

# 化石燃料の役割と将来

小山 堅\*

## はじめに

エネルギーは、社会生活や経済活動の運営にとって不可欠の物資である。そのエネルギーが量・価格の双方の面で安定的に、かつ持続可能な形で供給されることは如何なる社会・国家にとっても極めて重要であることは言を俟たない。今日、そのエネルギー供給の大宗を占めるのは、石油、石炭、天然ガス等からなる化石燃料である。多くの代表的な長期エネルギー見通しを見ても、今後、少なくとも 20~30 年程度の間、化石燃料がエネルギーの中で支配的な地位を占め続ける、という将来像は共通している。従って、化石燃料の将来はエネルギー全体の将来を占う上で重要なポイントになる。しかし、最近では、再生可能エネルギーや原子力などからなる非化石エネルギーの拡大がより著しく、そのシェアが高まり、逆に化石燃料のシェアは今後低下していくことも予想されている。もちろん、化石燃料・非化石エネルギーを問わず、全てのエネルギー源には固有の長所・短所があり、「完璧なエネルギー」は存在していない。化石燃料の長所を生かしつつ、その短所・課題をどう克服するか、できるか、が今後の化石燃料の将来を左右していくことになる。

本稿では上記の認識に基づき、化石燃料の将来見通しに関する全体像を概観した後、石油、石炭、ガス、それぞれについて、その強みと弱みを整理し、それを踏まえて、化石燃料の果たす役割と将来像について考察することとしたい。

## 重要性を保ち続ける化石燃料

世界の一次エネルギー消費は、非 OECD に牽引され、今後も着実に増加する。弊所の「アジア／世界エネルギーアウトック 2016」によれば、世界の一次エネルギー需要はエネルギー需給の今後の趨勢が現在までのそれと変わらないと想定する「リファレンスケース」では、2014 年の 137 億石油換算トン (TOE) から、年平均 1.2% で増加し、2040 年には 189 億 TOE に達する。この増加のうち、非 OECD での増分が 90%、アジアの増分が 60% を占め、国際エネルギー市場の重心は途上国に、そしてアジアにシフトして行く姿となる。

リファレンスケースでは、全てのエネルギー源の需要が拡大を続ける。2040 年時点での世界全体でのシェアを見ると、石油が 29% で最大で、続いて天然ガス 25%、石炭 24%、水力以外の再生可能エネルギー 14%、原子力 6%、水力 2% となり、化石燃料のシェアは合計で 78% と 2014 年の 81% から微減するものの、圧倒的に重要な位置を占め続ける。

他方、エネルギー安全保障及び環境対策の抜本的強化の下で、エネルギー先進技術の導入が大幅に進むとした「技術進展ケース」では、世界のエネルギー需給構造に重要な変化が生じる。2040 年の世界の一次エネルギー需要は 166 億 TOE となり、省エネの促進により、リファレンスケースより 12% (23 億 TOE) も低下する。また、再生可能エネルギーと原子力の拡大が加速し、2040 年での世界シェアは前者が 18% (リファレンスケース 14%)、後者が 9% (同 6%)

\* (一財)日本エネルギー経済研究所 常務理事 首席研究員

となる。化石燃料のシェアは軒並み低下するが、特に石炭は絶対値としても需要が低下し、2040年の需要量は32億TOEとリファレンスケースより28%（13億TOE）も低くなる。その結果、石炭の2040年でのシェアは20%まで落ち込む。先進技術の導入・普及で世界のエネルギーの将来像には大きな影響が現れるのである。

しかし、この技術進展ケースでも、化石燃料がエネルギー供給の大宗であることは変わらない。化石燃料のシェアは2040年には71%まで下がるものの、世界全体で経済活動・社会生活の運営のために、化石燃料が圧倒的に重要な役割を果たし続ける姿となっているのである。2040年を超える、より長期の将来においては、上記の見通しが示す通り化石燃料のシェアはいずれにせよ漸減して行く可能性が高い。しかし、それでも化石燃料がエネルギー全体の過半を超えるシェアを相当長期間に亘って維持するものと思われる。世界経済にとって、人々の暮らしにとって、化石燃料の重要性は維持され続けると言って良い。

