

(2015年1月26日講演)

10. シェールエネルギー革命の帰趨

独立行政法人経済産業研究所理事長 中島厚志アドバイザー

経済産業研究所の中島です。この研究会では、土壌が地域経済にもたらす影響といった話が進んできている中で、そもそものエネルギーの話に戻るといような感じになって恐縮だが、どうぞよろしくお願いしたい。

シェール革命自体は皆さんご案内の通りであるが、相当大きな社会変革をもたらす可能性が出てきており、日本が少し遅れ気味ではないか、追い付かなくてはいけないという問題意識を持っているので、その辺を報告したい。

資料 1 ページ。まずシェール革命であるが、シェール層からの採掘が増えていてシェールガスが増加し、その価格が下がっている。2007年ぐらいから、実際に採掘が増加し始め、天然ガスの自給率、生産量が急上昇している。現在は1980年代半ばぐらいまでの水準に自給率が戻っている。今後も、シェールガスの生産はまだまだ増えていくと思われるので、米国は広い国土であるから輸入がなくなることもないだろうが、事実上、自給率が100%ぐらいになる可能性も十分視野に入ってきている。

2 ページ。ただ、シェール革命のポイントは、最近では原油、シェールオイルである。シェールガス田を採掘していても原油が出てくる。原油の値段のほうが割高なので、なるべく原油が副産物として出てくる割合の高いガス田を開発している状況である。その結果として、原油は、ガスに少し遅れて2011年の秋ぐらいから急激に増えてきている。

最近では、どちらかという、採算が取れないような低価格になっているガスよりもオイルを優先しているという状況にあり、シェールオイルを売った金で稼いでいる。ガスのほうは採算割れになっている状況で、捨てるか、採算割れの値段で売るかしている。そのような関係がオイルとガスで、現在成り立っているということである。そうした中で、原油の自給率も、大体90年代初めの水準に回復し、なお上がる余地があるということである。

3 ページ目は、ガスと原油の値段の関係を示したものである。熱量からいうと、天然ガスではMMBTUという単位で表されるが、基本的には原油1バレルと同熱量が5.8MMBTU(5.8倍)である。ところが、現在、天然ガスと原油価格の関係をみると、圧倒的に天然ガスが安くなっている。グラフのように、その倍率がほとんど一緒だったときもあったが、現在の原油価格急落でもなお原油価格は高いということになっているので、このことは、アメリカに天然ガスが捨てるほど豊富にあることを示している。アメリカにおいては、天然ガスを基盤とした化学や電力といった産業が、こうした破格値の恩恵を受けており、その結果として、アメリカの産業競争力の向上に大いに役に立っている。

その次の4ページを見ていただくと、原油価格が足元で急落している背景に需要減少あ

るいは世界経済減速があるというような言い方が一時はされていたが、これは事実ではない。世界の原油需要を、アメリカのエネルギー省が毎月発表している数字で見ると、1%ぐらいつ前年同月比でずっと増え続けており、マイナスには一切なっていない。

では、需給の急激な緩和は一体何で起きているのかというと、需要減ではなくて供給がどんどん増えていることにある。因みに、その供給の主力の一つであるアメリカの原油生産を前年同月比の増加で見ていただくと、1割、2割という増産が続いてきたというのがこの数年間の状況であり、これが原油価格の急落の一つの大きな背景になっている。

もう少し具体的に見てみたのがその次の 5 ページであり、左側のアメリカの原油輸入量が現在急速に減ってきている。ピークに比べると、3割も減っており、輸入原油に依存する割合は今後も減っていく可能性が強い。その可能性は、もちろん採算価格が割高とも言われるシェールオイルの生産が採算に乗る価格になるかどうかにかかっているが、いずれにしても今後の世界の原油の需給や価格の動向は、アメリカが原油を増産できるかできないか、その辺にかかっている面が強いということになる。

それを示したのが 5 ページ右側の推計である。米国 WTI 市場の原油価格と、アメリカの原油輸入額との相関は強い。要すれば、アメリカの原油輸入額の増減で原油価格が決まるという要素があり、その原油輸入額が足許で急減し、原油安に効いているということである。もう一つ言えることは、ドル高になると原油価格が下がるという関係がよく言われるが、確かにドル高になると、ドル建ての原油価格は安くなるという関係が明らかに過去から見て取れる。その関係を基に計算すると、アメリカの原油輸入額が減っているということと、ドルが高くなっているということの両方から見て、WTI ベースの原油価格が、60 ドルぐらいの水準が適正值と見られる一方、足許は 50 ドルを割るところまで落ちてきているということである。

