。クリーンエネルギー技術の貿易はわずか 1% 程度で、これら確立された産業に比べると比較的シェアは小さいものの、急速に成長している。

クリーン技術の貿易額は約 2,000 億米ドルで、世界のクリーン技術の市場価値の 30% 近くを占めている。中でも EV の貿易の比率が最大であり、2020 年以降倍増して 2023 年には価値ベースで全自動車の貿易額の約 5 分の 1 に達した。次に大きな比

率を占めるのは太陽光発電である。今日の政策設定の下で、クリーン技術貿易全体は 2035 年までに 5,750 億米ドルに達するペースで増えている。これは今日における世界の天然ガス貿易額を約 50%上回る水準である。

クリーン技術の需要の急拡大に応じて、製造業への投資が急増

世界中で多くの新しい工場が建設され、クリーン技術製造業への投資の大きな波が押し寄せている。世界のクリーン技術製造業への投資は 2023 年に 50%増加し、2,350 億米ドルに達した。これは、世界経済全体の投資増加分の 10%近くを占め、世界の GDP 成長の約 3%に相当する。2023 年のクリーン技術製造業への投資の 5 分の 4 は太陽光発電とバッテリー製造に費やされ、EV 工場への投資は 15%を占めた。増強される生産能力は、現行の導入水準を大きく上回っている。太陽光発電とバッテリーの製造プロジェクトの中には最近になって中止または延期されたものもあるが、クリーン技術製造施設への投資は過去最高に近い水準が続いており、2024 年には 2,000 億米ドル前後となっている。

コスト競争力は製造業への投資の重要な原動力だが、それだけではない。中国は現在、この報告書で検討されている主要なクリーンエネルギー技術すべてにおいて、政府からの明示的な財政支援を考慮に入れなくとも、最も製造コストの低い国となっている。中国と比較して、米国での太陽光発電モジュール、風力タービン、バッテリー技術の製造コストは平均で最大 40%高く、欧州連合(EU)では最大 45%、インドでは最大 25%高い。今日のクリーン技術製造において中国の役割が突出して大きくなっている主な理由はコスト競争力である。中国は、場合にもよるが、我々が分析対象とする主要なクリーン技術とコンポーネントの世界の生産能力の 40%~98%を占め、他国に比べてスケールメリットも国内市場規模も大きく、これらの技術のサプライチェーンにわたる高度に統合された企業や施設を有する。クリーン技術と材料のサプライチェーンにおける 50 社以上の大手生産者を対象に IEA が行った調査からは、投資決定に影響を与えるコスト以外の要因も明らかになった。これには、様々な形態の政策支援、市場へのアクセス、産業基盤における技能と知識、インフラなどが含まれる。

貿易は各国が経済的な強みを発揮するのに役立つ

エネルギー関連貿易はクリーン技術に向けて移行してきたが、これはエネルギーセクター全体で起きている移行の一部であり、貿易量に長期的な影響を及ぼす。化石燃料はエネルギー貿易に継続的な流れをもたらす一方、クリーン技術貿易ではエネルギーの生産・変換装置が長期的に蓄積されるという形になる。例えば、今日の政策設定に基づくと、EU の化石燃料とクリーンエネルギー技術の純輸入額は 2035 年には約 4,000 億米ドルに達する。しかし、EU の輸入総額を見ると、クリーンエネルギー技術のシェアは化石燃料が減少する代わりに増加傾向にあり、2023 年の 10%未満から

2035 年には 35%まで増える。こうした傾向は、エネルギーの強靱性を高めることになるといえる。例えば、太陽光発電モジュールを満載した大型コンテナ船 1 回の航海で、大型 LNG タンカー 50 隻以上分の天然ガスや大型船舶 100 隻分の石炭に相当する電力を発電することができる。

欧米の産業戦略が製造業と貿易の将来展望を変える見通し

EU では、クリーン技術製造の未来がどうなるかは、ネットゼロ産業法 (NZIA) の目標の達成度合いによって決まるだろう。風力発電部品やヒートポンプ製造の最終段階など、一部の技術にとっては NZIA 目標の達成は容易だが、自動車産業ははるかに大きな課題に直面している。現在、EU で生産される内燃機関 (ICE) 車の 40%以上は輸出向けであり、EU 市場向けの国産 EV と同様、中国の EV メーカーとの競争にさらされている。EU の自動車産業が EV の成長市場で競争するためには、EV の製造コストの削減とバッテリーを含むサプライチェーンの完全な統合が不可欠であろう。2023 年には、中国からの輸入が EU における EV 販売台数の約 20%を占めた。今日の政策設定の下では、最近発表された輸入関税が 5 年間有効であるにもかかわらず、中国輸入車の割合は 2035 年までに約 2 倍の 40%になる。ただし、NZIA の目標が達成されれば、EV とバッテリーのサプライチェーンが完全に統合され、そのシェアを 20%に抑えることも可能だろう。

