

2013年11月14日

調査レポート

## シェール革命のマクロ経済的な考察 ～ 革命前であることがもたらすインパクト～

シェール革命により米国では天然ガスや原油の生産量が増加している。米エネルギー省の推計によれば、天然ガスの技術的回収可能量は従来比で1.5倍、原油の埋蔵量は1.1倍になった。

現状では、消費地に近い、水や電力のインフラが整っている、パイプライン網など既存の流通設備が使える、地質構造の詳細が判明している、法制度とその運用が明らかである、といった点から、シェールガスの開発は北米に集中しており、当面、この状況は変わりそうにない。

北米の天然ガスや副産するエタンなどが欧州やアジアに比べて安いことは、シェール革命が世界的なものになる前の過渡的な現象といえるものの、現時点では重要である。北米では天然ガスやその副産物を燃料や原材料とする産業は競争上で優位な立場になっている。ただし、シェールガスによって恩恵を受ける企業があれば、それと競合する企業は窮地に陥ることもある。

シェール革命によって、米国経済はマクロ的な恩恵を受ける。海外から輸入していたであろうエネルギー源を、米国産のシェールガスやシェールオイルに置き換えることができ、これは輸入代金の支払いのための海外への所得流出に歯止めがかかることを意味する。シェール革命によるプラスの所得効果を背景に、米国では、日欧など他の先進国よりも、消費など国内需要を中心に高めの経済成長を遂げる可能性がある。

所得効果によって米国内の需要が押し上げられると、海外から米国への輸入を増加させる効果もある。米国向け輸出が押し上げられることにより、間接的に各国で投資や雇用が促進される効果やシェール革命に伴う国際的な産業立地の見直しに関わる投資も見込めるだろう。

北米以外のシェールガス開発は、石炭や石油などからの代替や新規の発電向け需要などに対応して開発されていくとみられ、既存の天然ガスに対する需要を押し下げて価格下落圧力になるといったことは起こりにくいと考えられる。シェール革命が世界に浸透する段階では、天然ガス利用の高度化も進んで、シェールガスを含めて天然ガスに対する需要、さらには実体経済にも革命的なインパクトが出てくるだろう。

三菱UFJリサーチ & コンサルティング株式会社

調査部 主任研究員 芥田 知至

〒105-8501 東京都港区虎ノ門 5-11-2

TEL: 03-6733-1070

## はじめに

「シェール革命」が指す内容は、論者によって異なるようだが、「革命」という言葉使いからすると、おおむね「石炭革命」や「石油革命」に匹敵するようなエネルギー利用の変革が起こることが想定されているように思われる。石炭革命は、蒸気機関が登場した第一次産業革命に対応するものであり、石油革命は、内燃機関の普及を伴った第二次産業革命に対応するものというニュアンスがある。これらのエネルギー革命は、革命といわれるほどのスピード感があったとはいえ、百年単位の長い時間を要して進んでいった。

これらに対して、シェール革命は、天然ガス自動車の普及などを伴って、エネルギー源として天然ガスの重要性が飛躍的に高まることを想定しているものといえる。シェール革命が過去のエネルギー革命と比肩するものになるとしても、やはり過去のエネルギー革命のような極めて長い時間軸で起こるとすれば、明らかに大きな変革が進行中だという実感は伴わない可能性がある。

このため、シェール革命は、「ものすごいことだ」という見方と、「全然大したことはない」という見方が併存する状況が続くだろう。「実際はどうか?」と問われても、誰にも確実な答えはない、というのが実情だと考えられる。また、数年後になってみても、こうした状況は変わらないだろう。そうした意味で、今後も、シェール革命や天然ガス革命の議論は続くものと思われる。

## 1. シェール革命の現状

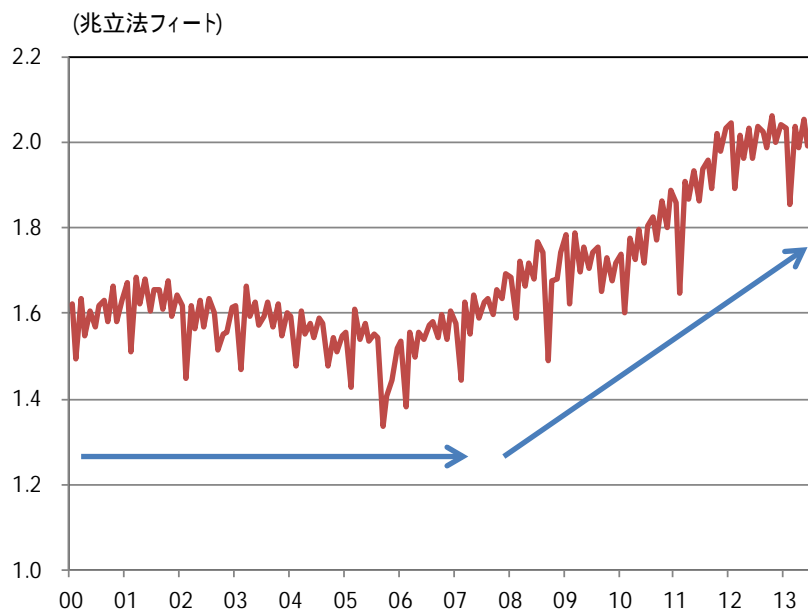
「はじめに」でシェール革命は、大きな変革が進行中だという実感を伴わない、と述べたが、そうは言っても、すでに注目すべき事象が散見されているから、シェール革命が注目されているのも事実だ。革命の全体像がまだ見えてなくても、革命になりうる大きな変化が進行していることが、過渡的な影響も含めて、世界経済に影響を及ぼすことになる。

