



International
Energy Agency

World Energy Outlook 2010

エグゼクティブサマリー

World Energy Outlook 2010

世界は過去数十年で最悪の経済危機から脱しつつあるように見える。コペンハーゲン合意の下、多くの国が温室効果ガスの排出削減を公約している。G20とAPECも非効率な化石燃料補助金の段階的な廃止を公約している。エネルギーの安全保障が確保され、信頼性が高く、環境的にも持続可能なシステムを実現する方向に本当に進んでいるのだろうか。

世界エネルギーアウトルック2010年版(WEO2010)では、エネルギーの需要、供給、貿易、投資に関する最新予測がエネルギー源別、地域別に示されている。また、各国政府は気候変動と重要性を増しているエネルギー安全保障への対処を公約しているが、その公約達成に向けたアクションを想定した新シナリオが今回初めて追加されている。

WEO2010の主な内容は以下のとおりである。

- 世界の気温上昇を2度以下に抑制するというコペンハーゲン合意の目標を達成するには、さらに何が必要で、その費用はいくらか。また、こうした行動は石油市場にどのような影響を及ぼすのか。
- 中国やインドなどの新興国は、世界のエネルギー情勢にどのように関与を強めてゆくのか。
- 再生可能エネルギーは、クリーンで安心・安全なエネルギーの将来にどのような役割を果たしうるか。
- 化石燃料補助金の廃止は、エネルギー市場、気候変動、国家財政にとって何を意味するのか。
- カスピ海沿岸諸国のエネルギー市場動向は、世界のエネルギー供給へどのような影響を与えるのか。
- 非在来型石油の展望。
- いかにして近代的エネルギーサービスを全世界の人々に利用可能にするか。

広範なデータ、予測、分析に基づき、エネルギーシステムの今後25年の進化・発展について貴重な知見を提供するWEO2010は、エネルギー分野関係者の必読書である。

www.iea.org

www.worldenergyoutlook.org



International
Energy Agency

World Energy Outlook 2010

エグゼクティブサマリー

Japanese translation

国際エネルギー機関

国際エネルギー機関(IEA)は、1974年に設置された独立機関である。その使命は、石油供給の物理的途絶に対し加盟国が集団的に対処することによってエネルギー安全保障を促進すること、および健全なエネルギー政策について加盟国に助言を行うことの二つである。

IEAは、加盟する先進28カ国間でのエネルギー協力に関する包括的プログラムを実施している。各加盟国は、石油の純輸入量の90日分に相当する備蓄を義務づけられている。

IEAの目的は次の通りである:

- あらゆる種類のエネルギーにつき、特に石油供給が途絶された場合に効果的な緊急対応を行う能力を維持することによって、加盟国に確実かつ十分な供給へのアクセスを確保すること。
- 特に気候変動の要因となる温室効果ガスの削減を通じ、グローバルな経済成長および環境保護を向上させる持続可能なエネルギーを促進すること。
- エネルギーデータの収集および分析を通じ国際市場の透明性を向上させること。
- エネルギー効率の改善や低炭素技術の開発及び活用等を通じ、将来のエネルギー供給を確保し、環境への影響を軽減するエネルギー技術に関するグローバルな協力を支持すること。
- 非加盟国、産業界、国際機関、その他の関係者との取り組みや対話を通じ、グローバルなエネルギーの課題への解決策を見出すこと。

IEA加盟国は:

オーストラリア
オーストリア
ベルギー
カナダ
チェコ
デンマーク
フィンランド
フランス
ドイツ
ギリシャ
ハンガリー
アイルランド
イタリア
日本
韓国
ルクセンブルク
オランダ
ニュージーランド
ノルウェー
ポーランド
ポルトガル
スロバキア
スペイン
スウェーデン
スイス
トルコ
英国
米国である



International
Energy Agency

© OECD/IEA, 2010

International Energy Agency

9 rue de la Fédération

75739 Paris Cedex 15, France

www.iea.org

本出版物の使用および配布は制限されている。利用条件はオンライン上に公開されている。

www.iea.org/about/copyright.asp

欧州委員会もIEAの活動に参加している。

エネルギーを取り巻く世界は、かつてない不確実性に直面している。2008～2009年の経済危機により、世界のエネルギー市場は混乱した。世界経済の回復ペースが、今後数年のエネルギー見通しを大きく左右するだろう。しかし、長期的には、エネルギーの将来は、気候変動とエネルギー安全保障という、現在ある2つの課題にどう対応するかという各国政府の役割にかかっている。経済情勢はこの12か月で多くの人々の予想を上回る著しい改善を示している。しかし、景気の二番底の恐れや財政赤字の拡大を背景に、先行きの経済見通しは依然として極めて不透明であり、自信をもってエネルギーの中期見通しをするのは非常に難しくなっている。この1年、気候変動や非効率な化石燃料補助金の改革に関する重要な国際合意の交渉など、政策決定面でも際立った前進が見られた。さらに、各国政府が財政出動による景気刺激策の一環で導入した資金やインセンティブの強化が、低炭素技術の開発・普及の強い追い風となった。これらの動きが相まって、急務とされている世界のエネルギーシステムの変革は推進される見込みである。しかし、最近の政策公約が実施されるかどうかについては疑念が残る。仮に実施されたとしても、この変革が早急に行われるには一層の努力が求められる。

