

World Energy Outlook

2019

エグゼクティブサマリー

Japanese Translation

International
Energy Agency

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 30 member countries, 8 association countries and beyond.

IEA member countries:

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

The European Commission also participates in the work of the IEA

IEA association countries:

Brazil
China
India
Indonesia
Morocco
Singapore
South Africa
Thailand

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at www.iea.org/t&c/

Source: IEA. All rights reserved.
International Energy Agency
Website: www.iea.org



エネルギーの世界には、深刻な乖離がいくつも存在している。あらゆる人々にエネルギーを提供するという目標と、10億近い人々が依然として電力へのアクセスがないという乖離。世界全体で温室効果ガス排出量を急速に削減しなければならないという最新の科学的根拠と、エネルギー関連の排出量が2018年に過去最高を記録したこととの乖離。再生可能エネルギーを軸とした迅速なエネルギー転換が起こることへの期待と、依然として化石燃料への依存度が非常に高い現在のエネルギーシステムという現実との乖離。そして、石油市場では供給が安定している一方で、地政学的緊張と不確定要素に対する不安材料が持続しているという乖離である。

これまでになく、エネルギー政策立案者は現在の状況と、政策決定が将来に及ぼす影響を真剣に、根拠に基づいて考察することが求められている。*World Energy Outlook (WEO)* は、これから起きることを予測するのではなく、シナリオ分析を提供するものであり、行動を起こすこと（または起こさないこと）によって生じ得る異なった将来の絵姿を、エネルギーシステムの各分野間の相互作用を踏まえて分析している。

WEO のシナリオを理解する

現行政策シナリオ(Current Policies Scenario)は、世界が何ら政策変更を行わずに現在の道を歩み続けた場合にどうなるかを示す。このシナリオでは、エネルギー需要が2040年まで毎年1.3%ずつ増加し、エネルギー効率を高めようとする更なる努力にもかかわらず、エネルギーサービスへの需要が高まる。この場合、エネルギー関連の二酸化炭素排出量は2018年に見られた2.3%という記録的な伸びを大きく下回るとはいえ、絶え間ない増加を続けることとなり、またエネルギー安全保障のほぼあらゆる側面で緊張が高まるだろう。

これに対して公表政策シナリオ(Stated Policies Scenario)は、今日の政策の方向性と目標を考慮に入れている。これまででは新政策シナリオ(New Policies Scenario)と呼ばれていたが、既に公表された政策イニシアティブのみ考慮している点を強調するために名称を変更した。このシナリオの目的は、現時点の各国政府の計画をそのまま鏡に映し出した将来像を示すことにあり、それら政策の方向性が将来どのように変わるかは推測していない。

公表政策シナリオでは、エネルギー需要は2040年まで毎年1%ずつ上昇する。太陽光を始めとする低炭素エネルギー源がその需要の伸びの半分以上を供給し、天然ガスが液

化天然ガス(LNG)の貿易量の増加により、3分の1を供給する。石油需要は2030年代には横ばいで推移し、石炭利用は漸減する。電力部門を始めとする一部のエネルギー部門では、急速な転換が進む。特に「正味ゼロ排出量」という意欲的な目標を掲げる国々は、自国の供給と消費のあらゆる側面を再構築することになる。しかし、今日見られるクリーン・エネルギー技術への後押しのみでは、世界経済の拡大と人口増加の影響を打ち消すには不十分である。排出量の増加は緩やかになるが、2040年までにピークを迎えることはなく、世界が共有する持続可能性目標に達することはできない。

持続可能な開発シナリオ(Sustainable Development Scenario)は、エネルギー関連の持続可能な開発目標を完全に達成するための道筋を示しており、エネルギーシステムのあらゆる部分において急速かつ幅広い変化を必要とする。このシナリオではパリ協定と完全に一致した道筋を描いており、気温の上昇を「2°C未満…（できれば）1.5°Cに抑える努力をする」とともに、あらゆる人々がエネルギーを利用できるようにし、大気汚染を改善するという目標を満たしている。世界のエネルギー需要の広がりを見ると、単純な、または単一の解決策というものはない。複数の燃料と技術によってあらゆる人々に効率的で費用対効果の高いエネルギーサービスを提供することを通じて、大幅な排出量の削減は達成される。