米国ではインフレ削減法や超党派インフラ法が実を結びつつある。米国では 2030 年までにクリーン技術製造に投資する資金 2,300 億米ドルを既に動員している。現行の政策設定に基づくと、これらの法律の下で提供されるインセンティブによって、米国の太陽光発電モジュールとポリシリコンの需要は、セルとウエハーの需要の一部は依然として輸入に頼ることになるものの、2035 年までにほぼ完全に国内生産で賄うことができるようになる。既存の貿易関係も強力な基盤を提供し、今日では内燃機関車の製造ハブであるメキシコは、北米市場における EV 製造ハブとなるべく有利な位置付けにある。一方、東南アジア、韓国、日本なども主要なサプライヤーとなる可能性がある。

中国は依然として世界の製造大国であり、インドも純輸出国に向けて大きく前進

6 つの重要なクリーン技術分野における中国のグローバルな生産シェアは今日、金額ベースで約 70%を占める。山西省に現在建設中の中国最大の太陽光発電製造施設は、それだけで EU のほぼすべての現行需要をカバーするだけのモジュールを生産できる。他の国々では産業戦略が継続的に実施されているが、中国のクリーン技術輸出額は、現在の政策設定に基づくと、2035 年には 3,400 億米ドルを超える。これは 2024 年にサウジアラビアとアラブ首長国連邦両国を合わせた石油輸出売上高推定値に匹敵する。中国の化石燃料輸入高は現在、世界のどの国よりも高い。今日の政策設定の下では、化石燃料の輸入からクリーン技術の輸出を差し引いた純輸入高は、現在か

ら 2035 年までの間に約 70%削減されることになる。もしクリーン技術の市場が今日の政策設定による予想よりも急速に成長するならば、中国のクリーン技術の輸出は、金額ベースで化石燃料の輸入分を 2035 年までに完全に相殺するだろう。

クリーンエネルギーへの移行が加速すれば、現在クリーン技術純輸入国であるインドは 2035 年には純輸出国に転換するとみられる。今日の政策設定の下では、インドは 2035 年まで金額ベースでクリーン技術の純輸入国のままだが、生産連動インセンティブ制度の下で、太陽光発電モジュール、EV、バッテリーの生産と輸出が緩やかに増加する。一方、インドや世界各地でクリーンエネルギーへの移行が予想以上に速く進めば、インドは急増する自国需要をほぼ満たした後、クリーンエネルギー技術の純輸出額が急速に増えて 2035 年には 300 億米ドルに達する可能性がある。これにより、インドの化石燃料輸入額約 1,700 億米ドルの約 20%が相殺され、インドのエネルギー関連貿易赤字は約 1,400 億米ドルに減少する。

新しいクリーンエネルギー経済の扉はまだ新興市場に開かれている

中南米、アフリカ、東南アジアの新興国・発展途上国が今日のクリーン技術の生産から生み出される価値に占める比率は 5%に満たない。公平で公正な移行には、クリーンで近代的なエネルギー技術のサプライチェーンの拡大により、経済的利益をより多くの地域が享受できるようにすることが必要である。クリーンエネルギーへの移行を加速し、クリーンエネルギー技術の市場全体を拡大することは、その土台となる。そのほかにも、政治リスク、通貨リスク、熟練労働者の不足、貧弱なインフラなど、現在新興市場への投資を阻害している他の要因も克服せねばならない。しかし、アフリカ、中南米、東南アジアの国々すべてに機会が存在し、重要鉱物の採掘や加工にとどまらず、競争力を高め、バリューチェーンにおける高付加価値領域を自国産業に取り込める可能性を持っている。我々は、事業環境、エネルギー・輸送のインフラ（送電網、ガスパイプライン、港湾など）、資源の利用可能性、国内市場規模などを評価し、60 を超える指標について国ごとのデータを収集し、各国の可能性を特定した。

