

みずほレポート

2013年6月4日

シェール革命がエネルギー市場に与える影響

- ◆シェールガスは北米に天然ガスの自給をもたらし、天然ガス価格が原油価格から乖離する原因となった。米国では、シェールガスの増産によって今後も天然ガス安が持続する見通しである。
- ◆米国でのシェールガス生産によって、米国に輸出される計画であったLNG(液化天然ガス)が欧州に流入するようになったため、欧州でも天然ガスが原油に対して割安になっている。
- ◆日本についても、北米産のLNGが輸入されるようになれば、天然ガス価格の抑制効果がいくぶん期待できる。しかし、欧米との価格差は、基本的には解消しないと予想される。
- ◆シェールオイルの生産によって米国の原油輸入が減少しており、ベネズエラなどの産油国では原油生産の下押し圧力となっている。OPECのカルテルに影響を及ぼせば原油価格の抑制もあり得る。
- ◆長期的には、シェールガスを含む非在来型資源の開発によって、米国以外のエネルギー輸入国でも、エネルギー価格を抑制できる可能性がある。しかし、採掘コストや環境の面での課題も多い。

市場調査部シニアエコノミスト 井上 淳
03-3591-1197 jun.inoue@mizuho-ri.co.jp

●当レポートは情報提供のみを目的として作成されたものであり、商品の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、当社が信頼できると判断した各種データに基づき作成されておりますが、その正確性、確実性を保証するものではありません。また、本資料に記載された内容は予告なしに変更されることもあります。

目 次

1. はじめに	1
2. エネルギー高に直面する世界経済	1
(1) エネルギー高時代の到来	1
(2) 背景にある新興国需要の増加	2
(3) 需要の増加が価格上昇を生みやすい売り手寡占	2
(4) エネルギー資源の高付加価値化がもたらす原油高	3
(5) エネルギー需要の長期予測が示唆する「潜在的な」エネルギー高圧力	4
3. 米国に天然ガス安をもたらしたシェール革命	5
(1) 天然ガス価格の下落	5
(2) 原油価格の上昇抑制	7
4. 米国における天然ガス安の定着	8
5. 天然ガス安拡大の鍵を握るバーゲニングパワーの変化	10
(1) 欧州に広がる天然ガス安効果	10
(2) 日本における天然ガス安の実現性	11
6. 原油価格への波及条件	13
(1) 2つの波及効果	13
(2) シェールオイルの効果	13
(3) 原油需要の天然ガスシフト	15
(4) OPEC の価格支配力の低下	15
7. 長期展望	19
(1) シェールガス生産の世界的な拡大	19
(2) シェール革命が示した非在来型資源のポテンシャル	20
8. まとめ	22

1. はじめに

原油高が定着しエネルギーコストの抑制が経済成長の課題となる中、シェールガス生産の商業化に成功した米国では天然ガスの価格が大幅に低下した。いわゆるシェールガス革命といわれる現象である。最近では油分の多いシェール層から採掘されるシェールオイルの増産にも注目が集まっており、シェールガスとシェールオイルをあわせて、両者の商業生産をシェール革命と呼ぶようになっている。米国では、シェール革命によって、関連産業の競争力が向上するという見方があるほか、経済成長の促進や貿易赤字の縮小といった効果も指摘されている。

本稿は、そうした見方の前提となっているエネルギー市場の構造変化を考察するものである。次節以降では、まず、新興国のエネルギー需要の増加に伴い原油価格が上昇しやすい構造（第2節）にあるなかで、シェール革命に沸く米国で実際にどのような現象が発生しているかを概観する（第3節）。そして、シェール革命によってもたらされた天然ガス安が米国に定着するのか（第4節）、あるいは欧州や日本へ拡大する可能性はあるのか（第5節）について考察する。さらに、原油価格への影響（第6節）および非在来型エネルギー資源全般の長期展望（第7節）についての考え方を整理し、シェール革命がエネルギー市場に対して持つ意味についても若干の考察を行う。

2. エネルギー高に直面する世界経済

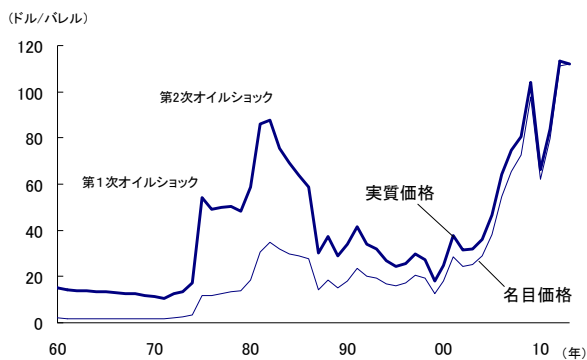
シェール革命への期待が高まっている背景には、近年のエネルギー高がある。シェール革命の震源地である米国の状況を次節で確認する前に、世界経済が直面しているエネルギー高の状況を概観する。

(1) エネルギー高時代の到来

原油価格（ブレント）は、オイルショックの影響が落ち着いた90年代には、平均18ドルの水準で比較的安定した推移を見せていた。しかし、2000年代に入ると再び上昇し始め、以前であれば考えられなかった100ドル/バレル超の価格も珍しくなくなっている（図表1）。インフレ率を考慮した実質価格で見ても、現在の価格水準はオイルショック時を上回っており、エネルギーコストの負担感は90年代の5～6倍となっている（図表1）。

エネルギー消費の上に成り立っている現代経済にとって、90年代のような安価なエネルギーを前提とする状況ではなくなっており、まさに静かなるオイルショックとも言うべき状態が続いていると言えよう。

図表1 原油価格の推移

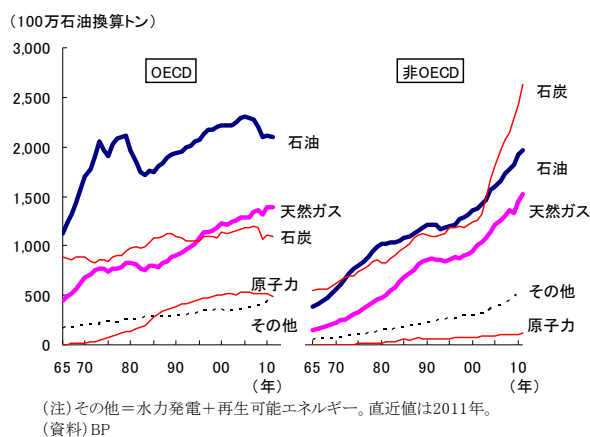


(注) 1983年以前はアラビアンライト、1984年以降はブレント。
実質価格は、2012年の米国消費者物価を1とする物価指数で割った価格。
(資料) Bloomberg、米国労働省

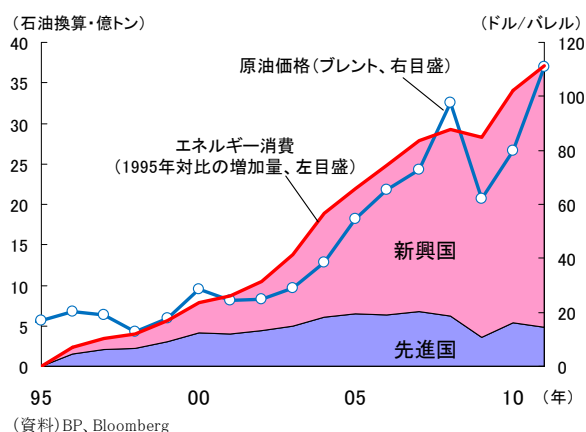
(2) 背景にある新興国需要の増加

原油が高騰し始めた2000年代において、エネルギー市場における最も大きな構造変化は、新興国でのエネルギー需要の急増である。新興国では、高い経済成長を背景にエネルギー需要が右肩上がりに増え続けており（図表 2）、天然ガスの需要を除けば総じて頭打ちの先進国とは対照的な推移を見せている。過去10年のエネルギー需要の増加は、その大半が新興国で発生した需要であり、2000年代半ばからの原油価格の高騰も、新興国でのエネルギー需要の増加に沿ったものであることがわかる（図表 3）。