引き続きエネルギー安全保障は最重要課題であり、石油には依然注目が集まる

エネルギー情勢の急速な変化により、エネルギー安全保障には幅広く大胆なアプローチが重要だと**の事実が浮き彫り**になっている。2019年9月に発生したサウジアラビアの石油施設襲撃事件により、エネルギー安全保障問題は過去のものではないことが明らかになった。その一方で、政府はサイバー攻撃や異常気象など新たな危機を常に警戒する必要がある。我々の推定では、2018年における世界のエネルギー需要増の5分の1近くは、夏季の猛暑による冷房需要、寒波による暖房需要の高まりによるものである。

米国のシェール生産量は、より長期にわたり高い水準を維持し、世界の市場、貿易フロー、エネルギー安全保障を再構築する。米国生産の年間増加率は近年見られた驚異的なペースよりは鈍化するが、最新の公式埋蔵量推定をもとにすると、公表政策シナリオでは米国が2030年までの世界の石油生産増加分の85%を占め、ガス生産増加分の30%を占める。その結果、米国の石油とガスの輸出国としての地位は堅固なものとなる。

2025年までには、米国のシェール（石油およびガス）の生産量は、ロシアの石油・ガス生産量を上回る。

米国の生産量の増加により、世界の石油生産量に占める OPEC 諸国とロシアの割合は低下する。 この割合は、2000 年代半ばには 55% だったが、2030 年には 47% まで低下し、石油市場を管理しようとする取り組みには強い逆風となる。世界の主要産油国の炭化水素収入を圧迫することにもなるため、これらの国々では経済多様化の取り組みが重要となる。

エネルギーシステムがどの方向に進むにせよ、依然世界は中東の石油供給に大きく依存する。 同地域は引き続き世界石油市場への最大の輸出地域であり、また LNG の重要な輸出地域でもある。これは、世界最大の通商航路の一つであるホルムズ海峡が、今後も世界のエネルギー貿易にとって、特に燃料の輸入依存度の高い中国、インド、日本、韓国といったアジア諸国にとっての大動脈としての地位を維持するということである。公表政策シナリオでは、2040 年には石油の国際貿易量の 80% がアジア地域に向かうこととなり、その大部分はインドの輸入量が倍増することによって引き起こされる。

電力は現代のエネルギー安全保障の中核となる

再生可能エネルギーのコスト低下とデジタル技術の進歩により、エネルギー転換の機会が飛躍的に開かれている一方で、新たなエネルギー安全保障のジレンマも生じている。風力と太陽光発電は、2040 年までの発電量増加分のうち、公表政策シナリオでは半分以上、持続可能な開発シナリオではほぼ全てを賄う。政策当局・規制当局はこうした技術変化のペースに遅れず、電力システム柔軟運用へのニーズ拡大に応えられるよう機敏に対応しなければならない。電力貯蔵のための市場設計、電気自動車と電力網の連系、データのプライバシーといった課題のいずれもが、消費者を新たなリスクに晒す可能性がある。

アフリカにおけるエネルギー消費の台頭

WEO-2019 では地域特集としてアフリカを取り上げている。同地域の世界のエネルギー動向への影響力は高まっている。公表政策シナリオでは、2040 年までのアフリカにおける石油消費量の増加は中国のそれより大きくなる一方で、アフリカ大陸では近年の大規模なガス田の発見も一因となり、天然ガスの利用も拡大する。アフリカにとって議論の余地のある大問題は、太陽光発電がどのくらいのスピードで成長するかということ

である。今のところ、世界で最も豊富な太陽光資源があるにもかかわらず、アフリカにおける太陽光発電設備はわずか 5 ギガワット (GW) 程度に過ぎず、世界全体の太陽光発電容量の 1%にも満たない。太陽光発電は、アフリカで現在電力へのアクセスがない 6 億に上る人々のうちの多くにとって、最も安価な電力源となる。

2040 年までにアフリカの都市部の人口は 5 億人以上増加する。これは、1990 年から 2010 年の 20 年間ににおける中国の都市部の人口増加を上回る。この間、中国では鉄鋼やセメントなどの素材生産が飛躍的に増加した。アフリカのインフラ開発は中国と同じ道を辿るわけではないが、アフリカの都市化の傾向がエネルギーにもたらす影響は、依然として大きい。アフリカの最も暑い地域で予測される人口増加により、2040 年までにさらに 5 億人もの人々がエアコンやその他冷房サービスを必要とするようになる。WEO のアフリカについての分析では、世界の成長著しい都市における都市計画、設計、ガバナンス、そして都市の建設に利用される産業材料、居住者が利用できる交通手段などが世界のエネルギー展望にとって重要な論点であることを示している。