2009年12月にコペンハーゲンで開かれた国連気候変動枠組条約第15回締約国会議(COP15)で前進は見られたものの、持続可能なエネルギーシステムへ向け必要とされる内容からはいまだかけ離れているといわざるを得ない。 全ての主要排出国とその他の多くの国々が賛同したコペンハーゲン合意は、拘束力はないものの、産業革命以前からの世界の気温上昇を2度以下に抑制するという目標を定めている。また、発展途上国の気候変動緩和・適応資金として、2020年までに年間1,000億ドルの資金を先進国が調達するとの目標を定めるとともに、先進国に2020年の排出目標を設定することも義務付けている。これは、世界全体の排出量を2050年までに50%以上削減する目標を全ての国と共有するよう求めた2009年7月のG8サミットの要求に沿ったものである。しかし、その後に表示された各国の約束は、完全に実施されたとしても、気温上昇2度以下という目標達成に必要な排出量へ幾分か近づくに過ぎない。ただし、これは目標の達成は絶対に不可能だということではなく、2020年以降、多額の資金を投じて取り組みをさらに大幅に強化する必要がある、ということの意味している。実際、気温上昇2度以下という目標をクリアするには、2020年以降、実現が困難に思えるほどの速さでエネルギー変革を推し進め、排出を削減していかなければならない。

2009年9月のG20ピッツバーグ首脳会議における「無駄な消費を助長する非効率な化石燃料に対する補助金を中期的に廃止・合理化する」との合意は、コペンハーゲンでの失望を少なくとも部分的には埋め合わせ得るものである。 この

公約は、補助金は市場をゆがめ、クリーンエネルギーへの投資を阻害する恐れがあり、したがって、気候変動に対処する取り組みを害する可能性がある、との認識に立っている。G20サミットの要請に基づき他の国際機関と連携して実施し、WEO2010でも示している分析によれば、化石燃料消費に対する補助金(2009年で総額3,120億ドル)の廃止は、二酸化炭素(CO₂)やその他の排出物の削減など、エネルギー安全保障と環境の目標達成に大きく貢献し得る。

最近発表された政策が着実に実施されれば、変化を起こすことができる。

2035年までの世界のエネルギー展望は、政府の政策によって影響を受けるであろう技術、エネルギーサービス価格、エンドユーザーの行動に極めて大きく左右される。最近、政策面で重要な進展があることをふまえ、WEO2010の中心的シナリオ「新政策シナリオ」では、温室効果ガス排出削減の国家公約や化石燃料補助金の廃止計画など、具体的な実施措置が未定なものを含め、世界各国で発表されている広範な政策公約／プランについて考慮している。これらの政策公約は、非拘束的であり、どのように実施するかについてしばしば不透明であるため、比較的慎重に実施されると想定している。2010年半ばまでの政策のみを反映し、最近の政策公約は実施されないと想定した「現行政策シナリオ」(従来の「レファレンス・シナリオ」)と新政策シナリオとを比較することにより、これらの政策公約が実施された場合のエネルギー市場への影響を定量的に評価することが可能である。また、WEO2008で初めて詳細に示された、大気中の温室効果ガス濃度をCO₂換算450ppmへ抑制し、気温上昇を2度以下に抑えるためのエネルギーの道筋を描き出した「450シナリオ」の結果も提示している。

各国政府が最近発表している政策公約／プランが実施されれば、エネルギー需要とエネルギー起源CO₂排出量に大きく影響する。新政策シナリオでは、世界の一次エネルギー需要は、2008年の石油換算12,300百万トン(Mtoe)から2035年には16,700Mtoe強へと、年率で1.2%、累計で36%増加する。ちなみに、過去27年においては年率2%の増加であった。この年率1.2%の伸びは、現行政策シナリオ(年率1.4%)を下回っている。450シナリオでも2008～2035年の間に需要は増加するが、年率0.7%増に過ぎない。エネルギー価格は、各シナリオにおいて、予測期間を通じて需給が均衡するように働くが、価格上昇が最も速いのは現行政策シナリオ、最も遅いのは450シナリオである。3つの全てのシナリオで、2035年においても化石燃料—石油、石炭、天然ガス—が引き続き主要なエネルギー源であるが、化石燃料が一次エネルギー全体に占めるシェアはシナリオによって大きく異なる。再生可能エネルギーと原子力のシェアが最も高いのは450シナリオ、最も低いのは現行政策シナリオである。結果の幅—すなわち、将来のエネルギー利用に関する不確実性—が最も大きいのは、石炭、原子力と水力以外の再生可能エネルギーである。

中国やインドに代表される新興国が、世界需要を押し上げる。

新政策シナリオでは、各エネルギーの世界需要は増加するが、化石燃料が一次エネルギー需要全体の増分の半分以上を占める。国際価格上昇圧力やCO₂排出へのペナルティ強化による最終需要家向け燃料価格の上昇、および省エネや低炭素エネルギーへの転換を奨励する政策が相まって、化石燃料需要の伸びを抑えることに寄与する。予測期間を通じて、石油が一次エネルギーで最大のエネルギーであり続けるが、そのシェアは2008年の33%から28%へと低下する。これは、価格高騰とエネルギー効率化政策が、産業部門や発電部門での石油からのさらなる転換をもたらすとともに、運輸部門でも石油代替燃料を使用する新たな機会が現れるからである。石炭需要は2025年ごろまで増加し、その後、2035年に向け緩やかに減少する。天然ガスは、環境に優しい特性や実用的な特性、また、低炭素エネルギー技術が一足飛びには普及しないことなどのため、その需要の伸びは他の化石燃料需要をはるかに上回る。原子力のシェアは、2008年の6%から2035年には8%へと上昇する。近代的な再生可能エネルギー—水力、風力、太陽光・太陽熱、地熱、近代的バイオマス、海洋エネルギーなど—の利用は、予測期間を通じて3倍に増え、一次エネルギー需要全体に占めるシェアは7%から14%へと上昇する。伝統的バイオマスの消費は2015年まで微増し、その後、発展途上国の家庭部門における近代的燃料の利用増に伴い、2035年までに現状をわずかに下回る水準へと減少する。