図表 2 増加するエネルギー消費



図表 3 エネルギー需要の伸びと原油価格



(3) 需要の増加が価格上昇を生みやすい売り手寡占

近年のエネルギー高は、オイルショックのときのような中東情勢の悪化という突発的な供給ショックが原因ではない。また、石油の可採年数も、80年代後半以降、40年以上の水準を維持しており（図表 4）、近い将来の供給不足が不安視される状況にもない。そのため、近年の原油高は、すでに述べたように基本的には新興国でのエネルギー需要の増大に原因があると考えられる。

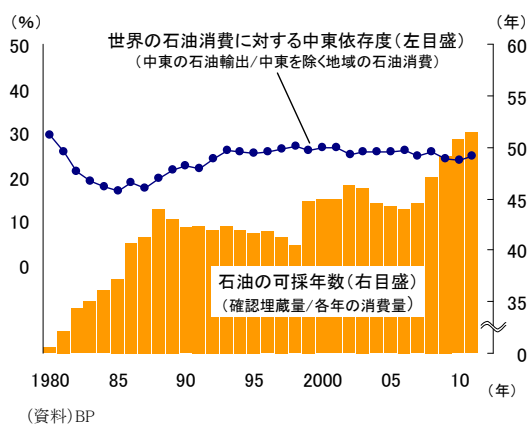
原油高の原因については、2000年代半ば以降に急増した投機資金の影響も大きい。井上（2012）でも指摘したように、投機の活発化はその背景に新興国需要の拡大があったという意味において、本質的には需要要因を助長する要因であったと理解できよう。そうした需要増の影響を助長する要因は、供給サイドの寡占構造にもある。

寡占的な供給構造のもとでは、供給サイドが需要にあわせて供給量の増加を調整しやすいため、エネルギー需要の総量が増加している場合には、供給者同士が互いの増産ペースを考慮しながら供給量を増やして価格に上昇圧力を加えることが比較的容易であると考えられる。産油国ごとに採掘コストが異なるにも関わらず、シェア拡大を目指した価格競争に陥らないのもそのためであり、世界の石油消費に対する中東への依存度が安定しているのも（図表 4）、そうした寡占構造に特有の数量調整が行われている結果であると推察される。

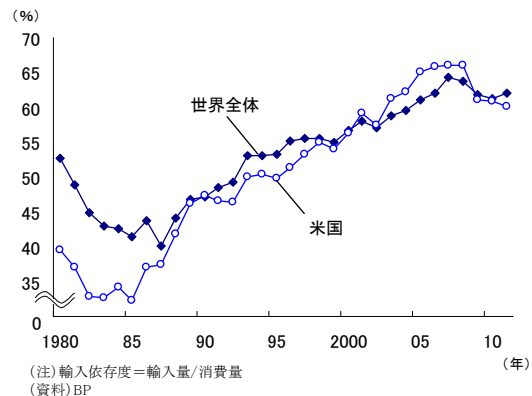
そのため、現在の原油市場は、基本的な構造として、中長期的な需要の拡大に沿って値上がりしやすい売り手市場としての性質が強いと考えられる。そして、石油輸入国が輸入への依存度を高め、消

費量の半分以上を輸入に頼るようになったことで、そうした売り手市場の性質がさらに強まった可能性がある（図表 5）。

図表 4 石油の可採年数と中東依存度



図表 5 石油の輸入依存度

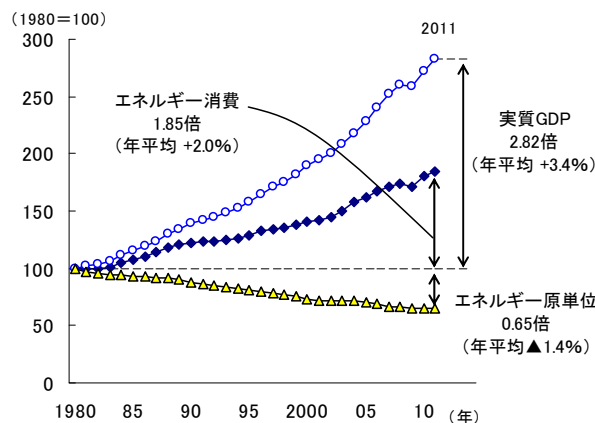


(4) エネルギー資源の高付加価値化がもたらす原油高

エネルギー原単位 (エネルギー消費量/実質GDP) は低下傾向にあり、世界全体で見ると過去30年の間にエネルギー原単位を3割以上削減することに成功している (図表 6)。1970年代の2度のオイルショックや、公害・地球温暖化といった環境問題への対応が省エネのインセンティブとなってきたことは言うまでもないが、近年の原油高も省エネを促す大きな要因となっていると見られる。しかし、その間に世界経済の規模 (実質GDP) が2.8倍に拡大したため、エネルギー消費の総量は1.85倍に増加し、寡占構造のもとでエネルギー需要の増加が続くという構造は変わっていない (図表 6)。

寡占的な供給構造は、むしろこうした省エネの努力をエネルギー価格の上昇に変えてしまった可能性がある。経済学では、投入資源の価格 (相対価格) は、その限界生産力に応じて決まると考えるが、省エネ化による原単位の低下は、裏を返せば、エネルギー1単位で生産できる付加価値の量を拡大させることに他ならないからだ。つまり、少ないエネルギーでより多くの付加価値を生むことができる

図表 6 エネルギー原単位とエネルギー消費



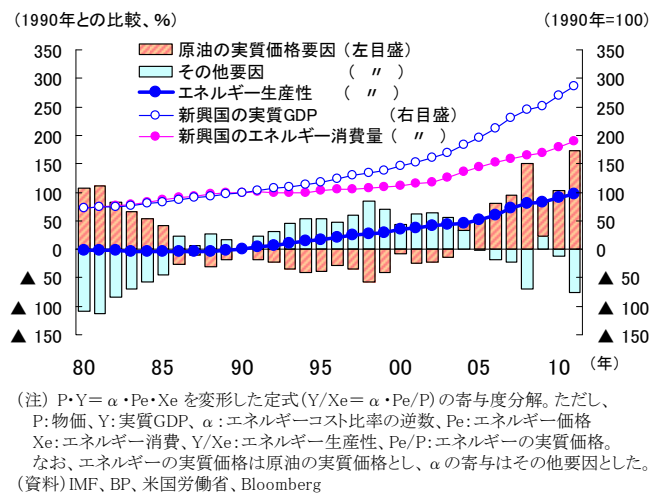
ようになれば、エネルギー資源の価値をそれだけ高めること（エネルギー資源の高付加価値化）になるため、輸入国が省エネでエネルギーコストの抑制を図ろうとしても、コストとして吸収できる水準まで価格を押し上げる余地を作ってしまうのである。