東南アジアはすでにクリーン技術のサプライチェーンにおいて重要な役割を果たしており、いくつかの国は、バリューチェーンにおける高付加価値領域に進むことができる。この地域は 2035 年までに、太陽光発電モジュール用のポリシリコンやウエハーを最も低いコストで生産できる場所の一つになる可能性がある。いくつかの国では、電子機器や電気機器の製造業における強みを持ち、競争力のある労働力やエネルギー価格、輸出型産業を支援する政策など、既に基盤はできている。もしこの地域がこれらの競争優位性を十分に活用でき、世界的な政策行動が、2050 年までに世界全体の排出量をネットゼロにするという目標に合致すれば、東南アジアは 2035 年までに 800 万台以上の EVを生産し（現在の生産台数は約 4 万台）、その半分近くを輸出することになる。

中南米、特にブラジルは風力タービン製造の開始条件において有利だが、これを活かすにはインフラや物流への多額の投資が必要である。今日、ブラジルは世界の風力タービンブレードの 5%以上を生産している。2050 年までのネットゼロ・エミッションに整合するシナリオでは、同国が有利な環境を活用し、港湾インフラへの長期投資が実を結ぶと仮定すると、2035 年までにこれら部品の輸出を現在の 6 倍に増やせる。ブラジルは、他の中南米諸国の中でも、再生可能エネルギー資源にも恵まれており、欧州や日本などの生産コストが比較的高い市場に、ニアゼロ・エミッションのアンモニア、鉄、鉄鋼を輸出するための基盤を形成する。

北アフリカは EV の製造ハブとなる可能性がある。投資は既に進行中であり、グローバルな 2050 年ネットゼロ・エミッション達成に沿って同地域がその潜在能力を発揮できれば、北アフリカは 2035 年までに、同地域が生産する 370 万台の EV のほぼ半分を主に EU に輸出することになる。これはモロッコなどで進行中の既存のプロジェクトに基づく。アフリカの他の地域では、各国が例えば鉄鉱石や再生可能エネルギー資源を活用してバリューチェーンにおける高付加価値領域を自国の産業に取り込み、電解水素で鉄を生産できる可能性がある。世界が 2050 年までにネットゼロ・エミッションを達成する目標への整合を追求し、アフリカ諸国への投資の障壁を克服するならば、欧州や日本へのこれら輸出は、現在の価格で同量の鉄鉱石輸出トン数の 4 倍以上の価値に相当することになるだろう。

サプライチェーンの集中は、最も交通量の多い海上輸送ルートを圧迫

海運業全体の成長は鈍化しているが、最も混雑している海上チョークポイントのいくつかを通過する交通量は増加する。今日の政策設定に基づくと、世界の物資の海上貿易は、重量ベースで今後 10 年間、毎年 1%のペースで増加する。化石燃料と鉄鋼需要の伸びが鈍化しているため、これは過去 20 年間に比べると大幅な減速だが、特定のチョークポイントを通過する交通量は増加する。今日では、クリーン技術の海上貿易全体の約 50%がマラッカ海峡を通過している。クリーン技術の海上貿易全体に対するシェアは僅少にとどまるものの、今日の政策設定によれば、マラッカ海峡を通じたクリーン技術の出荷は大幅に増加する。特に、クリーン技術貨物は、平均的にトン当たりの価値が化石燃料貨物の 10 倍以上となるため、このような海上チョークポイントへの依存はサプライチェーンの強靱性にとってリスクとなる。

クリーンエネルギーへの移行が加速し続けるためには、適切に設計された産業戦略が不可欠

エネルギー政策と産業政策の目標の間に緊張関係とトレードオフが生じることは、クリーンエネルギーへの移行のためには、貿易政策措置を適切に講じることが不可欠であることを意味する。貿易障壁が低ければクリーンエネルギー貿易のもたらす恩恵が

高くなる場合もある。例えば、再生可能エネルギーシステムやコンポーネントにかかる関税は現在、平均的に化石燃料に適用される関税の 2 倍以上となっており、関税とそれ以外の措置の双方を含む貿易措置によって、クリーン技術のコストは既に高まっている。太陽光発電モジュールを例にとると、関税が 100%となれば、過去 5 年間の技術コストの低下分が打ち消されることになる。太陽光発電モジュール自体は、総設置コストに占める割合が 20~30%であるため、発電コストへの波及的な影響は限定的だが、EV のような消費財については、その影響はより直接的であり、普及を遅らせるリスクがある。