新政策シナリオでは、非OECD諸国は、相対的に速い経済成長、鉱工業生産、人口増、都市化の進展を反映し、世界の一次エネルギー需要増分の93%を占める。この10年需要が急増している中国は、需要量を2008~2035年に75%増加させ、世界のエネルギー需要増分の36%を占める。世界需要に占める中国のシェアは、現在の17%から2035年には22%へと上昇する。インドは、エネルギー消費量を予測期間を通じて2倍以上に増やし、2035年までの世界需要増分シェアで第2位の18%を占める。アジア以外で伸び率が最も高いのは、年率2%で増加する中東諸国である。予測期間における、OECD諸国全体のエネルギー需要の増加は、極めて緩慢である。それでも、2035年まで、米国は中国に次ぐ世界第2位のエネルギー消費国であり続け、第3位のインドとは大差がある。

世界のエネルギー市場で増大する中国の重要性を強調し過ぎることはない。我々の速報データによれば、中国は2009年に米国を抜き、世界最大のエネルギー消費国となった。驚くべきことに、中国のエネルギー消費量は、2000年においては米国の半分に過ぎなかった。中国の2000~2008年におけるエネルギー消費量の増分は、それ以前の10年間の4倍以上にも達した。1人当たり消費量がOECD平均の3分の1とまだ低いこと、13億人を超える世界最多の人口大国であることを考えると、中国のエネルギー消費量はさらに増加していく可能性が高い。したがって、WEO2010での世界のエネルギー予測は、中国の経済成長見通し、経済構造変化、エネルギー／環境政策動向、都市化比率など、中国のエネルギー需要を

左右する主要要因の基本的想定に大きく依存する。中国が国内需要増に応えるために化石燃料の輸入ニーズを高めていることは、国際市場にますます大きな影響を及ぼす。国内市場の巨大さを考えると、中国が新たな低炭素エネルギー技術の拡大に注力すれば、技術学習のスピードアップと規模の経済を通じてそのコストを引き下げていく上で重要な役割を果たし得る。

ピークオイルは朗報か悲報か?

需給ともに価格への感応度が弱まっていることを反映し、石油市場の均衡に必要な石油価格は確実に上昇する。石油消費における運輸への集中度が高まっていることや、石油需要が補助金対象市場にシフトしていることで、価格上昇が代替燃料への転換により石油需要を減らす余地は小さくなっている。さらに、投資面の制約から、価格が上昇しても生産はわずかしか増えない。新政策シナリオでは、IEA（国際エネルギー機関）平均原油輸入価格は、2009年の1バレル60ドル強の水準から2035年には113ドル(2009年実質価格)へと上昇する。実際には、短期の価格ボラティリティ(変動性)は、今後も高水準で推移する可能性が高い。石油需要(バイオ燃料を除く)は着実に増加し続け、2035年には2009年より日量1,500万バレル多い約9,900万バレルに達する。純増分は全て非OECD諸国(約半分は中国)によるものであり、主に輸送用燃料である。OECDの需要は600万バレル以上減少する。世界の石油生産量は9,600万バレルに達し、残りの300万バレルはプロセスゲインによるものである。(在来型)原油生産量は、多少の変動はあるが、2020年までに6,800~6,900万バレル前後の安定水準に達する。しかし、2006年に記録した過去最高の7,000万バレルには決して届かない。一方、天然ガス液(NGL)と非在来型石油の生産量は大幅に増加する。

新政策シナリオでは、OPEC（石油輸出国機構）の総生産量は2035年まで増え続け、世界の生産量に占めるシェアは半分以上に達する。イラクが、その豊富な資源量に相応して、OPEC生産量の中で大きなシェアを占めるようになる。イラクの原油生産量は2015年頃にイランに追い付き、2035年に(NGLなどを含む)総生産量は日量700万バレルに達する。サウジアラビアは世界最大産油国の座をロシアから奪い返し、その生産量は2009年の960万バレルから2035年には1,460万バレルへ増加する。OPECのシェア拡大は、国営石油会社の支配力強化につながる。2009~2035年において、全て国営石油会社の生産量増分を合わせると、世界の生産量の全増分に匹敵する。OPEC以外の総生産量は、NGLと非在来型石油の生産増が原油の生産減を相殺するため、2025年ごろまではほぼ横ばいで推移するが、その後は減少に転じる。在来型石油、非在来型石油の究極可採資源量は、世界の石油生産量の長期見通しにとって大きな不透明材料である。

いずれは世界の石油生産量がピークアウトするのは明らかであるが、いつピークを迎えるかは需給双方に影響する要因によって決定される。新政策シナリオでは、生産量は、ピークに達しつつあるものの、2035年までにピークを迎えるこ