実際、エネルギー生産性（エネルギー原単位の逆数）を簡便な方法で要因分解すると（図表 7）、省エネがエネルギーの高付加価値化の一因になっている可能性が示唆される。原油価格の高騰が始まった2000年代半ば以前について見ると、原油価格が高騰した時期という点が現在と共通する第2次オイルショック後は、エネルギー生産性の上昇（エネルギー原単位の低下）がほとんど見られなかったこともあり、エネルギー価格の上昇をエネルギー以外の付加価値（以下では「非エネルギー・マージン」とする）の減少によって吸収したことがわかる（図表 7、その他要因のマイナス寄与）。

また、エネルギー生産性の上昇（省エネ）が確認できるという点で現在と共通する90年代については、それが非エネルギー・マージンの増加につながり、実質価格の下落が非エネルギー・マージンをさらに嵩上げしていたことが窺える。

2000年代半ば以降の状況は、そうした過去の状況とは異なり、エネルギー生産性が増しても非エネルギー・マージンは増えておらず、実質価格の上昇が同量の非エネルギー・マージンの減少をもたらしていたわけでもない。生産性の上昇は非エネルギー・マージンではなくエネルギー資源（実質価格）に分配され、非エネルギー・マージンの削減によって生産性を上回る実質価格の上昇をも甘受させられてきたことがわかる。

図表 7 エネルギー生産性と原油価格

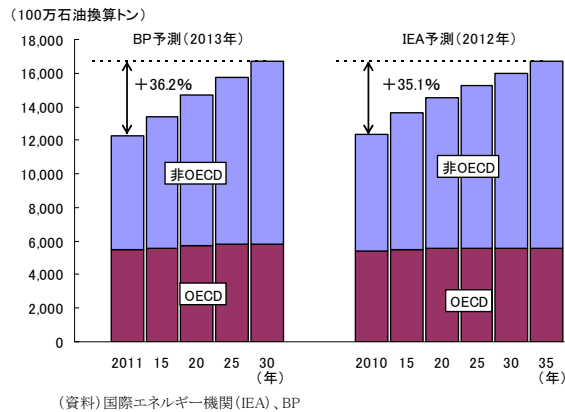


(5) エネルギー需要の長期予測が示唆する「潜在的な」エネルギー高圧力

国際エネルギー機関（IEA）では、2035年までにエネルギー需要が30%以上増加すると予測しており（図表 8）、今後も寡占的な供給構造が作る売り手市場が維持されたとすれば、中長期的にはエネルギー価格に上昇圧力が加わりやすい構造が続くと考えられる。エネルギー生産性の上昇も新興国に価格の上昇を受け入れやすくさせるという意味で価格の上昇要因となりやすい。

それは、現状よりさらに高コストのエネルギーを前提とした経済への移行を迫るものである。こうした状況のなか注目を集めているのが、米国に天然ガス安をもたらしたシェール革命である。次節では、シェール革命と言われる米国での現象を概観する。

図表 8 エネルギー需要の長期予測



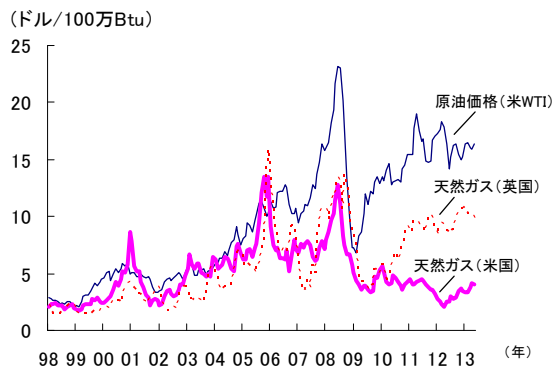
3. 米国に天然ガス安をもたらしたシェール革命

(1) 天然ガス価格の下落

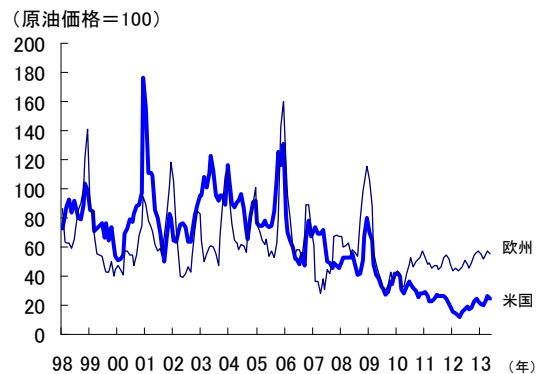
米国での天然ガス安が顕著になったのは、原油価格が再び上昇局面に入った2009年以降である（図表 9）。2009年2月に月中平均で39ドル/バレル（熱量換算では6.8ドル/100万Btu）まで下がった原油価格（WT I）は、2年後には再び100ドル/バレル（熱量換算では17.8ドル/100万Btu）まで上昇したが、天然ガス価格は上昇基調に転じることはなかった。天然ガス価格はむしろ下落基調で推移し、一時、原油価格の1割程度の水準にまで下落した（図表 10）。米国の天然ガス価格は、熱量換算で見てもそれまで概ね似通った動きをしてきた原油や欧州の天然ガスの価格との比較で割安感を強めている。

ただ、原油価格に対する天然ガス安自体は2000年代半ばからすでに観測されていた現象であった。

図表 9 天然ガス価格と原油価格



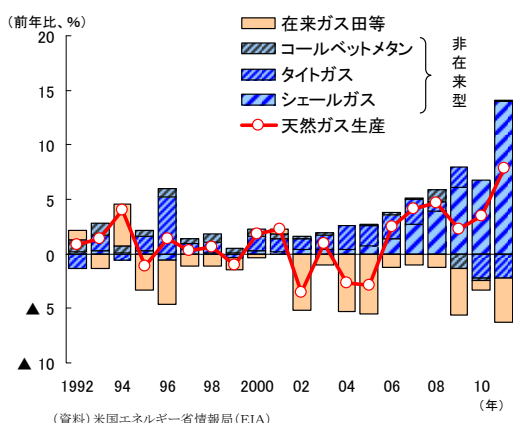
図表 10 天然ガスの原油に対する相対価格



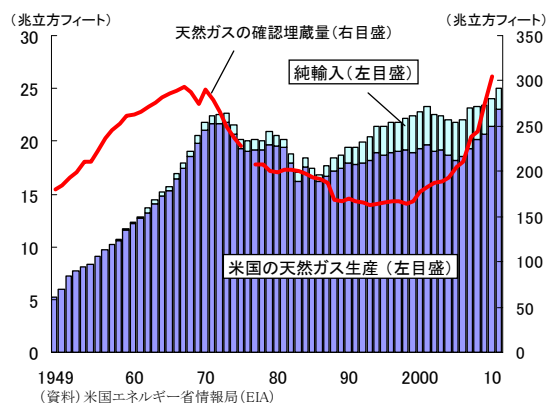
この時期を境に米国で起こったのは、天然ガス生産の増加である（図表 11）。それまでの米国では、90年代まではなんとか天然ガスの生産水準を維持してきたが、80年代半ばから続く天然ガス需要の伸びを国内生産で賄うことができず、輸入の依存度を強めていた（図表 12）。そして、2000年代に入ると天然ガスの国内生産はついに減少に転じ、供給を確保するために割高なLNG（液化天然ガス）の輸入拡大が避けられないとの見方が一般的となっていた。そうした状況を一変させ、上述したように天然ガス安をもたらしたのがシェール革命というわけだ。