異なる角度から見ると、それぞれの化石燃料の市場において何が起きるのか、今後どのような展開が見られるのか、は世界のエネルギー市場全体を左右する重要な要素であり続ける。それぞれの化石燃料市場の動向は、世界経済に影響し、エネルギー安全保障の鍵を握る要因である。また、同時に化石燃料の消費が気候変動や大気汚染等の環境問題に重要な影響を与える要因であるため、その観点からも世界の動向を左右し続ける。ちなみに、世界のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は、2014年の330億トンから、リファレンスケースでは2040年には425億トンまで増加を続ける。しかし、技術進展ケースでは323億トンとなり、現状から微減、リファレンスケースより24%（102億トン）も低下する。もちろん、この水準でも、いわゆる「2℃目標」達成に必要な排出削減には遠く及ばないが、経済成長とCO<sub>2</sub>排出のデカップリングが世界全体で実現されるという意味では重要な変化である。

この意味で、化石燃料のより効率的・クリーンな利用の促進は世界のエネルギー・環境問題を考える上で、この先も極めて重要な課題であり続ける。もちろん、化石燃料はもとより、全てのエネルギー源には固有の強みと弱み（長所と短所）があり、「完璧なエネルギー源」は存在しない。その上で、どのようにその強みを活かし、弱みを克服して行けるか、がそれぞれのエネルギー源の将来を左右して行くことになり、それがひいてはエネルギーの将来の全体像に大きく影響して行く。そこで以下では、石油、石炭、天然ガスのそれぞれについて、世界のエネルギーミックスを考える上での、強みと弱みを考察し、それを踏まえてそれぞれの将来展望のポイントをまとめることとする。

## 石 油

石油のエネルギー源としての最大の強みは、液体であることから、輸送の経済性、利便性・取り回しの容易さの面で相対的に優れている点である。そのため、最も発達した国際市場を持ち、そこでの柔軟で懐の深い供給に消費者も供給者も依存することができる。また、内燃機関での石油利用は極めて高い競争力を有し、輸送部門では他のエネルギー源に比し圧倒的な強みを持ってきた。

他方、あくまで化石燃料の一つであることから、CO<sub>2</sub>排出を始め環境面では非化石燃料と比べて課題が存在する。そして、供給面では、資源の過半が中東に集中しており、国際情勢や地政学リスクの影響を被る場合が散見されてきた点も課題である。

上記を踏まえ、石油の将来を左右する重要な要因を検討して見ると、第1に挙げられるのは中東依存とそれに関連する供給サイドの問題がある。石油資源が中東に偏在している事実は変

えることができず、その中東では今日著しい地政学リスクの高まりと情勢の流動化・不透明化が進行している。エネルギー需要の重心がアジアであるのに対し、中東は石油供給の重心であり続け、その中東の安定は石油市場の安定に直結するため、石油市場の将来を左右する主要因であり続けよう。他方、中東の在来型石油資源に対抗する形で石油市場のゲームチェンジャーとなったのが米国のシェールオイルである。米国の、そしてより長期的には米国以外の、シェールオイルを始めとする非在来型石油供給がどう拡大するのか、は石油の将来を左右する重要問題となる。

需要サイドで今後最も注目すべきは、世界の石油需要が今後も伸び続けるのかどうか、という点ではないか。世界経済の成長持続とそれに伴う自動車保有の増大等に支えられ、少なくとも 2040 年頃までは世界の石油需要は緩やかな増加を持続する、という見方が世界の「コンセンサス」であったと言って良い。しかし、環境規制の強化に対応して電気自動車・燃料電池自動車等のクリーン自動車の技術が進展しコストが低下することで普及が急速に進み、また全体としての燃費改善も進んでいる。さらに、英仏など一部の欧州諸国では 2040 年にはガソリン・ディーゼル車の販売を禁止する等の政策転換を発表し、その影響も注目されている。政策と技術進歩が石油需要の将来にどう影響するか、これが石油の将来を占う重要なポイントに浮上していると言って良い。

## 石 炭

石炭の強みは、豊富で広く賦存する資源量と優れた価格競争力である。いわばエネルギー安定供給とエネルギー安全保障に大きな貢献をするエネルギー源と言って良い。他方、最大の課題は石炭利用に伴う CO<sub>2</sub> や他の大気汚染物質の排出による環境負荷問題である。つまり石炭利用はエネルギー安全保障と環境問題のトレードオフを顕在化させるのである。