### (1) 米国における天然ガス・原油の生産量の増加

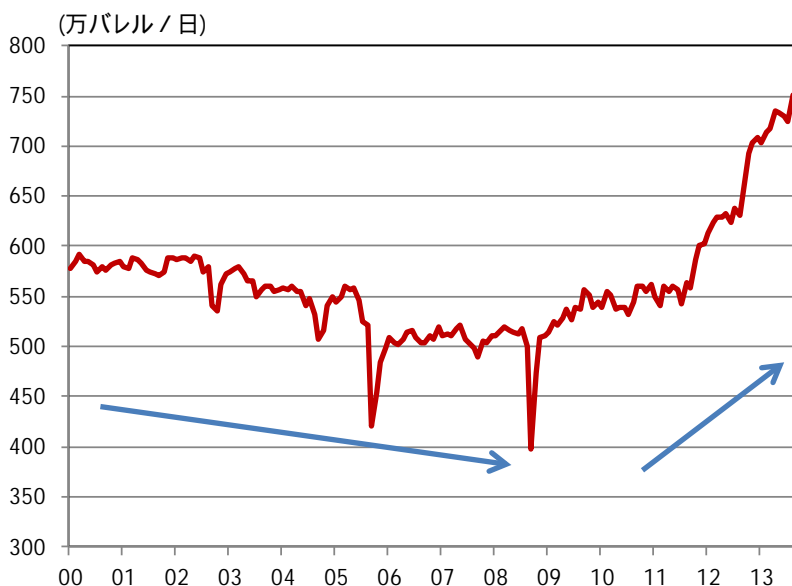
まず、米国では、天然ガスの生産量が 2008 年頃から増加し始め、原油の生産量が 2009 年頃から増加し始めている。

2007 年までの米国の天然ガスの月間生産量は 1.6 兆立方フィート前後であったが、足元では 2.0 兆立方フィート前後と 2~3 割程度拡大している(図表 1)。また、原油生産量は、2008 年までは日量 500 万バレル程度であったが、足元では 700 万バレルを超えており、こちらも 4 割程度増加している。特に 2011 年中頃からの 2 年間で急増している(図表 2)。米国における天然ガスと原油の生産には革命的な変化が起きている。

図表1 . 米国の天然ガス生産量(月間)



図表2 . 米国の原油生産量(日量)

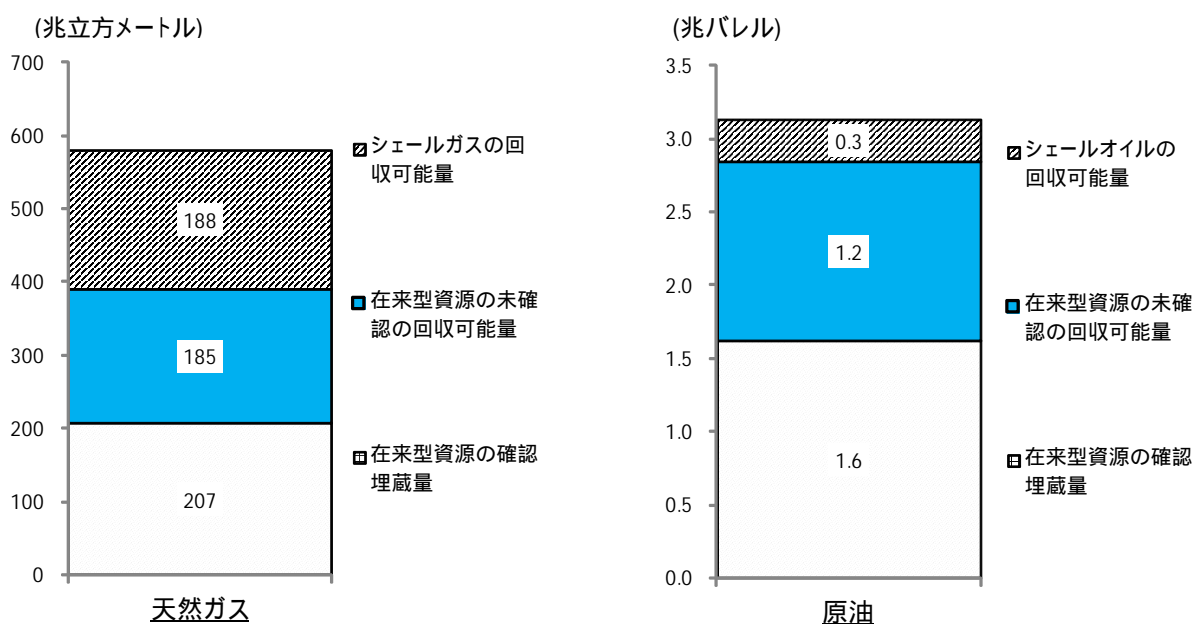


## (2) 米国における天然ガス・原油の埋蔵量の拡大

シェール革命は、天然ガスや原油の生産量を飛躍的に増加させているだけでなく、採掘可能な埋蔵量の拡大をもたらしている。埋蔵量には、様々な定義があるが、2013年6月の米エネルギー省のレポート”Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources”では、現在、利用できる技術において、採掘可能な資源量である技術的回収可能量(Technically Recoverable Resources)を推計している。

これによると、天然ガスの技術的回収可能量は、シェールガスの開発を可能にする技術進歩によって、それまでの 391 兆立方メートルに比べて 1.5 倍の 579 兆立方メートルになった（図表 3）。原油についても、シェールオイルによって、埋蔵量が増加したが、それまでの 2.8 兆バレルが 3.1 兆バレルへと 1 割の増加にとどまっている（図表 3）。将来に向けた生産量の拡大という点において、シェール革命の中心は、天然ガスであることがわかる。