よく練られた産業戦略は、企業が競争力のギャップに対処し、イノベーションの最前線に早期に到達するのに役立つが、貿易政策措置との相互作用を慎重に検討する必要がある。 具体的で測定可能な目標を、期限を設定して展開すれば、産業政策はエネルギー政策と気候目標の達成を支援できるだろう。例えば、EU のバッテリー生産は今日、中国よりも約 50%コストがかかる。現在開発中の革新的なバッテリー技術によって、このコストギャップを最大 40%削減できれば、EU 内で製造することの利点が残りのコストギャップを上回る可能性がある。競争力とイノベーションを育み、維持するためには、産業政策は注意深く監視され、必要に応じ軌道修正をしなければならない。そのような目標を達成しようとするのであれば、貿易政策は慎重に設計する必要がある。広範な保護主義や一律的な金融支援では、おそらく有効な産業戦略は生まれないだろう。

産業戦略は、クリーン技術サプライチェーンにおける国際貿易の新たなパラメーターと目標を考慮に入れなければならない。 気候目標達成のための取り組みとエネルギー・産業政策の目標とのバランスをとるためには、貿易政策は新しいクリーンエネルギー経済における役割と、今日の産業競争力にとってそれが何を意味するかを考慮して設計する必要がある。これらの政策に関して、従うべき一つの方法というものは存在しないが、ETP-2024 で提示された分析は、この分野での議論を前進させるための一助となるよう設計されている。

はじめに

国際エネルギー機関（IEA）のフラッグシップ・シリーズ報告書である Energy Technology Perspectives (ETP) は、2006 年以降、エネルギー分野の主要な技術的側面に関する重要な考察を提供してきた。2020 年には、エネルギー安全保障、経済発展、環境の持続可能性という政策目標を達成する上で、クリーンエネルギー技術とイノベーションは極めて重要であるとの観点から、本報告書は、政策立案者にとって特に重要なテーマに焦点を当てた IEA のクリーンエネルギー技術のガイドブックとして改訂された。これらの目標を達成するための取り組みは、産業政策、エネルギー政策、貿易政策を通じて横断的に行われるべきものであり、互いに良い相乗効果を追求し、トレードオフをいかに管理するかが成功の鍵を握ることになる。Energy Technology Perspectives 2024 (ETP-2024) は、セクター別の詳細データと革新的な分析に基づき、クリーンエネルギー技術と関連材料の製造と国際貿易の将来を分析しようとする、この種のレポートとしては初めての試みである。その目的は、世界中のクリーンエネルギー技術および材料の製造と貿易に関する機会と複雑性の定量的な評価を政策立案者に提供し、これらのトピックに関する意思決定の一助となることである。

今回の分析では、EV、バッテリー、太陽光発電、風力タービン、ヒートポンプ、電解装置という 6 つの主要なクリーンエネルギー技術を取り上げている。これらの技術を合わせると、投資支出は世界全体のクリーンエネルギー投資の約半分を占め、市場規模は 7,000 億米ドルを超える。さらに、これらの技術の主要コンポーネントの製造と貿易に加え、鉄鋼、アルミニウム、アンモニアの 3 つの材料カテゴリー（産業用および燃料関連用途の双方）についてもニアゼロ・エミッションの製造プロセスに焦点を当てて、分析している。

ETP-2024 では、クリーンエネルギーへの移行に必要な安全で強靱なサプライチェーンの構築を考慮した分析を行っている。また、クリーンで近代的なエネルギー経済が生み出す経済的機会と、クリーンエネルギー技術と材料の製造への投資が世界の貿易の流れをどのように再構築しているかを評価している。クリーンエネルギー技術は、世界中の政府が脱炭素化への取り組みを支援する一方で、国内製造業を活性化し、雇用を創出し、より強靱なものとするために打ち出している新しい産業戦略の中で、前面に押し出されている。こうした分野で、政策は重要な役割を果たす。各国は、低コストの鉱物・エネルギー資源へのアクセス、熟練労働力、既存産業との相乗効果など、自国固有の強みと弱みを反映した、独自のクリーンエネルギー産業戦略を立てる必要がある。政策立案者は、できるだけ早く温室効果ガスのネットゼロを達成するための効果的な政策と戦略の設計において、供給の安全保障と強靱性、手頃な価格、公平性

という目標のバランスをとる必要がある。ETP-2024 は、これらの目標達成に向けたトレードオフを乗り越えるための様々な方法を探求している。

本報告書では、クリーンエネルギー技術のサプライチェーンとエネルギー移行におけるその重要性に焦点を当てた ETP-2023 の分析を大幅に拡張し、主要技術の製造がいくつかの主要市場に集中していることを明らかにした。ETP-2024 は、これらの主要なクリーンエネルギー技術と材料の製造と貿易の現状および見通しを形作る要因について、独自の非常に詳細なデータセットに基づき、深い洞察を提供している。

