講 演
 Lecture

シェール資源革命が意味するもの*

野 神 隆 之**

(Received September 1, 2014 ; accepted December 17, 2014)

Implication of the shale revolution

Takayuki Nogami

Abstract : As U.S. natural gas declined below \$2/mmBtu in April, 2012, with ample natural gas supplies, many Japanese got excited that they will soon be able to receive LNG from U.S. at significantly reduced costs. However, \$2 natural gas could not have achieved only with abundant shale gas production but also with demand destruction in residential/commercial sectors under unseasonably warm 2011–12 winter weather. Such low natural gas prices had negative impacts on shale gas production as the price level dropped well below shale gas development/production costs, which have hampered producers' activities and instead, producers have sifted their focuses on tight oil development and production. To cover shale gas costs, U.S. natural gas prices are thought to rise to \$5–5.5/mmBtu in mid 2020s. On the other hand, due to U.S. oil supply increase with steady growth of tight oil production, crude oil futures market participants expect that U.S. oil prices, which is around \$100/bbl will weaken to \$80s. Under such circumstances, price differentials between natural gas and crude oil will narrow, which implies that Japanese energy cost reduction with importing U.S. LNG will be limited. We should make further efforts to reduce energy costs, including ones through energy conservations, exploration, development, and liquefaction projects, carried out by Japanese companies.

Keywords : Shale, Oil, Gas, LNG, Market

1. はじめに

最近では、多少落ち着いてきた感があるが、一時は、日本中が「シェールガス革命」で沸き立っていた。そして 2011 年の東日本大震災以降、原子力発電所の稼働停止とともにその代替として利用された天然ガス火力発電向けの高価な LNG の輸入に伴う多額の貿易赤字に苦しむ日本にとって救世主となるかのごとくもてはやされた。そして当時増産基調と認識されていたシェールガスを含めた米国産天然ガスを冷却してできた液化天然ガス (LNG) が、間もなく日本に輸出されることにより、日本の LNG 輸入額の大幅な削減に寄与し始めるであろうという期待感が大きく高まった。ただ、本当にそのような認識を持続けているのであろうか。ここでは、米国のシェール資源革命が日本を含めた石油および天然ガス市場に何をもたらした、そして、

今後何をもたらすと考えられるのか、ということにつき考察を試みることにしたい。

2. シェールガス供給の現状

2009 年以降市場での認識が広がったシェールガス革命が起きる前は、米国などでの天然ガス生産は頭打ちになると考えられていた。そして将来的には国内の需要を賄うことができなくなることから、天然ガスの輸入が増加、それもカタールのような遠隔地から LNG で輸入される量が増加すると考えられていた。そのようなことから米国ではそのような事態に備え、LNG の受け入れ基地が建設されていた。しかしながら、そのような予想は米国でのシェールガスの増産によって大きく覆されてしまったのである (図 1)。2000 年前後に水平坑井と水圧破砕の技術を組み合わせるにより、効率的な生産手法を確立したシェールガス資源であるが、生産に勢いがつくきっかけとなったのは、2005 年秋にハリケーン「カトリーナ」と「リタ」が米国メキシコ湾地域に襲撃したことである。この時米国の天然ガス価格は 100 万 Btu 当たり 15 ドル程度と原油価格以上に上昇した (ちなみにこの時の原油価格は 100 万 Btu 当たり 10 ドル程度であった)。これによりシェールガスの

* 平成 26 年 6 月 4 日平成 26 年度春季講演会地質・探鉱部門シンポジウム「世界の石油探鉱の今と、近未来に向けてすべきこと」にて講演
 This paper was presented at the 2014 JAPT Geology and Exploration Symposium entitled "Worldwide Oil & Gas Exploration – Present Status and Our Planning in the Near Future" held in Niigata, Japan on June 4, 2014.

** 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 JOGMEC

† Corresponding author : E-Mail : nogami-takayuki@jogmec.go.jp

生産量の増加が加速していくとともに、米国での天然ガス需給が緩和し始め（図2）、価格が下落基調となった（ただしこの価格の下落については、別の要因も作用しているがそれについては後述する）（図3）。

米国での天然ガス価格下落は世界の天然ガス市場に何を

出所：米国エネルギー省データをもとに推定

図1 米国シェールガス生産量の推移（1990～2014年）

出所：米国エネルギー省データをもとに作成
<http://ir.eia.gov/ngs/ngs.html>

図2 米国天然ガス地下貯蔵量

図3 米国（NYMEX）原油と天然ガスの先物価格（2005～14年）

出所：米国エネルギー省データをもとに推定

図4 米国のLNG輸入（2006～14年）

もたらしたのか。米国では豊富に天然ガスが供給されるようになった結果国外からのLNGの輸入量は当初見込みに反して低迷した（図4）。また、米国での発電部門においては石炭に比べて天然ガスが相対的に安価になった（この場合石炭には、輸送費用や燃焼効率が考慮されている）（図5）。このため、米国での電力部門においては、燃料として石炭よりも天然ガスが発電用の燃料として利用されるようになった（図6）。いわゆる「天然ガスシフト」である。天然ガスとの競争に敗れた石炭は他の市場を目指すことになる。その1つは欧州であった。米国から欧州へと発電用の石炭が輸出されたのである（図7）。一方、欧州では天然ガス価格は石油製品に連動する形になっていた。このため、米国では石炭は天然ガス価格に比べて高価であるものの、欧州の天然ガス価格は米国の数倍であったことから、欧州では排出権取引価格（欧州では再生可能エネルギーの普及に加え各国政府が排出権を発行し続けたことから、排