とはない。これに対し、450シナリオでは、需要減退の結果、生産量は2020年直前に日量8,600万バレルでピークに達した後、急減する。その結果、石油価格は大幅に低水準にとどまる。これが意味するところは明らかである。各国政府が現在計画しているより精力的に石油利用の効率化と代替燃料の開発を奨励すれば、石油需要はすぐに下落に転じ、その結果、石油生産量はかなり早くピークを迎える、ということである。このピークアウトは資源制約に起因するものではない。しかし、各国政府が何もしない、または政策が現在と余り変わらなければ、需要は増え続け、供給コストは増加し、石油利用の経済的負担は高まり、供給途絶への脆弱性は増し、世界の環境は深刻な悪影響を受ける。

非在来型石油は豊富だが、割高である。

非在来型石油は、政府がとる需要抑制策にかかわらず、2035年に向け世界の石油供給でますます重要な役割を果たすようになる。新政策シナリオでの生産量は、2009年の日量230万バレルから2035年には950万バレルへと増加する。大宗を占めるのはカナダのオイルサンドとベネズエラの超重質油であるが、石炭液化(CTL)、ガス液化(GTL)、程度は劣るもののオイルシェールも予測期間後半にはシェアを高める。非在来型石油資源は膨大に—在来型石油資源の数倍—存在すると考えられている。その利用がどの程度のペースで進んでいくかは、環境面への影響を軽減するコストなど、経済的・環境的な事項によって決まる。非在来型石油は最も割高な部類に入る。すなわち、莫大な先行投資を必要とし、その回収は長期にわたるのが普通である。したがって、非在来型石油は、今後の石油価格動向に対して極めて重要な役割を果たす。

一般に、非在来型石油の生産に際して排出される温室効果ガスは、大半の在来型石油生産時より多いが、採掘から消費まで(well-to-wheel)で考えると、その差ははるかに小さくなる。大半の排出は消費段階で発生するからである。カナダのオイルサンドの場合、採掘から消費までで見たCO₂排出量は、在来型原油より通常、5~15%多い。非在来型石油生産からの排出を削減するには、抽出技術の効率化、二酸化炭素回収・貯留(CCS)、石炭液化プラントでのバイオマスの原料への配合などが必要である。非在来型資源の利用と技術開発を普及させるには、非在来型石油資源に限ったことではないが、水と土地の管理を改善する必要がある。

中国に牽引され、ガスは黄金時代に。

少なくとも今後25年間の世界のエネルギー需要で、天然ガスが中心的役割を果たすのは確実である。景気低迷に伴い2009年に落ち込んだ世界の天然ガス需要は、2010年から再び長期的な増加傾向に転じる。天然ガスは、化石燃料の中で唯一、全てのシナリオで2035年の需要が2008年より多い。ただし、伸び率はシナリオによって大きく異なる。新政策シナリオでは、需要は2035年に4兆5,000億

m³に達する。これは2008年に比べ1兆4,000億m³、率にして44%、年率1.4%の増加である。需要が最も急速に伸びるのは中国で、年率約6%で増加する。絶対量で最も増えるのも中国で、2035年までの世界需要増分の5分の1以上を占める。特に石炭利用が環境上の理由で制限される場合には、中国のガス需要はこれより速いペースで伸びる可能性もある。中東の需要も中国とほぼ同程度増加する。比較的lowコストの資源が豊富に賦存している中東は、予測期間にわたりガス生産を拡大させ、その生産量は2035年までに8,000億m³へと倍増する。新政策シナリオにおける世界のガス生産増分の約35%は、米国と、将来的には特にアジア太平洋を中心とする他の地域での、非在来型ガス資源(シェールガス、コールベッドメタン、タイトガス)によるものである。

経済危機(によるガス需要の落ち込み)、米国での非在来型ガス生産ブーム、液化天然ガス(LNG)生産能力の急増などの結果生じている世界のガス供給能力の過剰状態は、多くの人々が予想しているより長引く可能性が高い。新政策シナリオで見込まれる需要をベースにすると、実際の貿易量と地域間パイプラインおよびLNG輸出プラントの総能力との差から測定される過剰量は、2009年に約1,300億m³に達したと推計され、2011年には2,000億m³を超え、その後、小幅減少に転じる見込みである。こうした過剰状態により、特にヨーロッパでは今後もガス輸出国には、原油価格連動からの離脱圧力がかかり、とりわけ発電部門では、予想以上のガス価格の下落とガス需要の盛り上がりにつながる可能性がある。長期的には、特に中国の輸入ニーズの高まりによって設備稼働率は押し上げられる可能性が高い。新政策シナリオでは、WEO地域間のガス貿易は、2008年の6,700億m³から2035年には1兆1,900億m³へと約80%増加する。このガス貿易増分の半分以上はLNGによるものである。

発電方式の根本的変革が間近に。

世界の電力需要は、他のいかなる最終消費エネルギーよりも速いペースで増加していく見込みである。新政策シナリオでは、2008~2035年に年率2.2%の増加が見込まれるが、この増分の80%以上は非OECD諸国による。中国の電力需要は、2008~2035年に3倍に増える。今後15年で、中国は米国の現在の設備容量に匹敵するほどの発電能力を純増させる見込みである。世界全体では、老朽設備を置き替えたり、需要の増加に応えたりするための総追加発電能力は、2010~2035年に約5,900百万kWに上る。これは現在の発電容量より25%多く、この能力増の40%以上は2020年までに発生する。