この意味するところは何かということであるが、シェール革命のおかげでアメリカは原油価格を押し下げる立役者になり、今や世界のスイングプロデューサーは OPEC やサウジアラビアではなくてアメリカになっているという事実である。さらに申し上げれば、従来は、原油価格が下がってくると OPEC が減産をして価格をつり上げていた。しかし、ご案内の通り前回の OPEC 総会では減産せず価格下げを容認するという判断がされたが、それも当然であり、現状で OPEC が減産をして価格を引き上げれば、そこを埋めるのはアメリカになり、採算が採れる限り、アメリカがシェールオイルの増産を図りシェアを拡大することになるからである。したがって、OPEC の存在感を維持するためには採算は悪化しても減産しないという、我慢比べの状況、言い換えれば原油安が続くことになる。ただ、現状の原油価格はすでにかなり下がっているのだから、さすがにアメリカの原油生産も少し減退し、原油価格はアメリカが増産するところまで早晚戻ることとなろう。そしてアメリカをスイングプロデューサーとして、原油価格は今後とも相対的に低位で安定することとなろう。

6 ページであるが、先ほど申し上げたように、アメリカでは天然ガスがけた外れに安い、

世界で一番安値であるため、電力料金一つをとってみても、日本が、原油高、円安あるいは東日本大震災以降の原発停止といった事情を受けて上げ基調を強めているのに対して、アメリカの電力料金は比較的安定的である。アメリカはシェール革命のおかげで、ドル高にもかかわらず、安定的な電力料金により産業競争力も維持されている。

7 ページをご覧ください。シェール革命によってアメリカの原油輸入額が減っている姿である。リーマンショックの前では輸入額が大きく増えているが、その後は、エネルギー消費量は減っていないが輸入量は減っている。その結果として、貿易収支の赤字も横這い状態にある。貿易赤字の対 GDP 比を日米で比較してみると、単月で見れば、日本が大きく拡大しアメリカに近接するところまで一気に飛び跳ねているのに対して、アメリカは横ばっており、このこともドル高を支えているので、現在の世界経済の潮流は、「新興国が世界経済成長の主役で原油・資源高」という時代から、「アメリカ経済が復権して原油・資源安そしてドル高」の時代になったと言える。したがって、資源新興国の元気がないというのは別に異常なことではなく、今後とも続くという見立てである。

その結果をもう少し具体的に数字で申し上げると、8 ページであるが、アメリカの天然ガス価格が割安になっているので、その割安分だけ GDP が押し上げられる。EU の天然ガス価格が割高であるから、その価格差に消費量を掛けて、アメリカの GDP が EU 対比、どのくらい押し上げているか計算できる。計算すると、EU 対比 1.3%、GDP が押し上げられているとの計算になる。

次の 9 ページは、製造業の売上高・収益の各国比較である。もちろん、これにはエネルギー価格が安くなっただけではなく、経済状況がよくなっていることも要因として含まれるので一概には言えないが、アメリカが一番好調である。赤がアメリカである。下振れしている青が日本である。アメリカは、売上高もやや好調であるが、収益がそれ以上に良いというところがポイントである。これには産業基盤の大きな一つであるエネルギーコストが安くなっていることも効いている。

特に天然ガスを原料として使っている化学産業について見ると、こちらの収益はさらに突出している。現在、化学産業、特に基礎的な化学産業で、サウジでもどこでもなく、アメリカが世界で最も良い立地となった。日本でも、エチレン産業などは、日本の工場を廃止してアメリカで生産をするという動きになってきている。

10 ページからは、まさにこれがシェール革命の恩恵であるが、世界経済の変化をもう少し詳しく見ても、結構大きなインパクトがある。10 ページのグラフは、石油連盟が出している石油系資源の可採資源量と生産コストである。石油資源量は豊富で、今の採掘状況であればまだ 200 年以上採れる。縦軸が生産コストであるが、当然のことながら、資源が残っているところについては、段々、採掘コストが高くなっていく。

シェールオイルは石油系であるので、天然ガスとは別である。分量的にはそれほど大してないが、これでも原油埋蔵量の 3 割弱ある。シェールオイルについては、アメリカは埋蔵量で世界第 2 位で、580 億バレルある。サウジのように 1,000 万バレル/日で産出し

でも年間 30 億バレルであるから、20 年弱。サウジに近いような生産ができるくらいのシェールオイルの可採埋蔵量があるということである。シェール革命によって、これが一気にアメリカの石油埋蔵量に付け加わったということである。