石炭の将来を考える上でやはり重要なポイントの一つになるのは、世界のエネルギー需要の重心であるアジアにおける石炭利用である。2016 年時点で見ると、世界の石炭消費のうち、中国 51%、インド 11%、ASEAN などを含めその他アジア 12%、とアジア全体で 74% のシェアを有している。世界最大の石炭消費国、中国では、気候変動・大気汚染対策強化で石炭消費は今後横ばいから緩やかに減少に向かう、との見方も出ているが、代わってインド・ASEAN での石炭消費は堅調に拡大する、と見られる。電力需要が旺盛で、競争力ある電力供給が必要なアジア新興国では石炭需要は底堅い。今後、これらの国での環境対策強化がどう進むかによって、アジアの、そして世界の石炭市場は大きく影響を受ける。

その観点では、石炭のクリーン利用技術がどう開発・普及するかも重要なカギを握る。高効率燃焼技術、IGCC、IGFC 等のクリーンコール技術や燃焼から発生する CO<sub>2</sub> の回収と貯留を行う CCS 等が今後実用化され、普及するかどうかは石炭の将来を左右する。

## 天然ガス

天然ガスの強みは、非在来型ガスも含めた豊富な資源量、パイプライン・LNG 供給における供給安定性、そして何より化石燃料の中では最もクリーンな環境特性である。これらの強みを踏まえて、IEA が提唱し人口に膾炙した「ガス黄金時代」の到来を期待する見方も存在した。しかし、現実には黄金時代が到来したのは現時点では米国のみである。その理由は、天然ガスの弱みである価格競争力の問題である。唯一、黄金時代が到来している米国では、シェール革

命によってガス価格が大幅に低下し、発電部門で石炭のシェアを奪い続けるに至った。しかし、米国以外では、天然ガスは発電部門を中心に、石炭、再生可能エネルギー、原子力等との厳しい競争に直面し、期待された需要の大幅な伸びが実現されない状況となっている。

前述の「アジア／世界エネルギーアウトック」を始め、多くの代表的な長期エネルギー需給見通しでは、天然ガスは様々な将来シナリオの中でも需要拡大持続が予想されるエネルギー源となっている。その予測が実現し、天然ガスの持つ優れた環境特性が活かされていくためには、天然ガスの総合的な競争力が強化されていくことが重要となっている。他のエネルギー源との相対的な価格競争力の改善に加え、天然ガスのもう一つの課題である、供給柔軟性の拡大・より柔軟で懐の深い国際市場の発展、といった面での市場の変化で、天然ガスの総合的な魅力が増していくことも天然ガスの将来を左右するだろう。

## おわりに

石油、石炭、天然ガスからなる化石燃料は、少なくとも 21 世紀の前半までの世界のエネルギー源の主演であり、人類にとって極めて重要なエネルギー源であり続ける。しかし、前述した通り、これらの化石燃料には個別に様々な課題が浮上しており、長期的な将来像には大きな不透明感が浮上するようになっている。それぞれの個別の課題や弱点の克服が成功すれば、そのエネルギー源が重要な役割を果たす期間はより長くなる。しかし、変化する市場環境への対応が後手に回ったり、課題克服が成功したりしない場合には、そのエネルギー源個別に、あるいは化石燃料全体として構造的な変化に見舞われるかもしれない。

19 世紀に産業革命を支えたエネルギー源は石炭であった。そして 20 世紀は「石油の世紀」であったとも称される。2040 年時点でも化石燃料の世界でのシェアが 7 割を超えるとすると、まだまだ化石燃料の時代が続いているということを示している。しかし、より長期を見据え、21 世紀以降は「何の世紀」になるのか、将来は不確実である。

しかし、エネルギー源の問題を考える時、基本となるのは、エネルギー安全保障、環境問題、市場効率に代表される 3 つの「E」である。安全性「S」を加えた 3E+S の観点で「完璧なエネルギー源」はまだ見当たらないが、もし相対的な優位性を強めるエネルギー源が現れれば、そのエネルギー源の世紀になっていく道が開かれるかもしれない。それでも、少なくとも今世紀前半までは、世界にとって化石燃料の重要性は不変であり、その市場の安定は最も重要な課題であり続けよう。

### 執筆者紹介

小山 堅 (こやま けん)

1986年日本エネルギー経済研究所入所。2001年英国ダンディ大学博士号取得。エネルギー動向分析室長、研究理事などを経て、2011年より現職。東京大学公共政策大学院客員教授、政府審議会委員等を多数務める。専門は国際石油・エネルギー情勢の分析、アジア・太平洋地域のエネルギー市場・政策動向の分析、エネルギー安全保障問題で、関連の著書・論文多数。