第 1 章では、製造業のサプライチェーンの現状をレビューし、製造業において設備投資の判断を左右する要因、特にコスト競争力について評価する。第 2 章では、各政策シナリオに基づく予測を用いて、クリーンエネルギーの製造能力と生産、および地域間貿易の見通しを分析し、第 3 章では、米国、EU、中国、インドの 4 つの主要市場の見通しを詳細に分析する。第 4 章では、新興市場と発展途上国がバリューチェーンにおける高付加価値領域を自国産業に取り込み、製造業と材料生産への投資の恩恵を享受する機会について詳細に評価する。第 5 章では、クリーンエネルギー技術の貿易に関連する主要な航路とチョークポイントを特定し、国際貿易の脱炭素化のための港湾と船舶の役割を明らかにする。最後に、第 6 章では、政策決定者に向けた戦略的な考慮事項について議論する。

第1章：製造と貿易の状況

ハイライト

- クリーンエネルギー技術の世界的な生産能力は急速に拡大している。2021 年から 2023 年の間だけでも、太陽光発電モジュールの発電能力は 450GW から 1.2TW に、風力発電能力は 125GW から 180GW に、EV 生産能力台数は 1,050 万台から 2,220 万台に、バッテリーは 1.1TWh から 2.5TWh に増え、電解装置は 3 倍の 25 GW になった。発表済みの生産能力拡大計画によれば、2030 年までに太陽光発電は 1.6TW、風力発電は 260 GW、電池は 9.3TWh、電解槽は 165GW まで拡大する可能性がある。
- 中国はクリーンエネルギー技術と鉄鋼、アルミニウム、アンモニアなどの関連材料の最大の生産国として他国を凌駕している。発表済みのプロジェクトに基づく、製造業における地理的集中は 2030 年まで続き、中国、EU、米国は、太陽光発電、風力発電、EV、バッテリー、電解装置、ヒートポンプという本報告書で取り上げる 6 つのクリーン技術サプライチェーンにおいて、生産能力全体の 80%以上を占める。
- これら 6 つのクリーンエネルギー技術サプライチェーンの生産能力への投資は、2022 年の 1,600 億米ドルから増加し、2023 年には 2,350 億米ドルに達した。発表済みのプロジェクトに基づく、これらの施設への投資は 2024 年には約 2,000 億米ドル前後で推移し、2030 年までには年間平均 1,800 億米ドルの投資が見込まれ、そのうち 35% は確約済みである。
- クリーン技術の貿易は急速に増えている。太陽光発電モジュールのグローバル輸出は 2015 年以降 10 倍以上に増え、EV の輸出台数は 20 倍近く増加している。ばら積み貨物船の航路は石油タンカーやコンテナ船よりも混雑しており、アジアに集中している。クリーンエネルギーへの移行は世界の貿易地図を塗り変えつつあり、各国は、資源消費型の化石燃料よりも、設備容量を増やし、長年にわたって運用される製造技術に依存するようになっている。このことはサプライチェーンのリスクの性質を変えている。
- 生産への投資レベルと場所を決定する際、コストが依然として主な要因となる。工場を集中的に利用する場合、検討される各技術の平準化生産コストの 4 分の 3 以上は、材料、部品、エネルギーなどの変動コストである。材料生産では、エネルギーが占める比率は一般的にはるかに高い。ニアゼロ・エミッション技術でこれらのコモディティを生産することは、現在、従来の技術を使うよりもはるかにコストがかかるが、いったん商業規模に達すれば、そうしたコスト差は大幅に縮小する可能性がある。
- IEA が 50 社以上を対象に行った調査では、コスト以外の要因、特に国内市場規模の重要性が浮き彫りになっている。近年、生産能力が最も急速に拡大している中国では、クリーン技術の市場規模は 2010 年の 250 億米ドルから 2023 年には実質ベースで 4,000 億米ドルを超える規模に成長している。大規模な産業基盤が既にあることと、サプライヤーや顧客が同じ市場に共存することも強力な誘因である。