化石燃料価格の上昇や政府のエネルギー安全保障強化策・CO₂排出削減策に伴う低炭素技術への投資シフトにより、発電は変革期に入っている。新政策シナリオでは、発電量において支配的なシェアを占めるのは依然として化石燃料—主に石炭と天然ガス—である。しかし、原子力と再生可能エネルギーの拡大により、化石燃料のシェアは2008年の68%から2035年には55%へと低下する。低炭

素技術へのシフトは特にOECD諸国で顕著である。石炭は、2035年においても世界の発電量で最大のエネルギー源であるが、そのシェアは現在の41%から32%へと低下する。非OECD諸国の石炭火力発電は大幅に増加するが、その一部はOECD諸国での減少により相殺される。ガス火力発電は、主に非OECD諸国での増加により絶対量では増えるが、世界の発電量に占めるシェアは予測期間を通じて21%程度で安定的に推移する。発電に占める原子力のシェアはわずかしか上昇しないが、これは全予測期間で360百万kW強の新規の容量追加と一部の原子力発電所の延命化によるものである。世界全体で、原子力、再生可能エネルギー、その他の低炭素技術へのシフトによって、2008～2035年に発電量あたりのCO₂排出量は3分の1削減される見込みである。

再生可能エネルギーの未来は、政府の強力な支援次第。

エネルギーの安全保障が確保され、信頼性が高く、持続可能な世界に向かうためには、再生可能エネルギーが中心的な役割を果たさなければならない。再生可能エネルギーが大きな潜在的可能性を秘めていることに疑問の余地はないが、どの程度のペースで世界のエネルギー需要増に伝えていくかは、他のエネルギーや技術に対するコスト競争力の強化や技術進歩の促進を、政府がどの程度強力に支援していくかに大きく依存している。ガス価格が我々の分析で想定されている水準より低い場合、政府による支援の必要性は強まることになる。

再生可能エネルギーの利用を増やす余地が絶対量で最も大きいのは、発電部門である。新政策シナリオでは、再生可能エネルギーによる発電は2008～2035年に3倍に増え、世界の発電量に占めるシェアは2008年の19%から石炭とほぼ同じ約3分の1へと上昇する。この増加は主に風力発電と水力発電によるものであり、水力発電が予測期間を通じて最大シェアを維持する。太陽光発電は急増するが、世界の発電量に占めるシェアは2035年においても2%程度にとどまる。近代的な再生可能エネルギーが産業部門や民生部門の熱需要に占めるシェアは10%から16%へと上昇する。バイオ燃料の利用は2008～2035年に4倍以上増加し、予測期間末に道路用燃料需要の8%を占めるようになる(現在は3%)。再生可能エネルギーは総じて化石燃料より資本集約的なため、その能力増強には巨額の投資が必要となる。再生可能エネルギー発電向けの投資だけでも、2010～2035年で累積5兆7,000億ドル(2009年実質価格)に上ると推計される。投資二一ズが最も大きいのは、今や風力発電と太陽光発電で世界を牽引し、発電装置の主要供給国にもなっている中国である。中東とアフリカ北部地域は、大規模な太陽発電開発で巨大な潜在的可能性を秘めているが、市場・技術・政治面で克服しなければならない数多くの課題を抱えている。

化石燃料価格の上昇と再生可能エネルギー技術の成熟に伴い、再生可能エネルギーはさらに競争力を高めていく見込みであるが、世界のエネルギー構成における再生可能エネルギーの拡大に伴い、政府による支援の規模が増してい

くのは確実である。再生可能エネルギー発電とバイオ燃料向けの政府支援額は、2009年において世界全体で570億ドルに上ると推計され、うち370億ドルは再生可能エネルギー発電関連である。新政策シナリオでは、総支援額は2035年には2,050億ドル(2009年実質価格)へと増加する。これは世界のGDP比で0.17%に相当する。2010～2035年の支援額の63%は再生可能エネルギー発電関連である。卸電力価格の上昇と技術学習効果による発電コストの低下により、世界全体の発電量当たりの平均支援額は、2009年の5.5セント/kWhから2035年には2.3セントへと減少する。この予測は、これらの電力を系統に連係させるための追加コストを含んでいないが、風力や太陽エネルギーなど、一部の再生可能エネルギーは不安定であるため、このコストは多額に上る可能性がある。再生可能エネルギー向け政府支援は、再生可能エネルギーがもたらし得る経済・エネルギー安全保障・環境面の長期的な便益によって基本的には正当化することができるものの、その支援メカニズムの費用対効果にも留意する必要がある。

バイオ燃料—バイオマス原料由来の輸送用燃料—の利用は、石油価格の上昇と政府支援により、予測期間を通じて急増していく見込みである。新政策シナリオでは、世界のバイオ燃料消費は、現在の日量約100万バレルから2035年には440万バレルへと増加する。米国、ブラジル、欧州連合(EU)がバイオ燃料の主要な生産者かつ消費者であり続ける見込みである。リグノセルロース原料由来などの先進的バイオ燃料は、2020年頃までに主にOECD諸国で市場に導入されると想定されている。現在のところ、バイオ燃料の生産コストは輸入石油コストをしばしば大幅に上回っているため、石油系燃料と太刀打ちできるようにするには、通常、政府による強力なインセンティブが必要とされる。2009年の政府支援額は世界全体で200億ドルで、その大半は米国とEUにおけるものであった。支援額は、2010～2020年に年間約450億ドル、2021～2035年には同約650億ドルへと増加する見込みである。一般的に、政府による支援は、経済全体のコスト増につながる。しかし、持続可能なバイオマスが使用され、バイオマスの処理に用いられる化石エネルギーが過剰なものでないなら、石油輸入の削減やCO₂排出の削減など、得られる利益も大きい。