世界「第 1 の燃料」の活用が早急に必要

世界のエネルギー効率改善の機運が弱まっていることは大きな懸念事項である。これは、暖房、冷房、照明、交通、その他のエネルギーサービスへの需要が高まる中で生じている。世界経済のエネルギー原単位（経済活動 1 単位当たりのエネルギー消費量）の改善は鈍くなっており、2018 年の 1.2% の改善という値は、2010 年以降の平均改善率の約半分である。新たな省エネルギー政策と既存の対策を強化する取り組みが比較的欠如していることが背景にある。

エネルギー効率を大幅に改善することが、世界を持続可能な開発シナリオに近づける最も重要な要素である。経済的に合理的なあらゆる省エネ策を追求することで、世界全体のエネルギー原単位を毎年 3% 以上引き下げることができる。その中には、鉄鋼、アルミニウム、セメント、プラスチックといった素材の効率的な設計、利用、リサイクルを促進する取り組みも含まれる。このような「素材効率(material efficiency)」の改善により、これらの部門からの排出量の伸びを十分に抑えることができる。ほかにも、革新的なアプローチとして、電力需要を一日の内で比較的安価で排出原単位が低い時間帯に移行させるためにデジタルツールを利用することなどが挙げられ、それにより消費者の支払う電気料金が引き下げられ、電力システムの安定化に寄与する一方で、排出量の削減にもつながる。

岐路に立つエネルギーシステム

急成長するアジアの国々では、電力と熱を供給するために、石炭、天然ガス、再生可能エネルギーが三つ巴の競争を繰り広げている。石炭は多くのアジアの開発途上国で幅広く利用されている。石炭を利用するインフラへの新規の投資決定は急速に減少しているが、既に石炭火力発電所や石炭関連設備が数多く存在するため（さらに、世界全体で 170GW 分の石炭火力発電所が建設中）、公表政策シナリオでも石炭は重要なエネルギー源である。アジアの電力部門、特に中国とインドでは、再生可能エネルギーが石炭に対する主要な挑戦者となる。今後、世界全体の再生可能エネルギーによる発電量の拡大のうち、半分以上はアジアの開発途上国によってもたらされる。天然ガスの需要は、産業用及び（中国では）家庭部門での燃料として急速に高まっており、新規の LNG 供給やパイプラインへの世界的な投資増に拍車を掛けている。WEO のシナリオ分析では、アジアのガス消費増加分の 70% が輸入—主に LNG—により賄われるが、価格に敏感な市場における LNG の競争力は、不確定要因である。

公表政策シナリオでは、石油需要の世界的な伸びは 2025 年以降鈍化し、2030 年代には横ばいになる。長距離貨物輸送、海運、空輸、石油化学における石油需要は増加し続ける。しかし、乗用車による石油消費は、燃費改善と（主に電力への）燃料転換により、2020 年代後半にピークを迎える。それにはバッテリーコストの低下が重要な役割を果たす：一部の主要市場において、まもなく電気自動車は従来型自動車に対して総保有コスト (total cost of ownership) ベースで競合するようになる。

スポーツ用多目的車 (SUV) への消費者の嗜好は、電気自動車をもたらす便益を相殺する可能性がある。消費者の間でより大きく重量のある自動車 (SUV) への選好が高まっていることは、世界の石油消費量の増加として既に現れている。SUV は完全な電化がより困難で、従来型の SUV は中型自動車より 1 キロメートル当たり 25% 燃料を多く消費する。現在の SUV 人気がこのまま高まり続けると、2040 年時点の石油需要に日量 200 万バレルが上乘せされることになる。

電力がエネルギー需要の伸びを牽引

公表政策シナリオでは、電力需要がエネルギー需要全体の 2 倍以上のペースで増加し、電力が現代における経済活動の中心にあることを示す。公表政策シナリオにおける電力消費の伸びを牽引するのは、産業用モーター（特に中国）が最も大きく、次いで家電、冷房、電気自動車である。持続可能な開発シナリオでは、電力は、再生可能エネルギー

