

石油からガスの時代へ

松井正和*

1. はじめに

福島原発の事故以来、エネルギー源の多様化が論じられるとともに、資源の枯渇が心配され始めた。石油資源の55%は中東に埋蔵されており、世界各地に輸出されている。しかし、貴重な石油を輸出に回すために、アブダビなど中東をはじめ、各地で原子力発電所の建設が進められている。日本は原油輸入の87%、LNG（液化天然ガス）輸入の30%を中東に依存し、そのほぼ全量をホルムズ海峡を通過している。

中東からマラッカ海峡を経て、東アジアの航行を安全に保てるのに、米国第5艦隊、第7艦隊などの軍事力による安全保障に依っている。現状では日本のエネルギーは米国の軍事力にタダ乗りしているために維持されてきている。現在、財政の崖に面している米国にとって、中東地域の安全保障は自国のエネルギー問題の安全のためであるが、地政学的リスクも兼ねている。中東諸国はイスラム教徒で一致しているが、スンニ派とシーア派との対立がある。アラブ人を中心とする親米派とペルシャ人のイランを中心とする反米的勢力があり、さらにイスラエルが存在する。東南アジアで勢力の伸張を図り、周辺諸国と衝突を繰り返す中国は軍備拡張を進めている。この中国が将来のエネルギー需要の拡大のために、中東産油国に狙いを定めている。

最近、原発事故後、化石燃料の中でも天然ガスの輸入が増加し、電気料金の値上げが進められている。そこで、埋蔵量が多く、価格

の低い石炭に注目し、石炭火力発電の新増設に舵を切っている。1kw時の単価は石油の16円、LNGの10円に対して、石炭は4円とかなり安い。石炭はここで述べるシェールガス産出によって需要が緩和し、一時1トン当たり200ドル近くまで値上りしたが、最近では100ドル前後に下がっている。このため、英国では'12年に電力に占める石炭と天然ガスの割合が再び逆転し、ドイツでも'12年に45%と、2年前に比べ3%増加している。電力消費大国である米国や、将来の大国中国でも、次々と石炭火力発電所が建設されている。

火力発電所建設の急速な増設は多量のCO₂排出を招き、気候変動への懸念を強めている。また、NO_x・SO_x等の処理など、自然環境や人々の健康・安全面に対する不安を考えると、石炭は安価であるとは言えない。さらに、将来CCS（CO₂回収・貯留）などを考慮に入れると益々コストは高くなる。

最近、東京湾に面して石炭火力の磯子火力発電所が建て替えられる計画である。総出力120万kwのこの発電所は、約45%（低位発電所基準）の発電端効率を有する。これは世界最高水準であり、因みに発電電力量の78%を石炭に頼っている中国は平均34%、インドでは28%レベルである。この高効率発電は超々臨界圧（ultra super critical pressure, USC）という世界最高のスペックによる。さらに、石炭ガス化複合発電、石炭ガス化燃料電池複合発電といっ

*京都大学名誉教授

た未来型では60%超の発電効率を目指している。しかし、化石燃料のうち、石炭はCO₂排出量が多く、地球環境に与える影響も大きい。高効率化とともにCO₂の分離回収・貯蔵技術の技術開発も急がなければならない。

日本のエネルギー自給率は原子力を入れても現在は1割足らずである。したがって、石炭・石油・天然ガスの化石燃料や水力・原子力など多様な発電方式をバランスよく採用しながらベストミックスによって変事が生じた時に備える必要がある。また、他方で経済性・安定・安全性・環境問題に対する配慮も考えなければならない。

一昨年3月11日の大地震によって、東電の福島第一原発の事故が発生した。このために生じた電力不足は当時停止中の火力発電所をフルに活用する必要があった。化石燃料の中で天然ガスは同じ発電量に対するCO₂排出量が少なく（石炭100、石油80、天然ガス55）、また発電効率も高い。このため、原発の停止にともなう代替エネルギーとしてLNGの需要が急増した。元来、日本は震災前から約7,000万トンと極めて多くのLNGを輸入していた。さらに、多量のLNGが輸入されるとLNGの急騰が予測された。事実、LNGの輸入量は7,000万トンから昨年は9,000万トンに急増しただけでなく、昨年1月から10月の輸入平均価格は100万BTU（英国熱量単位）当たり17ドルと北米の5~8倍で仕入れている。これは採掘技術の進展によって、北米はシェールガスの大量採掘に成功し、米国内の価格が大幅に低下したからである。

天然ガスは北米の輸入量の減少により高騰せず、今のところ、若干の高値圏で推移している。最近、シェール革命はエネルギー問題だけでなく、各国の政治・経済に多くの影響を及ぼすと

考えられてきている。

2. シェールが変えた強大国 米国

従来の天然ガスは頁岩（シェール）という固い岩盤層から一部貯留岩に移動して濃縮されたものである。この地層を探し出して採掘すると、地中の高い圧力のため自噴してくる。しかし、シェールガスが頁岩に多量に存在することは古くから知られていたが、地下2~3kmにある地層を破碎しないと採掘できない。このため、長い間活用できなかったが、米国の技術革新により今世紀初めから商業的に生産することに成功した。頁岩層にあるシェールガスの存在量は在来型ガス田より多く、今後生産が急増すると予測される。