カスピ海の豊富なエネルギー資源の開発で、世界のエネルギー安全保障は強化される。

カスピ海地域は、石油・ガスの供給源の多様化をもたらすことで、世界の他の地域のエネルギー安全保障確保に大きく貢献する可能性を秘めている。カスピ海地域には、この先20年間の生産と輸出の大幅増を支えし得る大量の石油・天然ガス資源が眠っている。しかし、特に数か国を通過する輸送インフラの建設資金調達と実際の建設に係る複雑さ、投資環境、外需を巡る不確実性など、資源の開発に立ち足る潜在的な障害によって、開発の拡大はある程度制約される見込みである。新政策シナリオでは、カスピ海地域の石油生産量は—特に

予測期間の最初の15年間に大幅に増加する。具体的には、2009年の日量290万バレルから2025～2030年にピークの約540万バレルへと急増し、その後、2035年には520万バレルへと減少する。この増加は全てカザフスタンによるものであり、カザフスタンは2035年までの生産量の増分において、サウジアラビア、イラク、ブラジルに次ぐ第4位となる。石油生産増加分の大半は輸出され、輸出量は2025年直後にピークの460万バレルへと倍増する。カスピ海地域のガス生産量も、2009年の推定1,590億 m^3 から2020年に約2,600億 m^3 、2035年には3,100億 m^3 超へと大幅に増加する見込みである。この拡大を牽引するのはトルクメニスタンと、程度はそれほどではないものの、アゼルバイジャン、カザフスタンである。石油と同様、ガスの輸出も急増し、2009年の300億 m^3 未満から2020年に約1,000億 m^3 、2035年には1,300億 m^3 に達する。カスピ海は、ヨーロッパと大口の新規顧客として台頭する中国のガス需要のかなりを供給し、これらの地域のエネルギー供給源の多様化とエネルギー安全保障を高める可能性がある。

カスピ海沿岸諸国の国内のエネルギー政策と市場動向は、その社会・経済発展に極めて重要な役割を果たすだけでなく、輸出余力を左右することによって、世界の見通しにも影響を及ぼす。近年のある程度の改善にもかかわらず、カスピ海地域は、エネルギー利用効率が低く(ソ連時代の遺産)、気候・経済構造要因も手伝って、依然としてエネルギー原単位が高い。カスピ海地域のエネルギー利用がOECD諸国と同じくらい効率的になれば、カスピ海地域全体の一次エネルギー消費量は半減する。エネルギー効率をこの水準まで高めるのにどのくらいかかるかは、特にエネルギー価格(主要カスピ海諸国は化石エネルギーのうち少なくとも1つに補助金を出している)、市場改革、資金調達などに関する政策に大きく依存している。新政策シナリオでは、ガスが主要燃料の座を維持したまま、カスピ海地域全体の一次エネルギー需要は予測期間を通じて年率1.4%で漸増する。エネルギー消費量が最も急速に伸びるのはカザフスタンとトルクメニスタンであるが、これは主に急速な経済成長を反映したものである。

コペンハーゲン合意の公約を積み上げても、全体目標よりはるかに控え目。

各国がコペンハーゲン合意の下で発表している温室効果ガス排出削減に向けた公約をまとめると、世界の気温上昇を2度以下に抑制するという合意の目標の達成に向け必要とされるものからは、はるかに外れた内容となっている。新政策シナリオで想定しているように、各国がこれらの公約に沿って慎重な姿勢で行動すれば、化石燃料需要の増加により、エネルギー起源のCO₂排出量は予測期間を通じて増加し続ける。この傾向のまま進めば、2020年以降に必要な排出削減が急増するため、気温上昇を2度以下に抑えるという目標の達成はとて無理である。このシナリオでは、ペースこそ徐々に落ちていくものの、世界の排出量は予測期間を通じて増加し続ける。排出量は2020年に340億トン弱

へ、2035年には350億トン強—2008年の290億トンに比べ21%の増加—へと跳ね上がる。見込まれる世界の排出量増加は、全て非OECD諸国によるものである。OECDの排出量は2015年より前にピークに達し、その後は減少に転じる。こうした傾向のまま進めば、大気中の温室効果ガス濃度はCO₂換算650ppm強の水準で安定することになり、その結果、長期的には世界の気温は3.5度以上上昇する可能性が高くなる。

世界の気温上昇を2度以下に抑制するという目標を達成できるのは、2020年まで公約を精力的に実行し、その後、取り組みを格段に強化する場合のみである。 気候専門家によれば、この目標を達成する合理的な可能性を得るには、大気中の温室効果ガス濃度をCO₂換算450ppm以下の水準で安定させる必要がある。450シナリオは、エネルギー部門がどのように発展すればこの目標を達成できるかを示したものである。このシナリオでは、コペンハーゲン合意の下で発表されている目標範囲のうち大胆なほうを実現するための措置が実施されるとともに、G20が合意している化石燃料補助金の廃止が新政策シナリオより早く実施される、と想定されている。こうした行動の結果、世界のエネルギー起源CO₂排出量の鈍化は大幅に早まる。450シナリオでは、排出量は2020年直前にピークの320億トンに達し、その後、2035年には220億トンへと減少していく。排出削減量(現行政策シナリオ比)の約半分は、5つの国と地域—米国、EU、日本、中国、インド—におけるわずかに10種の排出削減措置によるものである。OECD諸国と他の主要国における排出削減で中心的役割を果たすのは、発電・産業部門における炭素課金(2035年にCO₂ 1トン当たり90~120ドル)である。中東、ロシア、一部アジア諸国の削減で極めて重要な柱になるのは、化石燃料補助金の段階的廃止である。世界の排出量に占める発電部門のシェアは、現在の41%から2035年には24%へと低下し、世界経済の脱炭素化を先導する。対照的に、運輸部門は、急速に排出を削減するコストが他の大半の部門に比べて高いため、シェアが23%から32%へと大幅に上昇する。