技術革新によってそれまで技術的に採掘が困難だったシェール層の開発が可能になると、70年代以降減少傾向にあった米国の天然ガス埋蔵量が急増し、2000年代前半に減少が続いた生産も2000年代後半から増加に転じたのである（図表 12）。パイプラインでつながるカナダでも開発は進み、同一市場を形成する北米地域は、天然ガスの自給を達成するまでに状況が激変した（図表 13）。

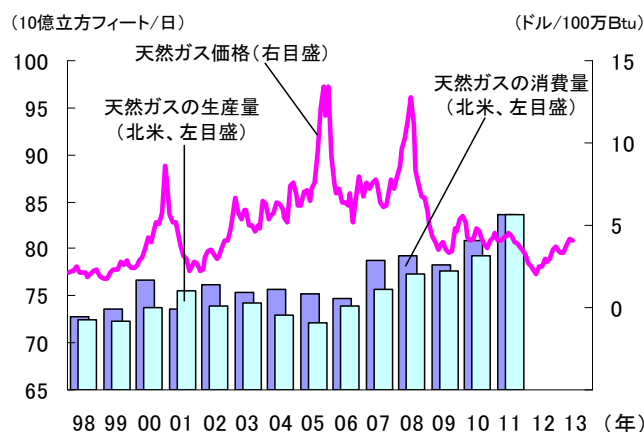
図表 11 シェールガスが牽引する天然ガスの増産



図表 12 米国の天然ガス供給と埋蔵量



図表 13 北米地域の天然ガス需給と価格

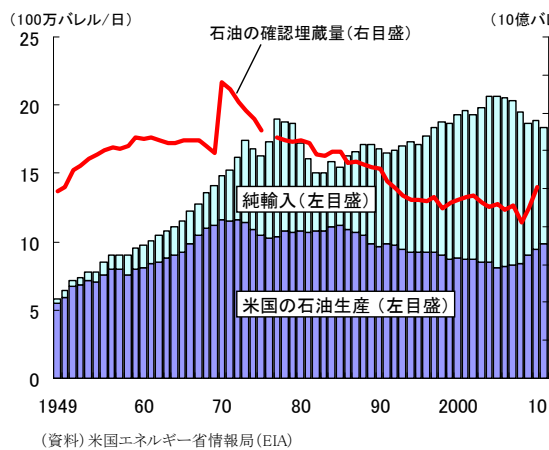


(注) 価格は月中平均。ただし、原油価格は熱量をもとにした換算値。
 (資料) Bloomberg、BP

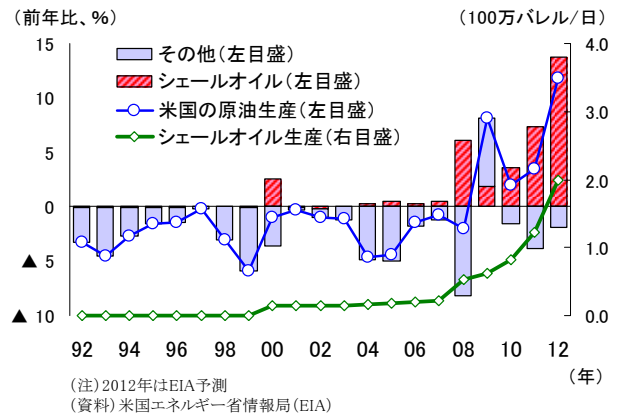
(2) 原油価格の上昇抑制

石油については、2000年代半ばの国内の供給不足がさらに深刻な状況にあった。石油の純輸入量が国内消費の6割に達するところまで海外への依存を強めていたのである(図表14)。しかし、天然ガスと同様に、そうした状況はシェールオイルの増産によって改善し始めている(図表15)。また、シェールオイルの増産で輸入への依存度が弱まり、中東リスクの影響が小さくなったとの指摘もある。実際、アラブの春やイランの核開発問題で中東情勢がリスクとして意識されることの多くなった2010年末以降の局面において、米国産のWTIは、欧州産のブレントほどの値上がりを見せていない(図表16)。天然ガスほどではないが、米国の原油価格(WTI)も欧州価格(ブレント)に比べて10~20%程度安い状況を実現している(図表17)。

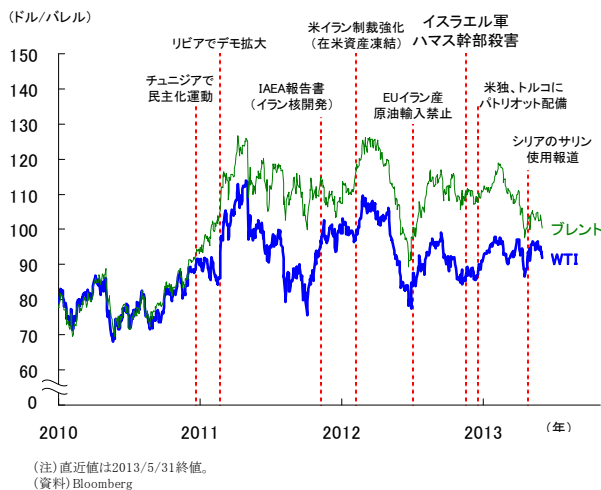
図表14 米国の石油供給と埋蔵量



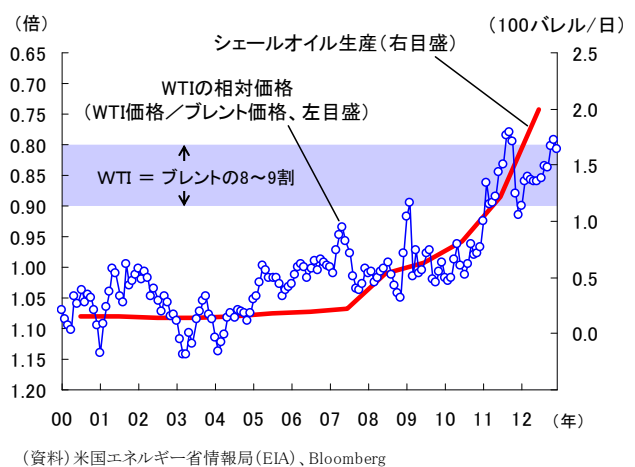
図表15 米国の石油生産



図表16 原油価格と地政学的リスク



図表17 シェールオイル生産とWTIの割安感



4. 米国における天然ガス安の定着

前節で概観した米国での天然ガス安は今後定着するのか。また、原油を含むエネルギー価格全体の抑制につながるか。本節では、まず天然ガスについて考察したい。

すでに述べたように、米国に天然ガス安がもたらされたのは、シェールガスの増産に牽引されて、2000年代半ば以降、天然ガスの需給ギャップが縮小に向かったことが影響していると考えられる。需給ギャップが縮小し、2011年にはついに北米地域で天然ガスが自給できるまでになったが、その過程でそれまでの原油価格と連動した値動きから、原油価格とほぼ独立した相場へと変貌した。

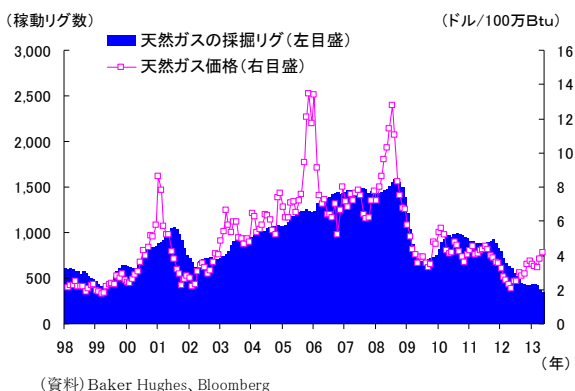
従来、天然ガス価格が原油価格に連動していたのは、天然ガスの需要が一部石油に代替可能なことに理由があったと考えられる。天然ガスの価格が過去に比べて割高な水準だったとしても、石油価格より安ければ天然ガスを選択せざるを得ず、石油と直接代替関係のない天然ガス需要についても、それが根拠となり得てきたというわけだ。しかし、新技術の普及によって、新たに参入した中小の採掘業者がシェールガスの生産を競うようになり、天然ガスの価格が原油相場と大きく乖離するようになったと考えられる。