石油資源は一部地域に集中しているが、シェールガスの確認可採埋蔵量は、世界的に分布している。シェールガスの採掘に成功したのは、米国である。いわゆるメジャーといわれる国際石油資本は、中東により支配されている現状から離脱し、また、巨額の資本と米国のもつ高い開発技術とで、低価格でシェールガスの採掘に成功した。採掘には高度の技術を要するので、現在のところ、米国だけが先行している。

シェールガスが多くを占める頁岩層には、多かれ少なかれシェールオイルが含まれる。シェールガスの大量生産が始まると、北米のガス価格指標（ヘンリーハブ）の急落をともなった。このため、一時100万BTU（英国熱量単位=252cal）当たり2ドルまで下落した。そのため、シェールガス開発は若干下火になり、シェールオイルの開発に向かった。

基軸通貨国である米国は、他国から多量の商品を入力し、世界経済を引っ張ってきていた。米国は経常収支と財政収支の双子の赤字を重ねてきていたが、すでに'09~'11年には若干の改

善がみられる。これは米国におけるシェール革命がすでに影響を及ぼしているからであり、日本の円安、ドル高の起源もここにある。

シェールガスの増産で一気にガス価格は米国内で1/4にまで低下し、すでに天然ガスの国内自給率は9割に達している。まもなくLNGの輸入国から輸出国に変身する。米国はシェール革命以前、石油の国内消費分の4割を輸入していた。したがって、シェールガスの掘削技術を応用して、シェールオイルの開発も進めている。米国では、ニューヨーク WTI で先物取引が行われているが、北海原油やドバイに比べ、若干安く取引されている。それでも最近は一バーレル当たり100ドル前後と高水準であるため、シェールオイルの生産量も増加している。

今後、米国がエネルギーが自給でき、国際的に極めて安いLNGが輸出されると、これまで米国の国際収支の赤字に頼って拡大していた世界経済に与える影響は大きい。たとえば、中東産油国から米国への輸出がなくなり、米国も中東での米軍の駐留の意味がなくなる。石油の9割近くを中東に依存する日本にとって、中東の不安定化にどう対応するかなどの問題が生じる。

現在ヘンリーハブは、EU・日本のガス価格に比べてきわめて低く、その影響は発電用燃料など、エネルギー源の価格低下にも直結する。発電コストは石炭や原子力発電よりも安い場合がある。このため、米国内での原子力発電の建設が中止されている。

米国の電気料金はガス価格に連動して低下基調にあり、企業の投資意欲をかき立てている。米国からは工場が海外移転して久しいが、ガス価格や電気料金下落は、製造業の米国回帰につながっている。また、化学大手の米ダウ・ケミカルは、テキサス州で、基礎化学原料のエチレン工場の建設に踏み切った。この工場は、中

東の世界最大規模の工場に匹敵する巨大施設になる予定である。このほか、鉄鋼や肥料・繊維メーカーが次々と、米国内での工場建設を決めた。

3. 日本に忍びよる変革

シェール革命が米国で進行する一方、日本では昨年約6兆円に昇るLNGを輸入した。輸入量が震災前の7,000万トンから、9,000万トンに急増したのは、主として発電に消費されたためであるが、輸入価格も高値圏にとどまっている。

最近、為替レートが変動しているが、以前円安が進んだ要因にはシェール革命によるドル高がある。日本経済を支えてきた2012年度の貿易収支が赤字に転落し、経常収支が前年に比べ半減し、この傾向は継続すると予測されている。

ロシアからEUへの天然ガスの供給は、パイプラインを用いているため輸送コストもLNGに比べ大変安い。日本も天然ガス産地であるロシアサハリンから北海道経由のガスパイプラインを設置する構想が幾度か立案された。その他、新潟経由、朝鮮半島経由などが浮上している。日本は増加し続けるLNGの輸入が、円安のパンチを受け、貿易赤字の増加の原因となっている。隣国韓国を見習って、官民一体となって取り組むべきである。韓国はアジアプレミアムを打破するために、韓国LNGターミナル構造を計画している。これはアジアでの市場でもって、原油連動という価格指標でなく、アジアで新しい価格設定の仕組みを作ることにある。カタールは同じLNGでも欧州より高い価格でアジアに販売しているが、これらの差別を抑える効果がある。

4. 天然ガス自動車に大変換か

シェールガスの登場はエネルギーの世界に大きなインパクトを与える。他の石化燃料に比べ、多量に埋蔵し、当分枯渇を心配しなくて消費できる。米国では100万BTU当りガス価格指標は3ドル余りで安価である。

日本自動車業界の最大市場である北米でシェールガス革命が始まったことに注目しなければならない。大幅に値下がりにしたシェールガスを自動車の燃料に用いると、国土の広い米国ではガソリン車から天然ガス車へのシフトが生じる。