の直接利用と水素とともに 2040 年に消費が増加する数少ないエネルギー源の一つであり、その要因は主に電気自動車である。最終エネルギー消費に占める電力の割合は、現在は石油の半分にも満たないが、同シナリオにおいては 2040 年までに石油を上回る。

公表政策シナリオにおいて、太陽光発電は発電設備容量ベースで最大の電源に成長する。 風力と太陽光による発電の拡大により、2020 年代半ばには電源構成に占める再生可能エネルギーの割合（総発電量ベース）が石炭を超える。2040 年までに、低炭素のエネルギー源が発電総量の半分以上を占めるようになる。風力、太陽光発電の飛躍は目覚ましいものとなるが、水力発電（2040 年の総発電量の 15%）と原子力（同 8%）も高い割合を維持する。

バッテリーコストが重要

バッテリーコスト低下のスピードが、電力市場と電気自動車にとって重要な変数である。 今年版の WEO では、世界のエネルギー需要増の最大要因となっていくインドにおいて、より安価な蓄電池と太陽光発電との費用対効果の高い組み合わせが、今後数十年に亘って同国の電源構成をどう変化させるかを分析した。蓄電池は、インドが必要とする短期的柔軟性に適しており、昼時にピークを迎える太陽光発電の供給分を、需要のピークである夕刻に利用できる。公表政策シナリオでは、バッテリーコストの大幅な低下により、2040 年までに約 120GW の蓄電池が設置されるとしている。また我々は、量産効果の拡大やバッテリー技術のブレイクスルーなどによって、コストがさらに急速に下落する（2040 年までに追加的に 40%のコスト低下が起こる）可能性についても分析した。その場合、太陽光と蓄電池の組み合わせは経済面、環境面において非常に魅力的な選択肢となり、同国の新規石炭火力発電所への投資額は大幅に押し下げられることとなる。

洋上風力のさらなる加速

欧州の北海におけるコスト削減と経験蓄積により、大規模な再生可能エネルギー利用への道が開かれつつある。 洋上風力発電には、今日の電力需要の何倍もの電力を供給する技術的可能性がある。洋上風力は変動性のある電源だが、沖合でのより強く安定的な風力を活用できる大型タービンによって、太陽光や陸上風力発電と比べて非常に高い設備利用率を実現している。さらに、浮体式洋上風力など、新たな風力資源と市場を開拓し得る技術革新も視野に入ってきている。

コスト競争力が高まっている洋上風力発電プロジェクトへの投資は、2040年までに累計1兆ドルに達する。欧州における当該技術の成功により、中国、米国、その他の国々でも関心が高まっている。持続可能な開発シナリオでは、欧州連合（EU）において洋上風力発電は陸上風力に匹敵する発電規模となり、同地域の電力部門の完全脱炭素化への道を開く。洋上風力が低炭素の水素生産の基盤となれば、普及はさらに拡大することもあり得る。

既存設備に対する取り組み

世界が現在の温室効果ガス排出の傾向を逆転させようとするなら、新規のインフラだけでなく既存のシステムに「ロックイン」された排出量にも注目する必要がある。つまり、既存の発電所、工場、貨物船、その他既に利用されている大規模インフラからの排出に対処するということである。電力部門の急速な変化にもかかわらず、公表政策シナリオでは、同部門からの年間CO₂排出量は減少しない。その主な理由の一つは既存の石炭火力発電所の寿命が長いことであり、現在のエネルギー起源二酸化炭素排出量の30%を占めている。

過去20年間に世界全体で建設された石炭火力発電所の90%がアジアにあり、これらの発電所は今後長い期間にわたり稼働し続ける可能性が高い。アジアの開発途上国では、既存の石炭火力発電所の平均年齢は12年に過ぎない。既存の発電設備からの排出量を削減する方法として、次の3つのオプションが考えられる：二酸化炭素回収利用貯留(CCUS)またはバイオマス併用施設に改修する；運転時間を短縮しつつ電力供給の安定性と柔軟性を提供することに焦点を当てるように用途を変更する；または早期に廃炉する。持続可能な開発シナリオでは、既存の石炭火力発電所容量2,080GWのほとんどが、これら3つのオプションのいずれかに該当する。