出所：各種データをもとに筆者試算

図5 米国での天然ガス価格と発電所での石炭コスト（2008～14年）

* 石炭コストには輸送および転換効率を考慮

出所：米国エネルギー省データをもとに推定

図6 米国の発電量に占める石炭と天然ガスの占有率（2011～14年）

出所：米国エネルギー省データをもとに作成
<http://www.eia.gov/coal/production/quarterly/>

図7 米国から欧州への石炭（一般炭）輸出货量

出権取引価格はかつての数分の1というように暴落状態であった)を加えても、石炭の価格が天然ガス価格を下回ったようになった。このため、欧州の電力部門では、発電用の燃料として天然ガスよりも石炭が利用されるようになった。従来から欧州では一部諸国における債務問題などにより経済が不振であり、天然ガス需要は振るわなかったが、さらに発電部門で燃料転換が発生したことで、天然ガス需要を押し下げる結果となった(図8)。そして、それに伴い欧州でもLNGの受け入れが低下した。米国で受け入れられず、欧州でも受け入れられなかったLNGはどこにいったのだろうか。その多くは日本に向かったのである(図9)。日本では震災後の原子力発電所の稼働停止によりガス火力発電所向けのLNG消費が増加せざるを得なくなったが、当時そのような需要を満たすような供給が確保できるかどうか懸念されたが、今から見てみれば、電力会社のLNG在庫は2011年以降も極端に減少したという状況には陥っておらず(図10)、これはすなわち、節電努力というものもあったものの、LNGの供給も比較的円滑に行われたことを示しており、それはつまり、米国でのシェールガスの増産、そして欧州一部諸国での債務問題が影響していると考えられることでもある。言い換えれば、米国でシェールガス革命が発生しておらず、また欧州一部諸国が債務問題に苦しまない、ということ状況であれば、日本のLNG調達もまた違った展開を見せていたかもしれない(ただ、日本の天然ガス調達価格が他の地域のそれに比べて極度に高水準であったということで、他の地域から日本へとLNGが流動した、という側面もある)。

さて、2012年4月には米国の天然ガス価格が100万Btu

出所：IEA データをもとに作成

図8 欧州天然ガス需要増加量(前年同月比, 2008～14年)

出所：財務省貿易統計他データをもとに作成

図9 日本および韓国のLNG輸入増減量(前年同月比)(2008～14年)

当たり2ドルを割り込んだ。一方で原油価格は100万Btu当たり16ドル程度であった。この時、高水準の原油価格連動型LNG価格に苦しんでいた日本では、この米国での天然ガス価格下落はシェールガス増産によるものであり、米国からLNGを輸入することが、日本のエネルギーコスト引き下げのための特効薬であるかのように扱われた。ただ、当時すでに、情報を丁寧に分析すれば、そのような「2ドル」といった天然ガス価格は持続不可能であるということは判っており、実際のその後はやはり持続不可能であったということが判明するのだが、当時は米国でのシェールガス生産に伴ういわゆる「バラ色」の像だけが先行してしまい、その真実について十分に認識されてなかったのである。果たしてその顛末はというと、やはり天然ガス価格は上昇しており、2014年5月初め時点では100万Btu当たり4ドル台後半と、2012年4月時点から比べると倍以上の価格になっている。これはとりもなおさず需給が引き締まったからである。

まず、確かに2012年4月前後は米国での天然ガス需給は緩和しており、これが天然ガス価格に反映された。しかしながら、これは厳密に言えばシェールガスを含めた天然ガス増産に伴うものではない。この時点で米国での天然ガス生産量はすでにほぼ横這いとなっていたのである(図11)。米国でのシェールガスの開発・生産コストは100万Btu当たり4～6ドル程度と推測されるが、実際の天然ガス価格が2012年4月の2ドルに向かう過程で、開発・生産コスト割れを起こし、その結果シェールガスの開発・生産活動が低下した(シェールガスを狙うリグ稼働数はこれに併せてほぼ半減した)ことが、生産伸び悩みの背景にある。ただ、一方で、需要も民生用を中心として減退した(図12)。これは2011～12年においては米国が記録的な暖冬であったからである。したがって米国での天然ガス生産量は増加傾向にはなかった(それでもそれまでのシェールガス増産によって比較的高水準ではあった)ものの需要が不振であったことから、需給が緩和し価格が下落したわけである。そしてその後価格下落による反作用が起こることになる。まず前述の通り生産が伸び悩んだままとなった。そのような中、冬が終わり暖房用天然ガス需要の不振もなくなった半面、発電部門では石炭コストを天然ガス価格が下回ったことから燃料源が天然ガスにシフトした結果、当該部門での需要が増加するようになった。そのようなことから、米国での天然ガス需給は平年並みへと戻っていた。さらに2013～14年には米国では記録的な厳冬となったことから、暖房用の天然ガス需要が増加、その結果今度は天然ガス需給が引き締まるようになり、2014年3月の冬の暖房シーズン終了時には米国の天然ガス在庫は平年時の半分以上しかないというような、非常に引き締まった需給状態となっている。このようなこともあり、天然ガス価格が上昇したわけである。シェールガスの開発・生産コスト面からみても、今後価格水準は一時的に下落することはあっても、いずれ4～6ドル程度の価格の範囲の内に入ってくる可能性が高く、むしろ2ドルという価格に戻る確率は何