世界の気温上昇を2度以下に抑えるべく、排出量を大幅に削減するためには、世界のエネルギーシステムを根本的に変革する必要がある。 450シナリオでは、石油需要は、2020年直前に現在よりわずかに日量400万バレル多い8,800万バレルでピークを迎え、2035年には8,100万バレルへと減少する。それでも既存油田の生産減少分を補うために、約5,000万バレルの生産能力を追加する必要がある。ただし、2035年までに開発しなければならない未発見石油の量は、新政策シナリオの場合の3分の2にとどまるため、石油業界は割高で環境に悪い予定プロジェクトを一部後回しにすることができる。石炭需要は2020年以前にピークを迎え、2035年には2003年の水準へと戻る。化石燃料の中で最も影響が少ないのは天然ガスであるが、その天然ガスも2020年代末までにピークを迎える。再生可能エネルギーと原子力は構成比を大幅に高め、2035年にはシェアが38%へと現在から倍増する。原子力発電が総発電量に占めるシェアは、現在の水準より約50%上昇する。シェアを最も拡大するのは再生可能エネルギーによる発電で、

世界の発電量の45%以上—現在の2.5倍以上—を占めるようになる。風力発電のシェアは約13%へと大幅に上昇し、太陽光発電と太陽熱発電のシェアは合わせて6%以上に達する。二酸化炭素回収・貯留(CCS)技術が発電部門の排出削減で重要な役割を果たす。2035年に、CCS付設石炭火力発電所の発電量は、CCSなしの石炭火力発電所の発電量を上回り、また、CCS付設発電所の総発電量の約4分の3を占めるようになる。バイオ燃料と先進的自動車(ハイブリッド、プラグイン・ハイブリッド、電気自動車)も、新政策シナリオよりはるかに大きな役割を果たす。2035年には、世界の新車販売台数の約70%が先進的自動車となる。世界のエネルギー安全保障は、エネルギー多様化の進展によって強化される。

コペンハーゲンの失敗は、少なくとも1兆ドルのコスト増に。

コペンハーゲン合意の下での公約を完全に実施したとしても、2020年以降に必要となる排出削減には、もっと大胆でもっと早期の目標を公約していた場合より、さらに多くのコストがかかる。コペンハーゲン合意の下での公約による2020年までの排出削減は余り多くないため、気温上昇を2度以下に抑制するという目標を達成するには、2020年以降、はるかに大幅な削減が必要となる。WEO2010の450シナリオでは、2010~2035年の低炭素エネルギー技術向けの追加的支出(企業投資と消費者支出)は、現行政策シナリオより約18兆ドル(2009年実質価格)、新政策シナリオより約13兆5,000億ドル多い。現行政策シナリオ比の追加的支出は、2030年までで11兆6,000億ドルと、昨年の推計より約1兆ドル多い。さらに、2030年の世界GDPの押し下げ幅も、昨年の推計0.9%に対し、1.9%である。これらの差は、早期のエネルギー供給・消費の変革ペースが鈍化したことで、2020年以降、より大幅でより急ピッチの排出削減が必要となるためである。

しかし、コペンハーゲン合意の目標はそれでも(ぎりぎり)達成できる。

コペンハーゲン合意の下の温室効果ガス排出削減公約が控え目であるために、世界の気温上昇を2度以下に抑制するという目標が実際に達成される可能性は明らかに薄れている。この目標を達成するには、各国政府による強烈的な政策の後押しが必要である。どの程度強力な取り組みが必要かを測る指標となるのは、450シナリオで必要とされる炭素原単位(GDP 1ドル当たりのCO₂排出量)の低減ペースである。炭素原単位は、2008~2020年には1990~2008年の2倍のペースで、2020~2035年には約4倍のペースで低減しなければならない。既存の技術でもそうした変化は可能であるが、これだけ急ピッチの技術変革はいまだかつてないものである。さらに、2020年に向けた公約の実施についてもおおいに疑わしい点がある。公約の多くは曖昧なものであり、450シナリオで想定されているよりはるかに控え目に解釈されてもおかしくない。例えば、多くの国は排出削減に一定の幅をもたせているか、我々の予測で想定されているのとは異なる炭

素ないしエネルギー原単位やGDPベースラインに基づいて目標を設定している。結局、これらの要因に起因する2020年のエネルギー起源CO₂排出量の不確実性は39億トンに相当すると推計されるが、これは450シナリオで見込まれる排出量の約12%に相当する。これらの公約ができるだけ強い意味で解釈されること、また、2020年以前からとは言わないまでも、2020年以降、はるかに強力な公約が採択・実施されることが極めて重要である。さもなければ、世界の気温上昇を2度以下に抑制するという目標は、おそらく永遠に達成できない。