図表 3 . シェールオイル・シェールガスによる埋蔵量の増加



(注)未確認回収可能量とは、まだ確認・発見はされていないものの、技術的に回収可能とみられる資源の量。  
 (出所)EIA" Technicclly Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources:  
 An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States"

### ( 3 ) シェール革命の将来像と現状

このようにシェール革命は米国において産声をあげたが、シェールガスの分布は米国に集中しているわけではない。埋蔵量が多い順に、中国、アルゼンチン、アルジェリア、米国、カナダ、メキシコ、オーストラリアなどに分布が広がる。

シェール革命が、世界的で、本当の意味で革命的な動きになる場合のイメージは次のようなものであろう。つまり、北米以外の世界各地でもシェール層の開発が進む、天然ガスの価格は下落して原油や石炭に比べて割安感が生じる、世界各地で天然ガス自動車、LNG（液化天然ガス）の取り扱い設備やパイプライン網の充実など割安感のある天然ガスを利用する方法が普及する、天然ガス利用が高度化して天然ガスの利用価値が向上する、といった大きな変動が互いに連動しながら全世界的に進行する状況だ。

現状では、消費地に近い、水や電力のインフラが整っている、パイプライン網な

ど既存の流通設備が使える、地質構造の詳細が判明している、法制度とその運用が明らかである、といった点から、シェールガスの開発は北米に集中しており、当面、この状況は変わりそうにない。しかし、革命としては完成までに、まだ長い道のりを残しているとはいえ、米国から始まった変化はすでに米国経済に少なからぬ影響を与え始めている。

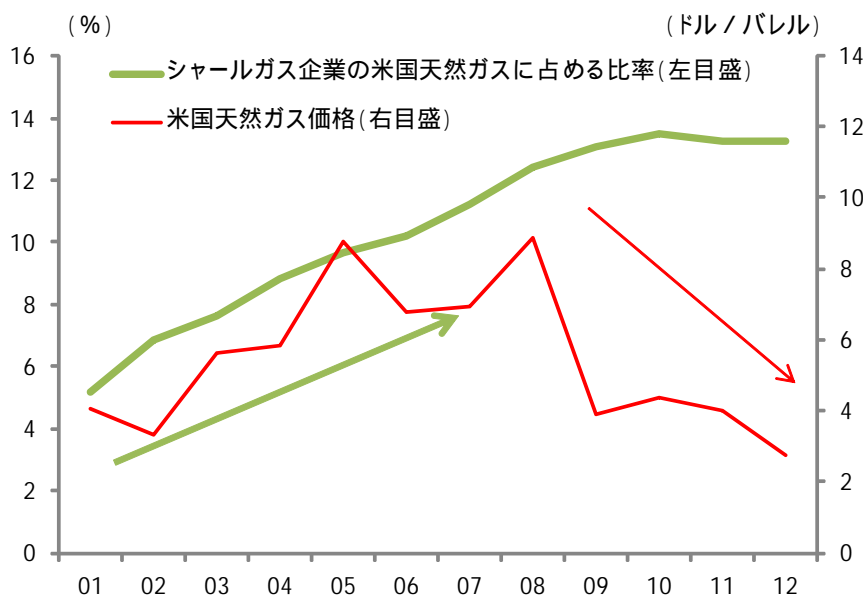
## 2. 米国経済へのプラスの影響

### (1) 一時、過剰供給に陥った米国の天然ガス市場

まず、シェールガス開発が野放図に拡大したことにより、一時的に、天然ガスが供給過剰に陥り、米国の天然ガス価格が大きく下落することになった。貿易が極めて限定的な米国の天然ガス市場においては、シェールガス開発を手掛ける企業による増産圧力が、徐々に価格下落圧力になっていった。

シェールガス企業（ここでは Chesapeake Energy、Devon Energy、EOG Resources、Southwestern Energy の4社）の生産量が米国産天然ガスの生産量全体に占める割合をみると、2001年には5%程度であったが、2010年には13%程度に拡大して、その後は同程度の水準での推移が続いている（図表4）。シェールガス開発の進展が米国におけるガス供給を高めたことによって、2009年以降、天然ガス価格は下落している。

図表4. シェールガス企業の生産量が米国産天然ガスに占める割合

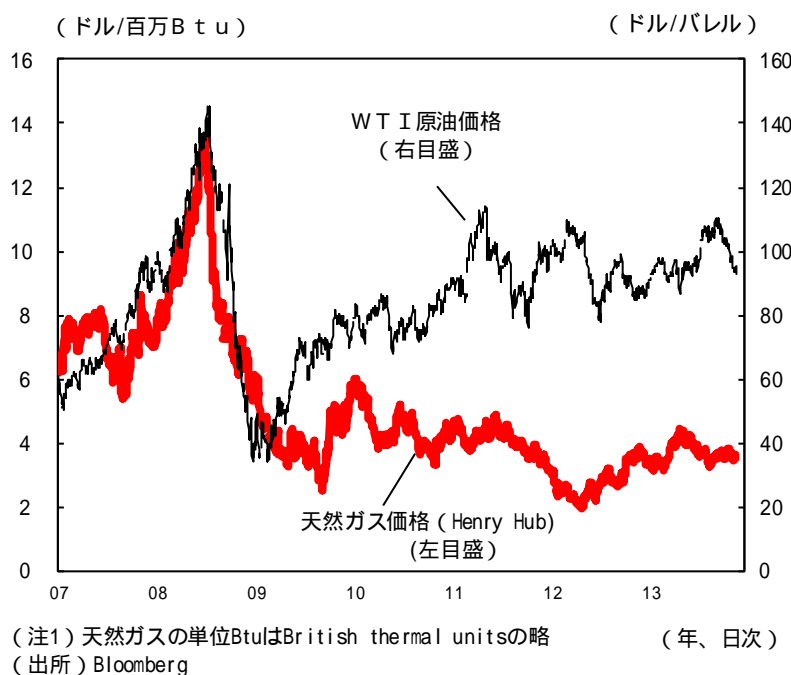


(注) シェールガス企業は、Chesapeake Energy、Devon Energy、EOG Resources、Southwestern Energyの合計とした  
 (出所) Bloomberg、各社HP