第2章: 世界の見通し

ハイライト

- 貿易はクリーンエネルギー移行を可能にする重要な要因である。この報告書で使う 3 つのシナリオすべてにおいてクリーンエネルギー技術の貿易額は上昇するが、その程度は異なる。公表政策シナリオ (Stated Policies Scenario、STEPS) では、貿易価値は 2023 年の 2,000 億米ドルから 2035 年には 5,750 億米ドルに増える。これは現在の天然ガス貿易額の半分以上に相当する。表明公約シナリオ (Announced Pledges Scenario、APS) では貿易価値は 2035 年までに 7000 億米ドル以上、2050 年ネットゼロ・エミッション (Net Zero Emissions in 2050、NZE) シナリオでは 1 兆米ドル以上に拡大する。関税が低ければ貿易の恩恵はより高くなる。再生可能エネルギーシステムと部品にかかる関税の平均は、現在化石燃料に適用される関税の 2 倍となっている。
- クリーン技術の貿易の拡大は、貿易収支に大きな影響を与えるだろう。STEPS では、米国のクリーンエネルギー技術の純輸入額は 2035 年には 1,500 億米ドルに増加するが、化石燃料の輸出の増加によって相殺される。EU のクリーンエネルギー技術純輸入額は 2035 年に 1,400 億米ドルに達し、そのうち 3 分の 1 は中国からの輸入である。これは、化石燃料の輸入額減少分を完全に相殺する額である。
- 中国では、化石燃料の輸入コストは、クリーン技術の輸出収益の 5 倍以上である。STEPS では、化石燃料の輸入とクリーン技術の輸出は 2050 年に均衡状態となるが、化石燃料の需要と輸入ニーズを削減するより野心的な気候政策により、APS では 2035 年に均衡状態が達成される。インドでは、生産連動インセンティブ制度と 2070 年ネットゼロ・エミッション目標に向けた措置により、APS では 2035 年までにクリーン技術の純輸出国になる。
- 気候変動目標は、エネルギーの安全保障、貿易、産業開発の目標とのバランスをとる必要があるため、気候変動対策をより野心的にすることは必ずしもクリーンエネルギー技術貿易の拡大を意味するものではない。NZE シナリオでは、公正で包括的な移行によって、新興市場や発展途上国 (EMDE) で需要に見合った生産能力が同じ場所で増強されるため、2050 年のクリーン技術の世界貿易は APS シナリオよりも約 5% 少ない。
- クリーン技術製造の総投資ニーズが移行の障壁になる可能性は低い。APS では、2024~35 年の世界平均年間投資額は 1,500 億米ドルで、2023 年の水準よりも低い。それを必要とする技術や国に資本を調達することが大きな課題である。APS では、クリーン技術製造に必要な投資の 20% 以上が中国を除く EMDE にあり、NZE シナリオではこの割合は 30% となる。対照的に、ニアゼロ・エミッションの材料生産に対する世界の年間投資額は、現在の 40 億米ドルから、APS では 2036-50 年にかけて平均 880 億米ドル、NZE シナリオでは 900 億米ドル以上に大幅に増える必要がある。

第3章：主要市場の見通し

ハイライト

- 米国では、インフレ削減法と超党派インフラ法によってクリーンエネルギー技術の展開と製造に向けて、前例のないレベルで政府財政支援が動員されており、さらなる投資を促している。STEPS では、米国の太陽光発電モジュールとポリシリコンの需要は、2035 年までにほぼ国内生産で満たされるが、太陽光発電のセルとウエハーの需要は依然として輸入に依存することになる。APS では、メキシコは既存の自動車製造業の強みを活かして、EV の製造ハブとなり、2035 年までに米国の輸入車の 35%を占める。STEPS では、2030 年までのクリーンエネルギー技術の製造とニアゼロ・エミッションの材料に必要な投資は 2,500 億米ドル(2023 年価格)であり、APS では 3,000 億米ドル近くである。
- EU では、域内需要の 40%を域内製造力で充足するというネットゼロ産業法(NZIA)のベンチマークを最も達成しやすいのは、(十分な需要があることを前提として)ヒートポンプと風力タービンである。現在の電池生産プロジェクトのパイプラインは、NZIA の目標を達成するのに十分であるが、EV サプライチェーンを競争力のあるものにするためには、生産コストの低減と国内 EV 市場の成長が必要である。その結果、APSでは、中国からの EV 輸入は 2035 年にはSTEPSと比較して約 50%低下する。EU の材料生産施設の競争力は、2021 年以降のエネルギーコストの高騰によって打撃を受けており、ニアゼロ・エミッション・プロセス開発の最前線にとどまるためには、近代化を続ける必要がある。こうしたプロジェクトには既に 100 億米ドルの投資がコミットされており、全世界の約 50%を占める。さらに 100 億米ドルの投資計画が発表されている。
- 中国は世界のクリーン技術製造大国であり続けるが、その潜在能力を最大限に発揮できるかどうかは、さまざまな要因にかかっている。STEPS では、2035 年に世界で販売される EV のうち約 60%は中国製となる。APS では、太陽光発電モジュールについては、既存の生産能力および発表済みの生産能力で 2030 年の世界需要に十分対応できるが、このシナリオでは他の国も生産能力に投資し、世界の需要の約 35%を満たすことになる。APS でも中国は 2035 年時点で世界最大の原材料生産国であるが、世界における生産シェアはわずかに減少する。
- インドの生産連動インセンティブ制度は、今日、中国の競争優位性の主な源泉となっているサプライチェーン全体の垂直統合を奨励するものである。STEPS では、インドの太陽光発電モジュールの生産は 2030 年までに 9 倍に成長し、バッテリーセル製造は、2023 年はまだ黎明期にあるが、2030 年には 50GWh を超えるまでに成長する。これは 2023 年の EU に近い水準である。