これまで枯渇の恐れがあった石油製品から、その心配が少なく、価格も低いシェールガスの出現によって、日本のメーカーも早急な対処が必要である。

天然ガス車は国内では小型トラックを中心に利用されているが、航続距離がガソリン車の1/2と短く、コストも高く、ガスの充填所も少ない。このため、天然ガス車の保有台数は4万台と僅かである。一方、中東等の天然ガス産出国では、ガス利用促進の国策のため、多く利用されている。国内のメーカーは最先端エコカーとして電気自動車（EV）や燃料電池車（FCV）などの開発に懸命であるが、性能の良い天然ガス車の開発を急ぐべきである。

5. シェール革命の時代への変革

米国はもともと世界有数の天然ガス産出国であるが、同時に世界最大の消費国である。また将来、ガスの消費量の増大が見込まれ、世界各地から大量の輸入が計画されていた。ところが、シェール革命は北米だけでなく、世界のエネルギー情勢のほか、世界の政治・経済に多くの影響を与える。米国は2011年に1日当たり1,130万バレルの石油を輸入し、そのうち192万

バレルは中東からであった。米国は政治的リスクの高い中東からの輸入のために、油田やシーレーンの防衛に少なからぬ負担をしてきた。これらを守る必要がなくなるが、国際テロ組織や、今後エネルギー需要が大幅に増大する中国、ロシアなどとの地政学的な問題が生じる。

米国のシェール革命によって、まず、米国への輸出を予定して生産能力を拡大してきたカタールなど中東諸国に影響を与える。その余波は欧州に向かって輸出された。欧州はスポット市場で安価な天然ガスが流れこんだ。北欧を中心に天然ガスを供給していたロシアは、エネルギー価格と輸出量の低下という痛手を受けた。ロシアは石油・天然ガスの輸出で国の財政を支えていたので、ロシア経済は低迷に直結する。そこで、世界最大の天然ガスの輸入国である日本などの東アジアに注目した。しかし、中国は世界最大の埋蔵量を有し、現在その開発に邁進している。

米国エネルギー情報局（EIA）が発表した各国のシェールガス資源量によると、中国は米国より多く世界最大の資源国である。しかし、中国ではシェールガスへの取り組みは開始したばかりで、本格的な生産は2025年頃と考えられている。中国のシェールガスの深度は、3,000~4,000mと米国に比べてかなり深い。シェールガスの存在する地域は四川省などの起伏の多い土地やタリム盆地などの砂漠地帯である。さらに、シェールガス採掘には多量の水を必要とするが、これらの地域は水資源が不足している。その他、岩盤破砕などの先端技術やコストやガスパイプラインのインフラ整備など難問を抱えており、当面は在来型ガス、タイトサンドガスやCBMの開発を進めると共に、従来通り、中央アジアからのパイプラインによる輸入や海路からのLNGの輸入が主力となる。

ロシアは2010年まで天然ガス生産で世界のトップであったが、米国のシェールガス増産で2011年に追い抜かれた。米国に輸出していたカタールやオーストラリア産などの天然ガスはEUに殺到したため、天然ガスの市場価格は下がり、ロシア産のEU向けの輸出は減少した。ロシア産の天然ガスの約7割がEUに輸出していたため、ロシアの経済に大きな打撃を与えた。そこで、ロシアは天然ガスのアジアシフトを加速させ、東シベリアのガス田からウラジオストクまで3,000kmにのぼるパイプラインの建設を決定し、2017年の完成を見込んでいる。

韓国は日本について世界第2位のLNGの輸入国である。米国のシェールガス革命を察知した韓国は、韓国政府と韓国ガス公社(KOGAS)が一体となって、対米交渉に乗り出し、北米産のシェールガスを2017年から20年間にわたって、低価格で輸入する契約を結んだ。これはKOGASが従来からの石油価格変動ではなく、北米のガス指標・ヘンリーハブに連動する方式を適用したからである。これによって100万BTU当り従来の価格の半値以下で購入できる。

日本政府も重い腰をあげて、シェールガスの

輸入実現に向けて、LNG生産基地を米国内に整備する検討に入った。日本のLNG価格は石油価格に連動しているため、米国に比べ数倍高く、米国内の液化・運搬費用を加えても現在の価格に比べて、かなり割安である。したがって、米国が輸出を決めると、日本が輸入するLNGの価格全体が低下する効果が期待できる。

参考文献

- 1) 長谷川慶太郎・泉谷渉「シェールガス革命で世界は激変する」東洋経済 2013
- 2) 井原賢・末廣能史「天然ガスシフトの時代」日刊工業 2012
- 3) 井原賢「シェールガス争奪戦」日刊工業 2011
- 4) 中村稔ほか「シェールガス革命で日本は激変する」東洋経済 32-67, 2/16 2013
- 5) 金山隆一ほか「シェール革命の衝撃」エコノミスト 18-41, 1/22 2013 など
- 6) その他 日経産業, 日刊工業などの日刊紙, エコノミスト, 日経ビジネスなどの週刊誌, 日経サイエンスなどの月刊誌の記事