指標とされるヘンリー・ハブの天然ガス価格の推移をさらに細かくみると、リーマン・ショック前の2008年6~7月に100万BTUあたり13ドル台まで上昇した後、リーマン・ショック後の急速な需要の減退によって2009年には一時2.5ドルを下回った。その後、リーマン・ショックの影響が一巡し、米国の景気が回復するのに伴い2010年初めには6ドル台まで回復していたが、天然ガスの増産を背景とした需給緩和によって価格は下落に転じて、2012年4月には2ドル割れとなった(図表5)。

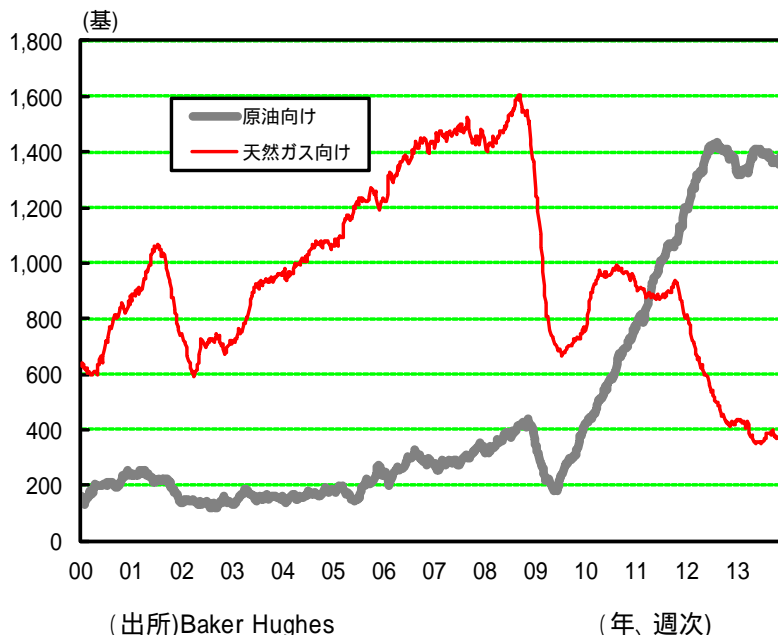
この間、原油価格が大きく上昇し、高値で推移したのに比べて、天然ガス価格の動きは対照的であったといえる。シェール革命による天然ガス増産のインパクトの大きさを物語るものである。

図表5 . 米国の天然ガス価格と原油価格



この価格の低落によって、シェールガスの開発投資は採算に合わなくなったため、同様の技術でシェールオイルを開発する動きが強まった。開発のための掘削リグの稼働状況を見ても、天然ガス開発向けは2010~2011年にやや持ち直したものの、2012年以降は大きく落ち込んできたのに対して、原油開発向けのリグ稼働数が2009年中頃から大きく増加した(図表6)。こうした天然ガスの過剰供給の調整によって、天然ガスの価格は下値から持ち直してきた。

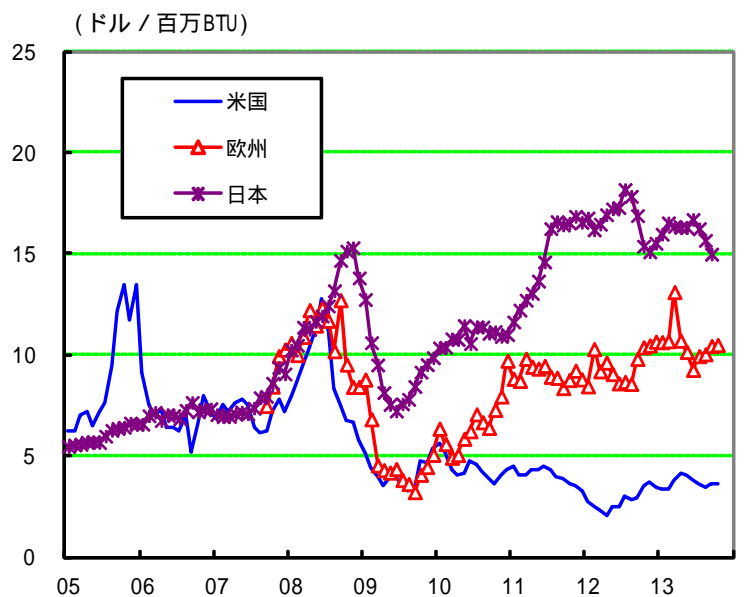
図表 6 . 掘削リグ稼働数の推移 (原油向け・天然ガス向け)



( 2 ) 過渡的に出現するミクロ的な米国の優位性

上述のように、米国の天然ガス市場では、ある程度、市場メカニズムによる需給調整が働いているとみることができる。しかし、国際的にみると、輸送の制約が大きい天然ガスは、市場メカニズムが働きにくい。つまり、承認手続き等を含めて、北米からのLNGによる輸出や北米以外での天然ガス開発には時間がかかるため、米国の天然ガス価格が、アジアや欧州に比べて、大幅に安価な状態が続いている(図表7)。