第4章：新興市場における機会

ハイライト

- クリーンエネルギーへの移行は、新興市場にクリーン技術とニアゼロ・エミッションの材料製造を確立・拡大する機会を提供する。今日これらのセクターで生み出される世界全体の価値のうち、新興国が占める割合は5%に満たない。
- 新興市場がその機会をどの程度利用できるかは、事業環境、エネルギー・輸送インフラ、資源の可用性や国内市場など、さまざまな実現要因に左右されるだろう。このETP報告書のために実施された包括的な分析は、中南米、東南アジア、アフリカの諸国が主要なクリーンエネルギー技術と材料の製造能力を開発する可能性を明らかにするものである。
- 熟練した労働力と関連分野での実績を有し、エネルギー資源に恵まれた東南アジアは、太陽光発電とEVの製造において大きな成長可能性を秘めている。APSでは、東南アジア諸国は世界の太陽光発電ウエハーおよびポリシリコン生産のシェアを2023年の2%から2035年には5%以上に倍増できる。東南アジアでは2035年までに約570万台のEVが生産され(2023年は約4万台)、そのうち約半数が輸出向けとなる。
- 中南米は、風力タービンと電池の製造、ニアゼロ・エミッションのアンモニア生産を開発するための有利な条件が揃っている。現在、風力発電ブレードの5%以上を生産するブラジルは鉄鉱石の重要な生産・輸出国でもあり、それに関連して港湾インフラも整っている。輸送インフラと製造拠点との連携をさらに改善し、投資リスクを低減すれば、ブラジルがその高い潜在能力を十分に活用し、風力ブレードの輸出を今日の水準から2035年までに6倍に増やすことが可能だろう。
- アフリカでは、現在の事業環境とインフラ、そして内需の低迷が製造業への大規模な投資を誘致することを困難にしているが、セクターや国によっては経済発展と雇用創出を支え得る大きな機会を提供している。APSでは、北アフリカ、特にモロッコがEVの製造ハブとなって2035年までに180万台のEVを製造し、そのうち65%を欧州と北米に輸出する。アフリカはまた、鉄鉱石と再生可能エネルギー資源を利用して、電解水素による鉄の生産も行う。ハイポテンシャルのシナリオ(High Potential Case)では、欧州、韓国、日本への2050年輸出額は約60億米ドルに達する。