出所：資源エネルギー庁データをもとに推定

図 10 日本の LNG 在庫（一般電気事業者，汽力発電）

出所：米国エネルギー省データをもとに作成

図 11 米国国内天然ガス生産量および見通し（破線部分）（2009～15年）（EIA 発表時期別）

出所：米国エネルギー省データをもとに推定

図 12 米国天然ガス消費増加量（2008～14年，前年同月比）

出所：米国エネルギー省データをもとに推定

図13 米国シェールオイル生産の推移 (2000～2014年)

か特別な状況が発生しない限り低いのではないかとと思われる。実際先物市場では、2020年代半ばに5～6ドル程度になると考えられているようである。

一方で、シェールオイルは液体分でシェールガスのような気体に比べると体積が大きく、また粘性があるために、米国での開発・生産コストは80%超が1バレル当たり40～80ドルの範囲内であるなど、シェールガスよりも高いのであるが、原油価格はWTIで少なくとも90ドルを超過する水準を維持しているため、シェールガスに比べて採算は良好となるため、生産が促進される格好となっている。実際シェールオイルの生産は市場の事前予想を上回って増加しており、2011年11月に国際エネルギー機関(IEA)は米国でのシェールオイル生産は2020年前後に日量140万バレルに到達後、減退していく、と予測していたが、米国エネルギー省エネルギー情報局(USDOE/EIA)の推定では2013年は日量350万バレル弱に到達している旨明らかになっている(図13)。また2014年1～11月に関しては日量450万バレル程度の生産量であると推測される。このように、米国ではシェールオイルが活発に生産された結果、2000年代後半にかけ減少傾向にあった同国での原油生産量はその後急反発、2014年8月現在は日量860万バレル程度と1986年10月以来の高水準となっている。これに伴い米国で増加していた原油輸入量も減少に転じている。

3. 米国産LNGの日本到着価格

100万Btu当たり5～6ドルという米国での天然ガス価

格をもとに米国産の天然ガス価格連動型LNGの日本到着価格がどうなるかを試算するとおおむね12～13ドル程度になる。他方、米国ではシェールガスの開発・生産活動が不振である一方で、コストはシェールガスよりも高いものの、販売価格も高いシェールオイルの開発・生産活動が活発化するとともに、2000年代後半にかけ減退傾向になった米国の原油生産量も回復に転じている。流動性に欠けることから世界単一市場が形成されておらず、その結果複数の価格体系が併存している天然ガス市場と異なり、事実上世界単一市場が形成されている原油市場は、米国でのシェールオイルの増産が同国への原油輸入量の減少に繋がり、米国に輸入されるはずだった原油が行き場を失って、他の地域へと流れ込み、その結果他の地域でも需給が緩和、原油相場に下方圧力を加えることになる。それ故、現在は1バレル当たり100～110ドル程度となっている原油価格は2020年前後には80～90ドル程度に下落すると市場では考えられている。このような原油価格から試算した原油価格連動型LNGの日本到着価格は100万Btu当たり13～15ドル程度となる。つまり、現在の17ドル弱の価格からは低下していくことになり、結果として原油価格連動型LNG価格と米国天然ガス価格連動型LNG価格は現在ほど価格差は生じない、ということになる。したがって米国からのLNGを輸入することのみで、日本が他国に比べて競争力を持つようなエネルギーコストの低下を獲得できると考えるのは楽観的すぎると言えよう。一方で、日本でのLNG輸入価格に比べて液化費用やタンカー運賃分だけ、米国内の天然ガス価格は安価であり、これが米国での製造業、特に石油化学工業の復活につながるのではないかと見られている。その意味ではシェール資源革命というのはむしろ米国にとっての恩恵であり、日本にとってみれば、必ずしも「パラ色」の将来をもたらさない可能性があると考えられる。このようなことから、シェール資源の開発、生産および輸入のみならず、日本は省エネルギー政策の実施や石油・天然ガスの自主開発の促進などを通じ、さらなるエネルギーコストの低減などを推進していくべきであると思われる。