図表 7 . 各地の天然ガス価格の推移



(注)米国はHenry Hub、欧州は英国のNational Balancing Point、日本はLNG(液化天然ガス)通関輸入  
(出所) Bloomberg、CEIC

北米の天然ガスや副産するエタンなどが欧州やアジアに比べて安いことは、シェール革命が世界的なものになる前の過渡的な現象だといえるものの、現時点では重要だ。北米では天然ガスやその副産物を燃料や原材料とする産業は競争上で優位な立場になっている。

すでに起こっていることとしては、天然ガス（メタンが主成分）に副産するエタンをはじめとした化学原料の調達環境が良いことに注目して、多くの化学メーカーが米国への立地を進めていることがある。石油化学工業の基礎材料であるエチレンの原料として、米国で主流のエタンは、アジアで主流のナフサに比べて安価な状態にとどまっている（図表8）。

図表8．米国のエタン価格とアジアのナフサ価格の推移



金属メーカーなど他の素材メーカーにとっても、エネルギー源として安価な天然ガスが利用でき、シェール革命の恩恵が大きいとみられる（図表9）。

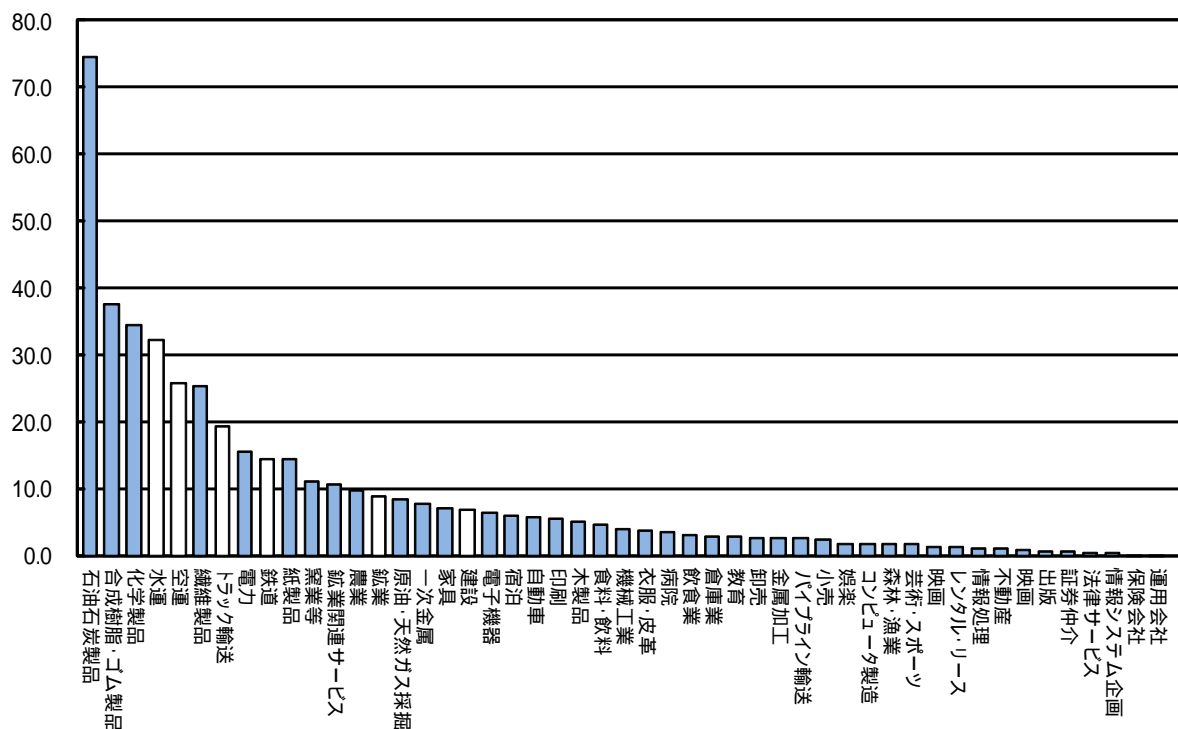
各種の素材メーカーが揃っており、しかも米国の大需要地に近接しているのであれば、さまざまな最終品メーカーにとっても、魅力的な立地場所になる。中国など新興国での人件費の上昇などもあって、米国に製造業が回帰しやすいタイミングになってきているといえる。間接的に、日本企業や欧州企業も製造拠点の立地を見直す機会になると思われる。

もっとも、輸送業界は、エネルギーの投入比率が高いとはいえ、シェール革命が与える影響はまだ限定的だろう。天然ガス自動車の普及やガス供給施設などのインフラが整ってこないとシェール革命の効果は顕在化しないからだ。



図表 9 . シェール革命の影響が大きいとみられる業種

(産出額に占めるエネルギー製品と石油化学製品の投入額の割合、%)



(注) 白抜きはエネルギー集約度が高いものの、エネルギー転換が難しく、シェール革命の影響が及びにくいような業種  
(出所) 米商務省 "Input-Output Accounts"

### (3) マクロ的な米国の優位性

シェール革命によって恩恵を受ける企業があれば、それと競合する企業は窮地に陥ることもある。たとえば、天然ガスを利用した火力発電所が競争力を持つにつれて、石炭火力発電所が競争力を失うといったことが起こっている。