足元では、一時1.8ドル/100万Btuまで下落した米国の天然ガス価格（ヘンリーハブ・スポット価格）が、4ドル/100万Btuを超えるところまで値を戻してきているものの、原油価格から大きく乖離した状態は維持されている。米国の天然ガス価格は、現在でも原油価格（米国産WT I）の4分の1程度で推移しており、原油との実質的なリンクが観測されていた頃の状況に戻っているわけではない。

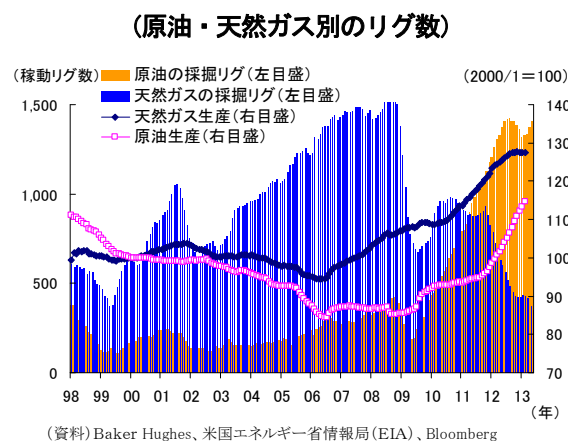
むしろ、変化ということでは、稼動している天然ガスの掘削装置（リグ）が2011年より減少しているのにも関わらず高水準の天然ガス生産が維持されていることの方が注目される。従来であれば、原油価格に連動した天然ガス価格に稼動リグ数が同調していた。つまり、原油高になって天然ガス価格が上昇すれば、天然ガスの稼動リグも増加し、逆に原油価格が下落して天然ガス価格が下がれば天然ガスの稼動リグ数も減少するという明確な傾向が見られた（図表 18）。

ところが、2012年以降は天然ガス価格が上昇に転じても天然ガスの稼動リグ数は増加していない。代わりに増えているのが原油の採掘リグである（図表 19）。採掘方式で見れば水平もしくは斜め掘

図表 18 天然ガス価格と採掘リグ数



図表 19 採掘リグ数と原油・天然ガス生産

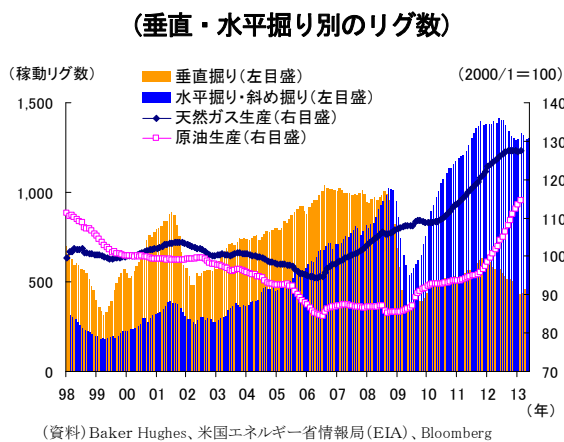


りの採掘リグが増加しており（図表 20）、原油リグの増加は、多くがシェールオイルの生産を意味する水平採掘（もしくは斜め掘り）だと考えられる。そして、こうした稼動リグ数の変化から、採掘業者が採掘の対象を値下がりしたシェールガスから利幅の大きいシェールオイルへ変更している状況が窺える。ただ、シェールオイルを採掘する場合であっても随伴ガスと一緒に産出されることから、稼動リグ数が減少してもなお天然ガスの生産が高水準を維持していると見られる（図表 21）。

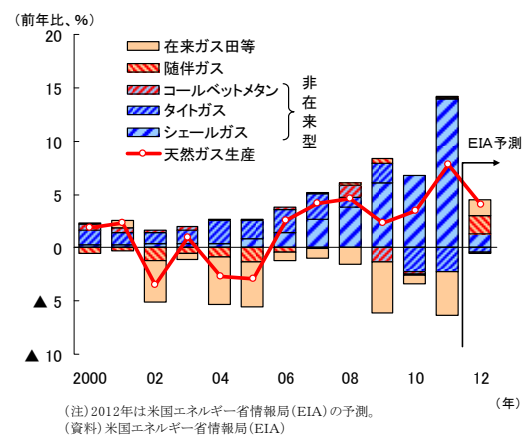
天然ガス価格が原油価格に対して相対的に割安な状況が維持されれば、随伴ガスが緩和的な需給環境を維持し、逆に採掘業者にとってメリットのある水準まで天然ガス価格が持ち直せば、シェールガスの増産によって天然ガスの需給は緩和的になる。いずれにしても、新技術の普及によって多数の中小採掘業者が参入できるようになった米国では、原油価格より割安な天然ガス価格が維持されやすくなっていると考えられる。

米国エネルギー省情報局（E I A）では、今後も米国の天然ガス生産は増勢基調が続くと予測している（図表 22）。必ずしも随伴ガスの増産が続くと見ているわけではなく、あくまでシェールガスの増産が主因だが、いずれのケースであっても天然ガスの増産が維持されれば天然ガス安も持続しやすく、E I Aが予測するように2020年頃に米国が天然ガスの純輸出国に転じれば（図表 23）、天然ガス安が定着する可能性は一段と高くなると考えられる。

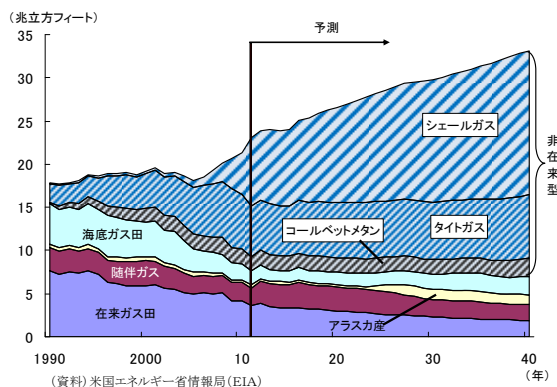
図表 20 採掘リグ数と原油・天然ガス生産



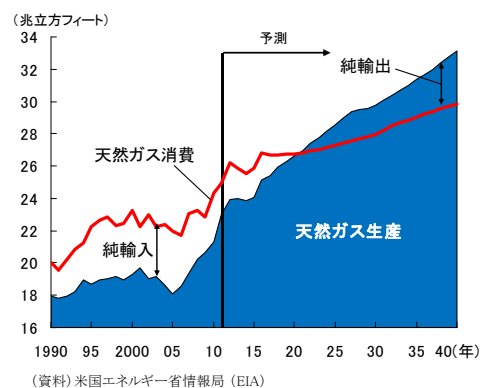
図表 21 米国の天然ガス生産



図表 22 米国の天然ガス生産の予測



図表 23 米国の天然ガス貿易の予測



5. 天然ガス安拡大の鍵を握るバーゲニングパワーの変化

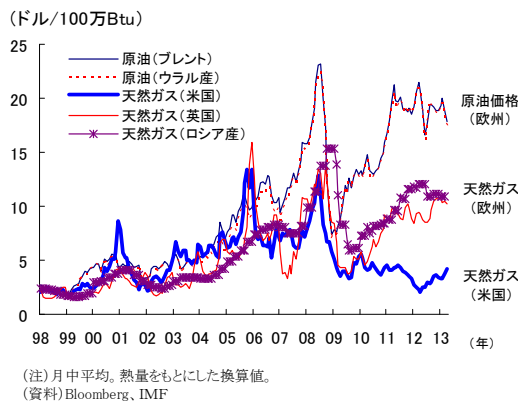
(1) 欧州に広がる天然ガス安効果

天然ガス価格の抑制は欧州でも確認することができる。欧州の天然ガス価格は、原油価格が上昇に転じた2009年以降も、原油価格ほどには上昇せず、足元では概ね原油の6割程度で推移している（図表24、前掲図表10）。ただし、欧州でも米国のように大量のシェールガスが生産されているというわけではない。欧州における天然ガスの需給構造を見ると、輸入依存度の低下が続く米国とは対照的に、むしろ輸入依存度が上昇する傾向にある（図表25）。