第 5 章：国際海運

ハイライト

- 海運は国際貿易の基幹であり、質量にして全貿易の 80%以上を支えている。世界の海上貿易は、過去 40 年間に質量ベースで 3 倍、価値ベースで 10 倍に増加した。今日では、化石燃料と重工業への原材料が海運活動のほぼ 3 分の 2 を占めており、そのほとんどはドライバルク船と石油タンカーを使用している。化石燃料だけで海上輸送の全質量の 40%を占め、鉄鋼とアルミニウムの原材料となる鉄鉱石とボーキサイトは 20%を占める。
- 今日の海運活動は中国を中心とするアジア太平洋地域に非常に集中しており、タンカーやドライバルクで運ばれる貨物の主要な輸入国である中国には、最も混雑するコンテナ港がある。重工業の需要や化石燃料に関しては、中国への輸出入が世界の海運活動の 40%以上を占めている。
- 世界の海上輸送の約 60%は、1 箇所以上の海上チョークポイントを通過する。化石燃料貿易の 3 分の 1 はマラッカ海峡を通過し、20%はホルムズ海峡を通過するが、クリーンエネルギー技術の海上貿易では、3 分の 2 が少なくとも 1 箇所のチョークポイントを通り、半数以上がマラッカ海峡を通る。STEPS では、マラッカ海峡を通るクリーン技術の海上輸送が大幅に増加し、2035 年までに海上貿易全体の 60%近くを占めるようになる。
- クリーンエネルギーへの移行によってクリーンエネルギー技術の貿易は増加しても、世界の海上輸送経路が変化し、海運活動の成長は減速するだろう。APS では、化石燃料の使用の減少とリサイクルの増加により、海運活動は 2035 年までに STEPS の場合に比べて 10%、2050 年までに 15%少なくなる。国際海運からの排出量は、バイオ燃料とニアゼロ・エミッションのアンモニアとメタノールへの切り替えにより、2035 年までに約 60%、2050 年までに 90%以上減少するとみられる。ただし、今後の普及には不確実性が残る。これらの燃料は 2050 年までに海運エネルギー使用量の 80%以上を占めることになる。
- 船舶およびその他の輸送コストは、低排出燃料を補給用に港に供給する際の総コストの 10%未満を占めるに過ぎないが、それでも石油系燃料よりも輸送コストは高い。低排出燃料の生産コストは、必ずしも燃料補給の拠点となっていない地域の方が低い。その結果、特に再生可能資源が豊富で海上交通が多い中東やオーストラリアのような地域で、港湾が低排出燃料補給の先駆者となる機会が生じている。再生可能資源が豊富な他の地域の港も、既存の主要な海運ハブにアンモニアを輸出できるだろう。

第 6 章: 戦略的な考慮事項

ハイライト

- すべての人々の経済的繁栄を守り、それをさらに促進するクリーンエネルギーへの移行を秩序ある形で達成するには、すべての政府が、クリーンエネルギー製造サプライチェーンの 3 つの主要な政策的側面、すなわち安全保障と強靱性、手頃な価格、そして人間重視の移行のバランスを考えて取り組む必要がある。そのためには、エネルギー・気候・産業・貿易政策を今まで以上に統合しなくてはならない。標準化など、新たな問題についての国際協力は不可欠である。
- 安全で強靱なサプライチェーンへのリスクには、供給の集中、物理的な貿易のボトルネック、貿易に影響を与える措置などが含まれる。手頃な価格のクリーンエネルギーと原材料に対するリスクには、イノベーションと競争に対するサポートの欠如や、サプライチェーン全体における材料効率の低さが含まれる。公平なエネルギー転換に対するリスクには、新興国や途上国への投資の遅れ、既存の製造能力を失う可能性がある場所での経済機会の減少などが含まれる。
- 政策立案者はこれらいくつかのリスクとの間で避けられないトレードオフに直面しており、バランスのとれた長期目標に向けて、データに基づいた冷静なアプローチをとる必要がある。リスク軽減の進捗状況は、国内外の様々な指標を用いて監視することができるが、いくつかの分野ではデータの質の改善が必要となろう。
- サプライチェーンの強靱性、雇用、繁栄に対して特定されたリスクに対処するためには、以下の 6 つの戦略的対応が有効である。
 - ターゲットを絞り、対応力のある堅牢な産業政策パッケージを策定し、国際競争力を高める。
 - イノベーションエコシステムを育成することで競争力を強化する。
 - 共同配置(コロケーション)と統合を促進することで競争力を強化する。
 - 特に新興国・途上国とのパートナーシップを通じて、製造業の広範な多様化を支援する。
 - チョークポイントに関連するリスクや、低排出燃料需要の増加による影響など、海運業の今後の展開を予測する。
 - 企業や政府による意思決定を支援するため、貿易、生産能力、排出量に関するより質の優れたデータの収集を支援する。

International Energy Agency (IEA)

Japanese translation of *Energy Technology Perspectives Executive summary 2024*

本文書の原文は英語である。IEAは本和訳が原文に忠実であるようあらゆる努力をしているが、多少の相違がある可能性もある。

This work reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of the IEA's individual member countries or of any particular funder or collaborator. The work does not constitute professional advice on any specific issue or situation. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the work's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the work.



Subject to the IEA's [Notice for CC-licensed Content](#), this work is licenced under a [Creative Commons Attribution 4.0 International Licence](#).

Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

IEA Publications
International Energy Agency
Website: www.iea.org
Contact information: www.iea.org/contact

Typeset in France by IEA - Original version: October 2024; Translation:
January 2025
Cover design: IEA
Photo credits: © Getty Images