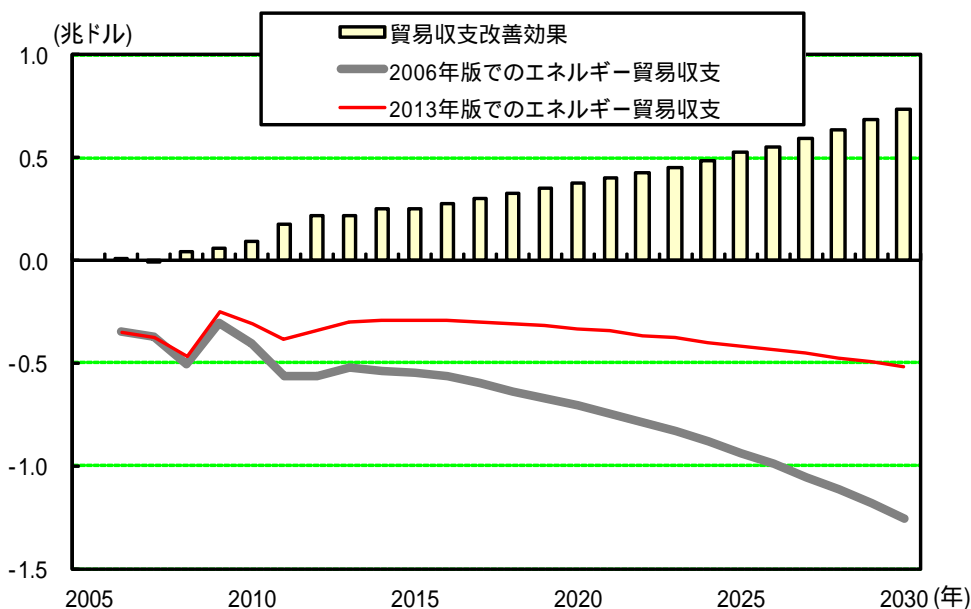
それでも、シェール革命によって、米国経済はマクロ的な恩恵を受けるはずである。米国では、シャールガスの増産によって、輸入しなければならないと考えられていた LNG の輸入が不要になり、シェールオイルの増産によって海外から輸入する原油量も減少した。つまり、海外から輸入していたであろうエネルギー源を、米国産のシェールガスやシェールオイルに置き換えることができている。これは輸入代金の支払いのための海外への所得流出に歯止めがかかることを意味している。

例えば、米国エネルギー省「Annual Energy Outlook」の 2006 年版(シェール革命前)でのエネルギー貿易収支の見通しと、2013 年版(シェール革命後)の同データを比較すると、2030 年時点のエネルギー貿易収支の改善効果は、7,400 億ドル程度と試算される(図表 10)。ちなみに、2012 年の米国の経常赤字は 4,404 億ドルであり、シェール革命による貿易収支の改善効果が非常に大きいことがわかる。また、米国経済(現在、GDP は 17 兆ドル規模)と比べてもある程度の大きさであり、年率では GDP の 0.2% 程度の所得押し

上げ効果に相当する。

シェール革命によるプラスの所得効果を背景に、米国では、日欧など他の先進国よりも、消費など国内需要を中心に高めの経済成長を遂げる可能性がある。

図表 10 . シェール革命による米国のエネルギー貿易収支の改善



(注)Annal Energy Outlookの2006年版と2013年版における量的な収支に  
2013年版における価格見通しを掛け合わせて計算した概算値  
(出所)米国エネルギー省

### 3 . これから予想される世界経済への影響

#### ( 1 ) 米国の輸入の増加の可能性

所得効果によって、米国内の需要が押し上げられると、海外から米国への輸入を増加させる効果もある。2000年以降のデータを見ると、米国の内需が増加すると、その4割程度が輸入の増加につながる関係がある。仮に所得効果によって米国内の需要が長期的には所得の増加と同額の7400億ドル押し上げられるとすると、米国の輸入(=米国以外の国による輸出)は3000億ドル程度増えることになる。

世界経済(現在、74兆ドル規模)に比べると3000億ドルは小さく、また、米国における内需の増加を見越して、米国内で内需向けの供給力が増加する可能性もある。しかしながら、米国向けに輸出が小幅であっても押し上げられることにより、各国で投資や雇用が促進される効果や、シェール革命に伴って国際的に産業立地が見直される際に投資が増加するなどの間接的な効果も見込めるだろう。