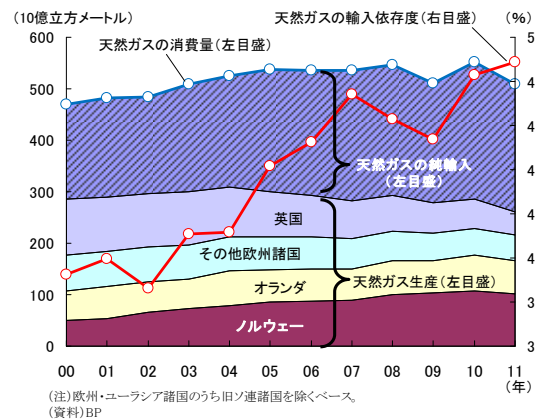
欧州で天然ガスの輸入依存度が上昇している原因のひとつは、英国の天然ガス生産が減少していることにある（図表25、図表26）。英国の天然ガス生産は、2000年をピークに減少の一途を辿り、この10年で6割近く減少した（図表26）。その結果、英国は、天然ガスの純輸出国から純輸入国に転じ（図表27）、欧州の天然ガスの自給率も大きく低下している。

こうした需給構造の変化は、天然ガスが原油より割安になったという事実と矛盾しているようにも見える。一見すると矛盾するこの2つの事実をつなぐ鍵は、中東産のLNG（液化天然ガス）にある。英国では、天然ガス生産の減少に伴う天然ガス供給の不足を、当初、オランダやノルウェーからパイプラインで輸入する天然ガスで補っていた。しかし、2011年には、中東からのLNG輸入が国内消費

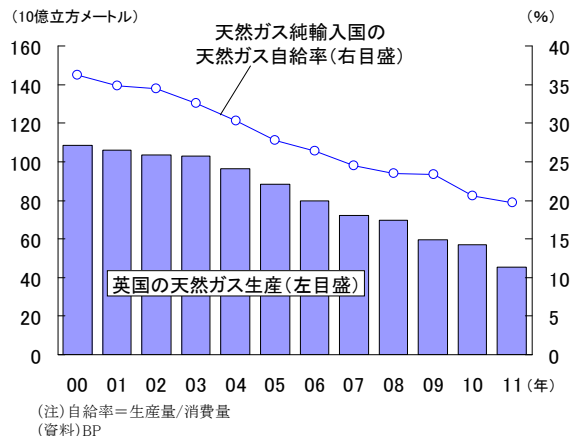
図表24 欧州の天然ガス価格と原油価格



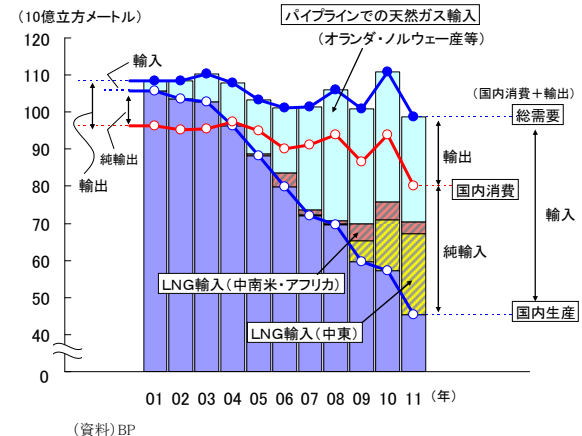
図表25 欧州の天然ガスの需給構造



図表26 英国の天然ガス生産と欧州の自給率



図表27 英国の天然ガスの需給構造

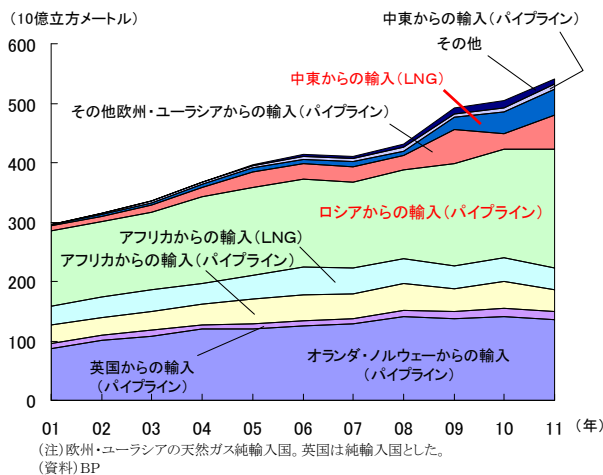


の27%に達する水準まで急増しており（図表 27）、それが天然ガスの価格形成に大きな影響を与えていると考えられる。

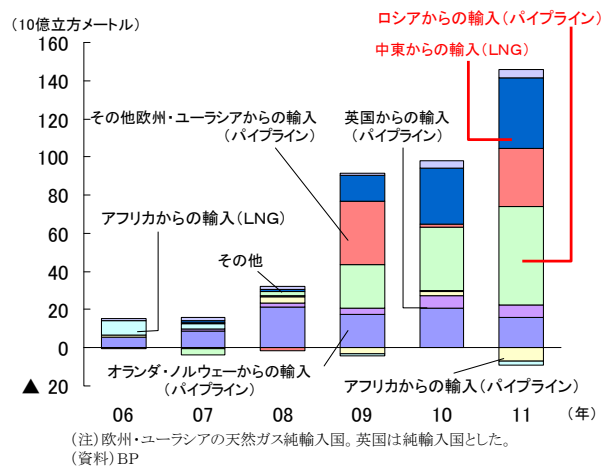
大陸欧州を含む欧州全体で見ても、価格形成における中東産LNGの役割は高まっていると見られる。中東から輸入するLNGは、欧州全体で見れば2011年時点で輸入量の8%程度でしかないもの（図表 28）、2005年と2011年の輸入量を比較すると増加分の4分の1が中東産LNGによって賄われていることがわかる（図表 29）。そして、英国や大陸欧州に中東産LNGが流入する原因となっているのが米国でのシェールガス生産である。米国では、1990年代後半に天然ガスの需要増加を北米だけで調達することが困難な状況になり、2000年代にはLNG輸入の増加が避けられないとの見通しがコンセンサスとなっていた。そのため、米国ではLNG輸入のための施設建設が計画され、カタールなどの天然ガス生産国も米国に輸出するためにLNGの生産能力を増大させた。