シェールガスについては、アメリカは世界一ではなく、世界第 4 位であるが、それでもとてつもない量がある。岩石に液剤を注入して水で押し出す水圧破砕法というのがシェールオイルとシェールガスの確立した現在の生産方式であるが、例えば中国は、シェールガス等の埋蔵量は世界最大でも肝心の水が足りないのでそれができない。また、ヨーロッパも環境問題があり、化学薬品の液剤を大量に地下に注入することが禁止されており、できない。したがって、現在では専らアメリカが大量のシェールガス、シェールオイルを生産できるということになっている。

シェールオイルについてももう一つだけ申し上げると、オイルシェールという別物がある。少し分かりにくいですが、シェールオイルとオイルシェールは、頁岩（けつがん）という意味では同じであるが、オイルシェールは油にまみれた岩みたいなイメージで考えていただければよい。オイルシェールの抽出方法は、化学薬品で押し出すシェールオイルとは違い、加熱して抽出するという、オイルサンド的なやり方である。

少し話はそれるが、11 ページを見ていただくと、このオイルシェール層がアメリカにはとてつもなく広がっている。現在分かっている、一番ある地域は中西部の **Green River Formation** というところであるが、この地域だけで最大 1.2~1.8 兆バレルの埋蔵量があるとアメリカ政府は推計している。その中程度に見積もられた可採埋蔵量でもサウジアラビアの 3 倍あるということであり、これだけでアメリカの原油需要の 100 年分あるということになる。

ここで言いたいことは、シェールオイルがピークアウトとしても、その次に出てくるとてつもない石油資源がアメリカにはあるということで、こうなってくると、シェール革命というのは一つのきっかけであり、少なくとも今後の世界経済に、かなり長期的かつ大きな影響をもたらしていく可能性があるということである。

その次の 12 ページは、アメリカのエネルギー源別消費の推移を歴史的に見たものであるが、エネルギー革命は産業革命とワンセットになることが多かったというのが過去の歴史である。

左の図は、1785~2001 年までの状況であるが、第一次産業革命、いわゆるイギリスでワットが蒸気機関を発明したときには、アメリカは出遅れている。そのときアメリカは、国としてまだ体を成していなかったということであるが、その後、19 世紀の後半に石炭を大量に使うようになり、20 世紀に入ると、アメリカは豊富な石油を大量に使うようになり、それから少し遅れて天然ガスを使うようになってきた。このように、エネルギー革命が産業革命に付随して、世界が激変したということが注目点である。

右側を見ていただくと、こちらは、第二次大戦後について 5 年ごとに見たものであるが、ここでの注目点は、原子力が少し増えてきているということと、再生可能エネルギーが少

しずつ増えてきていることである。特に足元は、再生エネルギーの中でも水力とバイオマス以外の再生エネルギーのウエートが増えてきており、これからは、シェール革命と再生可能エネルギーにより、世の中がどう変わるか、ここが大きなポイントになっていく。

13 ページであるが、過去の例を見ると、新たな資源開発の活用と新市場創出が大きなイノベーションを起こし、世界経済が大きく成長するきっかけになってきた。実は、トヨタのカイゼンのような小さな努力の積み重ねでは大きな革命的な成長にはつながりにくいというのが近年の日本経済の実証的な分析結果でもあり、世界経済が一気に飛び上がるためには大きなイノベーションが必要である。その最たるものが産業革命であり、エネルギー革命である。

例えば大航海時代から始まって、今までにないマーケット、今までにない製品を新たに作り出すことが経済を大きく成長させてきた。情報通信技術でバーチャル世界を作り出すとか、人的資源活用で今まで活躍が期待されず、その場も与えられてこなかった女性や高齢者を使うなど、そうしたことが一気に世の中を変えてきたというのが過去の歴史である。

エネルギーについても、シェール革命自体は 20 世紀に普及してきた石油と天然ガスであり、より豊かかつ安く原油・天然ガス資源を供給できるということに過ぎないが、ただ、これでも、アメリカの経済復権によって少なくとも 21 世紀の世界の潮流が変わると見込まれる。

それから、天然ガス由来のエネルギー資源の一層の活用でアメリカの化学産業の突出や水素社会の到来など、ガス社会の延長線としてそういうものが想定され得ようになり始めている。また、再生可能エネルギーについても、既存のエネルギー立地に縛られない地産地消型産業の発展が見込まれるほか、電力を中心とする環境配慮型エネルギー消費社会の実現も強く期待できる。これらは、従来なかったことである。

そうなってくると、内陸僻地での産業立地、戦前から日本が苦しんできたエネルギー輸入に制約されないエネルギー利用や経済成長、石油資源に制約されない産業構造の構築などの可能性が開けてくるという意味で、決して過小評価はできない動きになる可能性がある。