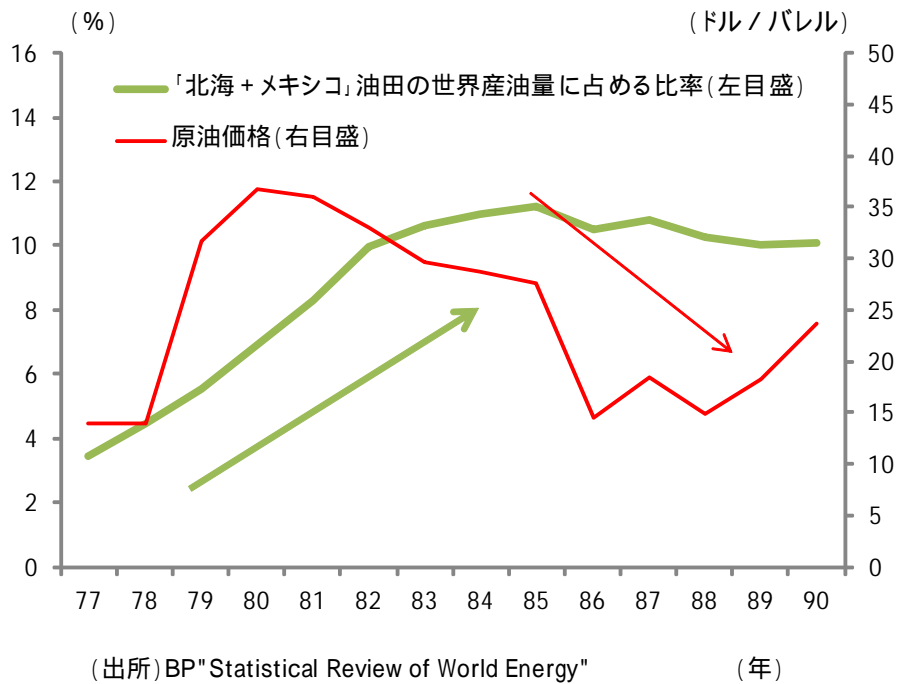
#### ( 2 ) 米国発で天然ガス価格はさらに下落するのか

次に、米国のシェール革命によって、世界のエネルギー価格にどのような影響があるか

を考えてみたい。

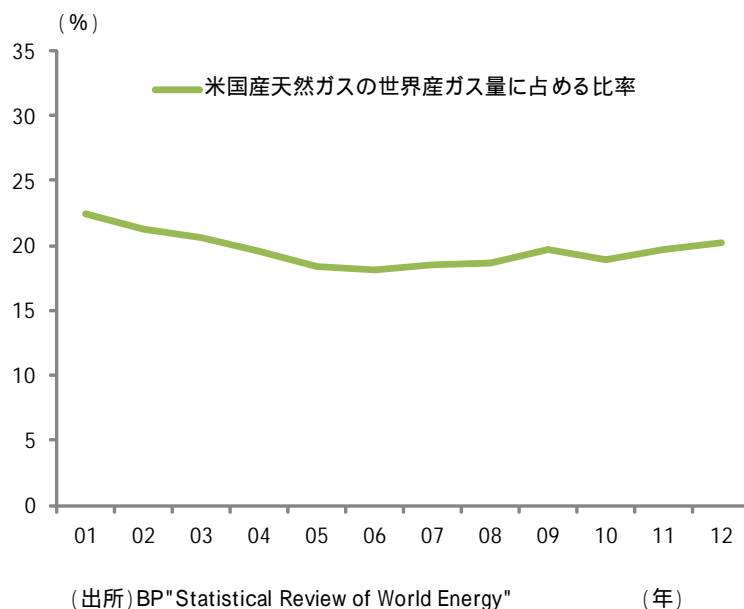
過去にエネルギー資源の開発が盛んになってエネルギー市況が下落した例としては、第一次・第二次の石油危機を経て油田開発が進んで、その後に原油市況が低迷したことが挙げられる。当時は、メキシコや欧州北海の油田の増産が目立った(図表11)。これと同じようなことがシェール革命によって起こるのだろうか。

図表11 北海・メキシコの原油生産量が世界産油量に占める割合



現時点では、シェールガスが増産されるようになったといっても、米国の天然ガス生産量が世界の天然ガス生産量に占める割合がそれほど高まっているわけではなく(図表12)、世界的に天然ガス需給が緩和するほどのインパクトは生じていないと思われる。

図表12 米国産天然ガスの世界産ガス量に占める割合

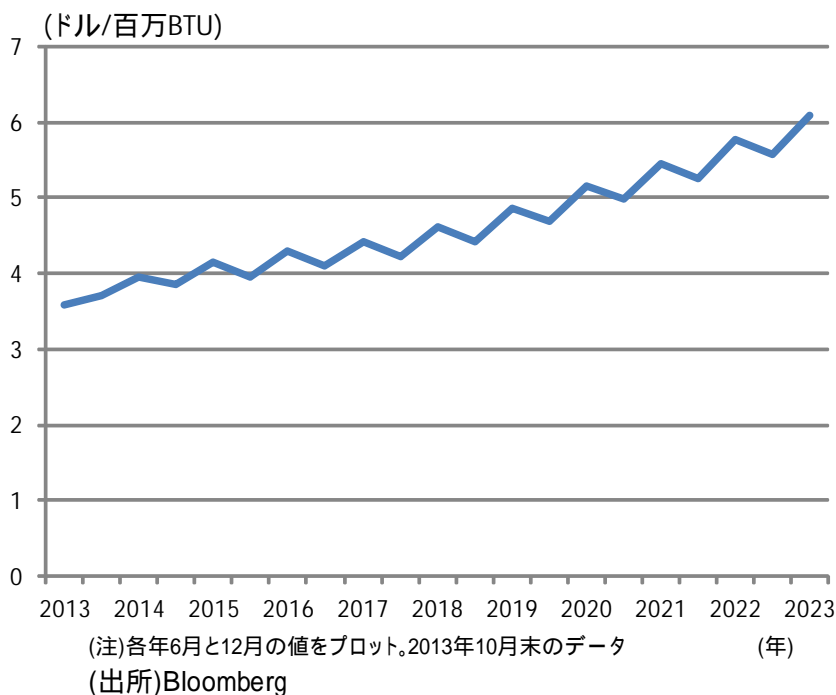


先行きについても、米国のシェールガス増産により、世界的に天然ガス需給が緩和する可能性は小さいと思われる。

先に述べたように、米国のシェールガスの増産によって、米国の天然ガス価格は、いったんは大幅に下落したが、その後、天然ガス開発は見送られ、需給は引き締まる方向にある。米国の天然ガス需給の先行きについての予想が反映される先物市場における価格形成をみると、今後も、さらに価格が持ち直すと予想が現れた価格体系（＝いわゆる期先高、あるいはコンタンゴと呼ばれる状態）になっている（図表13）。米国の天然ガス需給は、引き締まり傾向になるとの予想が多いものと思われる。