しかし、2000年代後半からシェールガスの生産が本格化すると、米国に輸出される予定だったカタール産などのLNGは行き場を失い、欧州のスポット市場に流れ込むようになったのである。欧州大陸ではパイプラインが整備されていることもあって、天然ガスの輸出を最も伸ばしているのはロシアだが（図表 29）、天然ガスの輸入国はロシア産天然ガスと中東産のLNGを競合させることで、以前に比べて競争原理を働かせやすくなっている。より競争的な市場を実現したことで、天然ガス市場におけるロシアの価格支配力は低下し、米国と同様に天然ガス価格が原油価格と乖離するようになったと見られる。

図表 28 欧州の天然ガス輸入



図表 29 欧州天然ガス輸入の変化 (消費量対比)



(2) 日本における天然ガス安の実現性

日本では天然ガスをLNGの形で輸入しており、欧米で天然ガス安が続く中でも、原油価格にリンクした価格で高止まったままである（図表 30）。しかし、米国からの輸入を模索する動きがあり、実際に契約を締結した事例が出始めている。具体的には、2017年あるいは2018年からそれぞれ20年間にわたって米国よりLNGを調達する契約であり、すでに米国政府から輸出許可を得たものもある。

アジアなどからLNGを輸入する現在の長期契約について、今後、契約が切れるものから順次契約

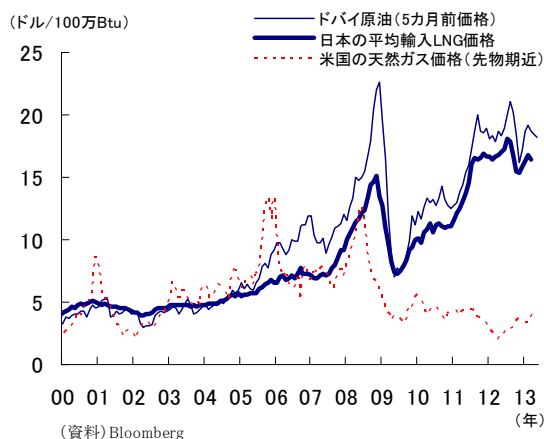
が更新されて、それぞれ現在の契約量が維持された場合を想定しても（図表 31の斜線部分が更新によって維持された場合でも）、現在検討されている米国からの天然ガス輸入が順調に実現していけば、米国から輸入される天然ガス（LNG）が将来的には2割弱を占める可能性がでてきている（図表 31）。

さらに、図表 31に示した（想定した）輸入契約量では、日本の将来需要に対して多すぎる可能性もあり、現在アジアや豪州から調達している天然ガスの一部が米国産に代替されれば、米国産のシェアはさらに大きくなる。米国産の輸入が計画通り実現すれば、欧州のように供給サイドのバグゲニングパワーを結果として弱められる可能性もある。

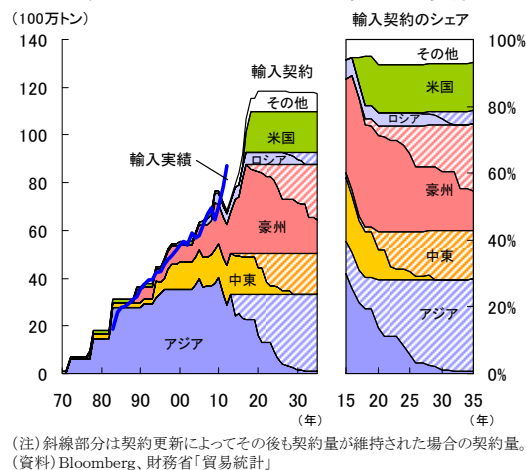
ただ、輸入する天然ガスがLNGである以上、その原価はパイプラインで調達する天然ガスよりも液化や海上輸送にかかるコストの分だけ割高になる。米国から天然ガスを輸入できたとしても、LNGの持つコスト制約から天然ガス価格の引き下げ効果に限界があるのも事実だ。こうした構造は、米国が天然ガスの純輸出国に転じても変わらない可能性が高い。

そこで売り手市場の状況を弱めるもうひとつの要因として注目されるのが、ロシアからの輸入である。欧州でのエネルギー需要の伸び悩みや天然ガス安の定着によって、ロシアのアジア輸出に対するインセンティブは高まっており、日本への輸出も検討しているとされている。ただ、ロシアが日本に着目するのは、欧米との価格差があるからだ。輸出はしたいができるだけ高値で売りたいロシアにしてみれば、欧州のような天然ガス安を招く事態は避けたいはずである。そのため、一義的には天然ガスの輸入価格引き下げにつながる可能性もあるロシアからの輸入も、日本が欧米より割高な輸入価格を甘受し続ける構造を変えるほどの効果を持つかは未知数な部分が多い。

図表 30 日本のLNG輸入価格



図表 31 日本のLNG輸入の契約



6. 原油価格への波及条件

(1) 2つの波及効果

前節で述べたように、日本にとっては、欧州がそうであったように、より競争的な市場を形成することでどれだけディスカウント効果を引き出せるかがポイントとなる。しかし、LNG（液化天然ガス）の持つコスト制約から、その効果に自ずと限界があることも前節では指摘した。

そこで、次にポイントとなるのが、天然ガスの輸入価格がリンクしている原油価格の動向だ。原油価格への影響は2つの経路で考えられる。ひとつは、米国でのシェールオイルの増産がもたらす原油価格への直接的な価格押し下げであり、もうひとつは、天然ガス安効果の波及による原油価格の押し下げである。いずれかの経路で世界的な原油価格の押し下げがもたらされれば、原油の調達コストとそれにリンクしたアジア産天然ガスの調達コストの両方を抑制できるようになる。

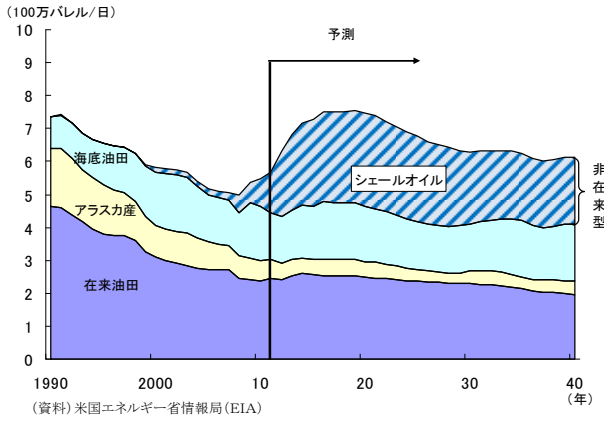
(2) シェールオイルの効果

米国では、シェールオイルの生産が増加しており、米国エネルギー省情報局（EIA）は高水準の原油生産が今後も続くと予想している（図表 32）。2000年代半ばには6割に達していた輸入依存度も低下傾向にあり、民間の原油在庫は2009年以降、その水準が大幅に上昇している（図表 33）。そして、2013年は、2012年までの水準からもさらに上昇している。