ガスパイプラインの役割

ガス供給網は、消費者にエネルギーを届けるという重要な役割を担っており、一般的に電力送電網よりも多くのエネルギーを運び、システムに貴重な柔軟性を提供する。エネルギー安全保障の観点から、ガスと電力の供給網は補完的資産となり得る。エネルギー転換の観点からは、より汚染度の高い燃料から天然ガスへの転換は短期的な便益をもたらす。長期的な課題は、ガス供給網が低炭素水素やバイオメタンといった真に低炭素、またはゼロ炭素のエネルギー源を輸送することができるのか、ということである。

低炭素水素には昨今関心が寄せられているが、今のところ生産コストが相対的に高い。供給技術の規模を拡大しコストを下げる一つの方法として、低炭素の水素を混合しガスの供給網に注入することが考えられる。（有機廃棄物や残渣から生産される）バイオメタン供給の持続可能性を評価した我々の新しい分析によると、バイオメタンは現在のガス需要の約 20%を賄う可能性を有する。回避された CO₂ とメタンの排出の価値を認識することで、両オプションのコスト競争力改善につながるだろう。

シェールと太陽光発電は急速な変化を示す好例だが、変化の方向性とスピードは政府が決定する

10年前には、米国が石油とガスの純輸出国になるということは、およそ考えられもしなかった。しかし、シェール革命—および上流・パイプラインへの累計 1 兆ドル超の投資—によって、それが現実のものとなりつつある。始まりは、1970年代からの公的資金を投じた研究開発にまで遡る。続いて、税額控除、市場改革、官民連携により、民間のイニシアティブ、イノベーション、投資、急速なコスト削減を可能にするプラットフォームが提供された。

今日、太陽光発電とその他いくつかの再生可能エネルギー技術（主に電力部門）についても同様に、初期の政策と財政支援が大規模な普及をもたらしている。エネルギーシステム全体を転換するには、省エネ、CCUS、水素、原子力などより幅広くエネルギー技術を進歩させる必要がある。また、電力部門だけでなく、あらゆる部門での取り組みが求められる。

エネルギーアクセスを含め、増加するエネルギーサービスへの需要に応えると共に排出量を削減することは、並大抵のことではない。社会の誰もが貢献できるが、政府の先導が不可欠である。個人、市民団体、企業、投資家のイニシアティブが変化をもたらすことはできるが、我々のエネルギーの未来を形成するために最も重要な立場にあるのは政府である。政府こそが、エネルギー分野のイノベーションと投資を決定する条件を設定する。そして政府に対して、世界は明確なシグナルと今後進むべき方向の明示を求めている。

Japanese Translation of World Energy Outlook Executive Summary 2019

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。

No reproduction, translation or other use of this publication, or any portion thereof, may be made without prior written permission. Applications should be sent to: rights@iea.org

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication. Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

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. All rights reserved.

IEA Publications

International Energy Agency

Website: www.iea.org

Contact information: www.iea.org/about/contact

Typeset in France by IEA - November 2019

Cover design: IEA

Photo credits: © Shutterstock

World Energy Outlook 2019

World Energy Outlook シリーズは、エネルギーの将来とエネルギー関連の温室効果ガス排出について戦略的洞察を提供する代表的な報告書で、異なるエネルギー政策やエネルギー投資の選択がもたらす結果をシナリオ分析により描き出している。

2019年版では、最新の市場データ、政策イニシアティブ、コスト傾向をもとにあらゆる燃料、技術、地域の見通しを収録している。

さらに、2019年版では下記の論点について詳細に分析している。

- シェール革命、液化天然ガス(LNG)の台頭、再生可能エネルギーのコストの低下、デジタル技術の普及は、将来のエネルギー供給に対して何を意味するか。
- 世界はどのようにすれば温暖化目標とその他エネルギー関連の持続可能な開発目標を達成する軌道に乗ることができるか。
- アフリカの将来を形作るエネルギーに関する選択肢とはどのようなものか、そしてアフリカのエネルギー消費の台頭は世界の動向にどのような影響を及ぼすのか。
- 洋上風力発電がエネルギー部門の転換において果たす役割はどの程度大きくなり得るか。
- 世界のガス供給網は将来低炭素エネルギーを供給することができるか。