しかも、14 ページを見ていただくと、従来型の原油は、途上国とかロシア、中国、先進国ではアメリカだけに存在し、他の先進国には大してなかったのが、原油以外のエネルギー資源という観点でみると、多くの先進国に存在する。加えて再生可能エネルギーになると、先進国のほうが、資金力や技術力からいっても開発を進めやすいので、エネルギー安全保障の面でも世界の地政学的リスクが激変をしていく可能性がある。既に数年前から、アメリカは中東から手を引いていくということが言われていて、現に若干そのようになりつつある面もあるし、足元では、ヨーロッパでもそれが起きている。

この辺の事情をやや詳しくみると、アメリカは、自らのエネルギー消費が増えてきているということで、今回のシェールガス革命の始まる前に、中東から LNG を大量輸入しようとしていた。カタールなどは、そのための LNG 輸出基地を造り、アメリカも輸入基地を造

ったところ、そのタイミングでシェール革命が本格化してしまった結果、双方ともそのニーズがなくなり、アメリカは今、LNGの輸入基地を輸出基地にしようとしている。

一方、輸出先が無くなって困ったカタールは大量のLNGを安値でヨーロッパに振り向けた。玉突きであるが、ヨーロッパはロシアのガスを高値で大量に買う必然性が薄れ、それがロシアの経済苦境を倍加させることとなり、その結果として、ロシアは売り先を求めて極東、すなわち中国や日本に来ているというのが、この数年間の図式である。その意味では、ロシアの苦境というのは別にウクライナ情勢で始まったわけではないし、シェール革命が一つの引きがねになって、世界的なエネルギーの玉突きが起これ、それがさらに加速しているということである。

その中で、日本であるが幾つかの課題がある。基本的にはエネルギー資源がないのでシェール革命が起こっても、シェールオイルないしシェールガスを海外から輸入しなければならない。しかも、15ページの2012年現在の電力料金の国際比較をみると、産業用電力では、特にアメリカと価格差が大きく開いて3倍ぐらいの違いになってきており、今後さらに開いていく可能性がある。また、化学産業の原料となるエチレンの合成をアメリカでは安い天然ガスでやっているが、日本ではそうもいかないし、シェールガスを輸入するにしても、コストをかけて液化して輸入してはコスト競争力の差は縮まらない。日本がエネルギー面での産業競争力で、どうしたらアメリカに追い付けるかが一つ大きな課題である。

加えて、次の16ページであるが、世界のエネルギー消費・輸入量を見ると、日本は、エネルギーの消費量では世界第5位である。しかし、それ以上にエネルギー輸入量での順位は高く、アメリカに次いで世界第2位である。冒頭より申し上げているように、アメリカのエネルギー輸入量が減っているのだから、下手をするといずれ輸入量で突出して世界第1位になる可能性もなくはない。言い換えれば、エネルギーに関して、価格面でも、安全保障面でも、日本は突出して一番弱い立場に置かれかねないということである。

こうした中で、日本はできる限りのことをしなくてはいけない。その中には、ガス革命に対応するインフラ整備が不可欠であるということがある。日本の現状は、ガス革命にアダプトしていない。

戦後の日本のエネルギーに関するインフラ対応というのは、終戦直後は石炭に対するものだったが、その後は電力と石油に専ら対応した整備をしてきた。ところが、現在起きているのは、シェール革命であり、自動車の水素革命を含めたガス革命である。今後、水素社会が到来するとも言われているが、実は日本は、そのインフラ整備が世界の中で見ると遅れている。17ページは、ガスパイプラインの敷設状況の国際比較であるが、コロンビア、ベネズエラ、チェコ、エジプト以下となっている。

したがって、ガスインフラの充実はずいぶん始まっているが、地産地消型のバイオマスガスだとか発電プラントをやるということであれば、もっと基幹線としてのガスパイプラインの敷設を充実しなければいけない。それを充実することによって水素ガス、天然ガス、

バイオマスガスの普及に対応することができ、水素社会もより引き寄せられるし、地産地消型社会をつくるという意味でも、力を入れてやらなければいけない。

以上のような状況を勘案すると、地産地消型の再生可能エネルギーへの動きが加速し始めているというのは、日本にとっては極めてラッキーな話である。この前の研究会でのお話のように大変豊かな土壌等が日本にはあるので、立地を選ばずどこでもエネルギーを取れるということは強味となる。

過疎が進行しているとはいえ、人口密度は世界的に見ればまだまだ地方においても高いというのが日本の状況である。したがって、やりようによっては、いろいろな展開の余地が他の国に比べても結構大きく、ぜひ脆弱なところを補って、強いところをさらに強化し、これからの社会づくりに備える必要がある。