米国のシェール革命によって、世界の天然ガス需給が大幅に緩和されるシナリオはなさそうである。

図表13．米国の天然ガス価格の先物カーブ



### (3) 日本の天然ガス価格への影響

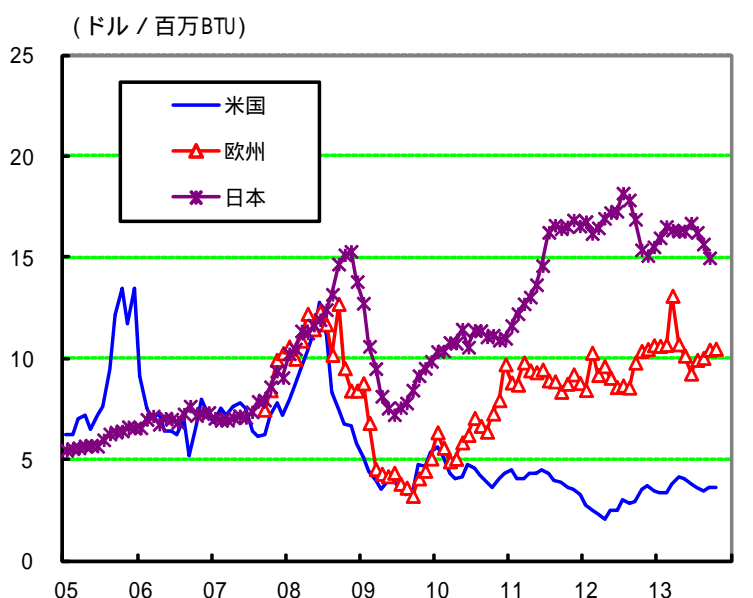
それでも、日本など原油価格に連動する価格で、LNG（液化天然ガス）を輸入している国にとっては、安い価格で米国産のLNGを輸入できることになるかもしれない。

つまり、限定的ながらも海外から輸入するLNGや石炭などの価格競争が存在する欧州（イギリスなど）の天然ガス価格程度に、日本が輸入する天然ガス価格が下落する圧力は生じるものと考えられる<sup>1</sup>（図表14）。もっとも、これは現在の天然ガス価格、原油価

<sup>1</sup> LNGの液化コストやLNGタンカーによる輸送料は100万BTUあたり6~8ドル程度であり、それらを勘案しても日本の輸入するLNGのコストは高いとされる。

格、輸送料などを前提としており、先述のとおり、米国の天然ガス価格が上昇したり、原油価格が下落したりすれば、米国の天然ガスを輸入することによる日本のLNG輸入価格の押し下げ幅は小さくなる。

図表 1 4 . 各地の天然ガス価格の推移 (再掲)



(注)米国はHenry Hub、欧州は英国のNational Balancing Point、日本はLNG(液化天然ガス)通関輸入  
(出所)Bloomberg、CEIC (年、月次)

#### 4 . シェール革命は革命になるのか

最後に、シェール革命は世界的な革命となるのだろうか。

シェール革命の中心となるエネルギーは天然ガスであり、天然ガスはパイプラインで接続されていないと、輸送のしにくいエネルギーである。北米以外でシェールガスが生産された場合についても、世界的に天然ガス需給が緩和するとは限らない。

つまり、北米以外のシェールガス開発は、すでに使われている石炭や石油などからの代替や新規の発電向け需要などに対応して開発されていくとみられ、余剰的なLNGとして国際市場に流通する量は限定され、既存の天然ガスに対する需要を押し下げるといったことにはなりにくいと考えられる。また、原油におけるOPEC(石油輸出国機構)のように需給の調整弁を果たすように行動する供給国が存在しないため、価格変動が大きくなるという懸念もある。

しかし、シェール革命が最終的に世界各地に波及すれば、国際的なLNGの流通網などが充実して、米国だけ天然ガスや原油が安いということは起こらなくなるはずだ。つまり、最終的には、エネルギーが従来よりも容易に利用できるようになり、エネルギー価格が低

下することによる影響が世界全体に広がることになる。

そのようにシェール革命が世界に浸透する段階では、天然ガス利用の高度化も進んで、シェールガスを含めて天然ガスに対する需要にも革命的なインパクトが出てくるだろう。つまり、シェールガスの供給が増加する一方で、パイプライン網やLNG関連設備が今よりも充実し、天然ガス自動車や高性能のガス火力発電の普及などが進むにつれて、天然ガスの需要も増加する姿が考えられる。その時には、天然ガスの価格が原油や石炭に対して割高になる圧力が生じることになるくらいが自然だと思われる<sup>2</sup>。つまり、価格面での革命的なインパクトが薄れてくるわけだが、その時こそ、実体経済に対しては大きなインパクトを及ぼすようになっているかもしれない。

---

<sup>2</sup> 過去のデータを見ると、エネルギーの主役として石炭にとって代わった原油は、石炭に対して割高になる傾向がみられる。

- ご利用に際して -

- l 本資料は、信頼できるとされる各種データに基づいて作成されていますが、当社はその正確性、完全性を保証するものではありません。
- l また、本資料は、執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社の統一した見解を示すものではありません。
- l 本資料に基づくお客様の決定、行為、及びその結果について、当社は一切の責任を負いません。ご利用にあたっては、お客様ご自身でご判断くださいますようお願い申し上げます。
- l 本資料は、著作物であり、著作権法に基づき保護されています。著作権法の定めに従い、引用する際は、必ず出所:三菱UFJリサーチ&コンサルティングと明記してください。
- l 本資料の全文または一部を転載・複製する際は著作権者の許諾が必要ですので、当社までご連絡下さい。