化石燃料補助金の廃止は一石三鳥の解決策。

化石燃料補助金の廃止は、エネルギー安全保障を高め、温室効果ガス排出量と大気汚染を削減し、経済的利益をもたらす。化石燃料への補助は、依然として多くの国で行われている。この結果、経済的に非効率な資源配分と市場の歪みが生じているほか、意図した目標さえしばしば達成できなくなっている。エネルギー価格を人為的に引き下げる補助金は、無駄な消費を助長し、市場のシグナルを曇らせることによってエネルギー価格のボラティリティを増幅させ、燃料の品質低下と密売を招き、再生可能エネルギーと効率的なエネルギー技術の競争力を損なう。補助金は、輸入国にしばしば国家財政に重い負担を課し、生産国では資源の枯渇を早めることで長期的には輸出収入を減らすことになりかねない。化石燃料消費に対する補助金は、2009年に世界全体で3,120億ドルに上ったが、そのほとんどは非OECD諸国によるものである。年間の補助金額は、国際エネルギー価格の動きや国内の価格政策、需要量などによって大幅に変動する。2008年の補助金額は5,580億ドルであった。貧困層に届くのはこうした補助金のごく一部でしかない。目下、化石燃料補助金を削減する動きが世界的に盛り上がっている。2009年9月、G20首脳は非効率な化石燃料補助金の段階的な廃止・合理化を約束したが、この動きは2009年11月のAPEC首脳会議にも引き継がれた。今では多くの国が改革を行っているが、持続的な利益を実現するには、大きな経済的・政治的・社会的ハードルを克服しなければならない。

非効率なエネルギー補助金を改革すれば、世界エネルギー市場の需給に劇的な影響を及ぼすだろう。大胆な目標かもしれないが、世界の全ての国が2020年までに全ての化石燃料補助金を段階的に廃止すれば、世界の一次エネルギー需要は、補助金そのまま存続した場合よりも5%削減されると推計される。これは日本、韓国、ニュージーランドの現在の消費量を合わせたものに匹敵する。石油需要だけでも2020年に日量470万バレル削減されるが、これは米国の現在の需要の約4分の1に相当する。化石燃料消費に対する補助金の段階的廃止は、気候変動への対処に不可欠な基本的要素になり得るものである。補助金を完全に廃止すれば、CO₂排出量は2020年に5.8% (20億トン)削減される。

発展途上国におけるエネルギーの貧困の解消には、 早急な行動が必要。

世界中でエネルギー消費が増えているにもかかわらず、発展途上国の多くの世帯が近代的エネルギーサービスを依然として受けられない。衝撃的なことに、我々の推計によれば、電気を利用できない人が14億人—世界人口の20%超—、調理を伝統的バイオマスに頼っている人が27億人—世界人口の約40%—いるのである。さらに悪いことに、我々の予測はこの問題がなかなか解消しないことを示唆している。新政策シナリオでは、2030年(近代的エネルギーサービスへのユニバーサル・アクセスの目標年)になっても依然として12億人が電気を利用できない(その87%は農村地域の人々)。その大半はサハラ以南アフリカ、インド、その他のアジア発展途上国(中国を除く)の人々である。同シナリオでは、調理を伝統的バイオマスに頼る人は、2030年には28億人(その82%は農村地域)へと増加する。

近代的エネルギーサービスへのアクセス実現に優先的に取り組むことにより、社会・経済発展を加速できる。2015年までに極度の貧困と飢餓を根絶するという国連ミレニアム開発目標は、エネルギーへのアクセスを大幅に改善しない限り達成されない。この目標を達成するには、電気を利用できる人を3億9,500万人、清潔な調理設備を利用できる人を10億人増やす必要がある。2030年までの近代的エネルギーサービスへのユニバーサル・アクセスというはるかに大胆な目標を達成するには、年間360億ドルの追加支出が必要となる。これは、新政策シナリオで2030年までに見込まれる世界のエネルギー供給インフラ投資の3%弱に相当する。これに伴うエネルギー需要とCO₂排出の増加は微々たるものである。新政策シナリオに比べ、2030年の世界の石油需要は1%弱、CO₂排出はわずか0.8%増えるだけである。いずれかの目標を達成するには、国際社会は、予測されている状況は許容できるものではないことを認識し、必要な変革の実施に注力し、目標と進捗状況を監視するための指標を設定する必要がある。WE02010で示されているエネルギー開発指数は、目標の設定と監視の基礎になるものである。新たな金融・制度・技術的枠組みや地方・地域レベルのキャパシティ・ビルディングが必要とされる。言葉だけでは十分ではない—実際の行動が必要である。我々は最終的に目標を達成できるのであり、達成しなければならない。

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。

© OECD/IEA, 2010

No reproduction, copy, transmission or translation of this publication
may be made without written permission.

Applications should be sent to: International Energy Agency (IEA)
Head of Communication and Information Office, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

Cover design: IEA. Photo credit: © Maciej Frolow, Brand X Pictures.



International
Energy Agency

Online bookshop

Buy IEA publications
online:

www.iea.org/books

PDF versions available
at 20% discount

Books published before January 2009
- except statistics publications -
are freely available in pdf

International Energy Agency • 9 rue de la Fédération • 75739 Paris Cedex 15, France

iea

Tel: +33 (0)1 40 57 66 90

E-mail:
books@iea.org