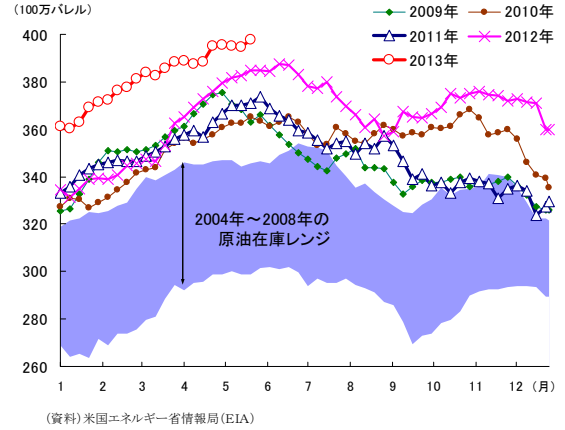
そうした影響もあり、米国産原油の代表的な価格指標となっているWTI 価格は、すでに国際価格の指標であるブレント原油よりも割安な状態にある（前掲図表 16）。さらに米国の原油の輸入依存度の低下は、今後、国際指標であるブレントの価格押し下げにも寄与する可能性がある。米国の原油輸入の減少すなわち米国での超過需要（消費－生産）の減少は、一義的には世界の原油在庫を積み上げる要因となるからだ（図表 34の左図）。実際、2012年以降は、米国以外の国での生産調整が、米国での超過需要の減少ペースに追いついておらず（図表 34の右図）、それが米国以外の地域の在庫積み上がりの一因になっていることが窺える（図表 35）。

ただ、寡占的な供給構造のもとでは供給サイドの数量調整によって原油価格が維持されやすいことはすでに述べたとおりだ。新興国の原油需要の伸びによって、世界全体の原油需要が曲がりなりにも増加している状況では、米国の原油輸入の減少の「量的な」インパクトだけをもって、長期間、原油価格に押し下げ圧力が加わると考えるのは、やや楽観的過ぎると言えよう。原油価格の抑制には、本節の最後（(4) OPECの価格支配力の低下）ならびに次節で述べる市場構造の変化が条件として必要となる。

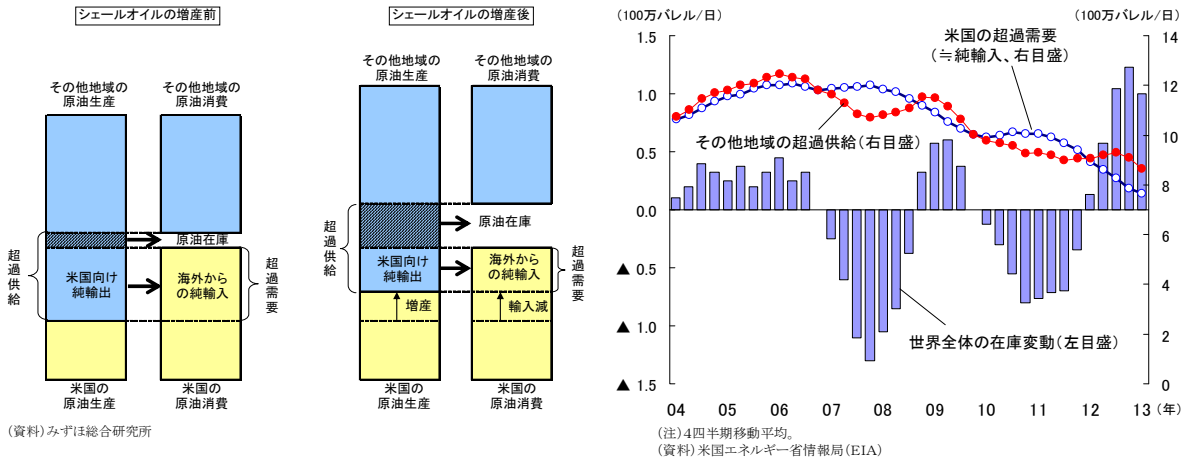
図表 32 米国の原油生産予測



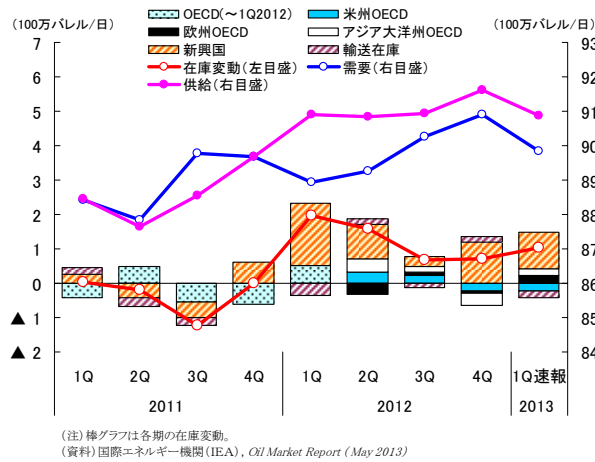
図表 33 米国の民間原油在庫



図表 34 米国の原油需給と世界の原油在庫



図表 35 世界全体の原油需給



(3) 原油需要の天然ガスシフト

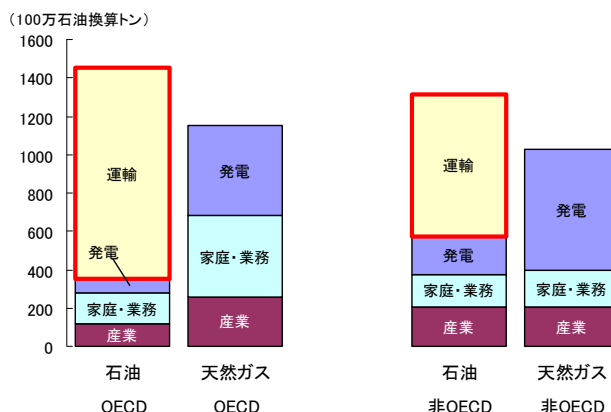
中長期的な原油価格の上昇抑制を実現するためには、需要構造の変化も重要な要因となり得る。ポイントとなるのは石油需要の天然ガスによる代替だ。石油需要の最大の用途は運輸向けであるため(図表 36)、天然ガス安を背景に自動車など輸送用機械の燃料として天然ガスの利用が拡大すれば、原油需要の伸びを抑制して原油価格を押し下げる可能性は十分にある。そして、天然ガス車がすでに生産されていることを考えれば、天然ガスシフトに技術的な障害はない。

障害があるとすれば、それは天然ガス車にあるのではなく、むしろ競合するガソリン車にあると考えられる。近年、ハイブリット車の急速な普及によって、自動車の燃費効率は大幅に向上しており、競合関係にある通常のガソリン車についても、燃費効率の向上は著しい。そのため、ガソリン車であっても燃費効率の良い新車に買い換えればガソリン支出を抑えることができるようになっている。

そして、今後もハイブリット車を含めたガソリン車の燃費効率は向上すると予想されており、天然ガスの相対価格が安く抑えられているということだけでは、劇的な天然ガスシフトを促すインセンティブとしては弱い可能性もある。

インフラを整備して、天然ガスや天然ガスから作る燃料電池車向けの水素の供給が可能になったとしても、天然ガス車や燃料電池車が普及しなければ、原油の需要を抑制することはできない。そして、そもそも天然ガス(水素)を供給するためのインフラ整備が速やかに進むのかという問題もある。新興国でガソリン車の普及が進む中では、燃費の向上に伴うガソリン需要の抑制効果だけで、ガソリン需要(原油需要)の増加に歯止めをかけることは難しいだろう。

図表 36 石油と天然ガスの用途別需要



(注) 2010年時点。
(資料) 米国エネルギー省情報局(IEA)

(4) OPEC の価格支配力の低下

原油価格を抑制する可能性のある2つの要因、すなわち米国の原油輸入の減少がもたらす効果とエネルギー需要の天然ガスシフトについては、上述したように現時点で必ずしも原油価格の抑制を約束するだけの高い蓋然性があるわけではない。特に、原油需要の天然ガスシフトについて未知数な部分が多い。ただ、米国の輸入減少の影響については、別の視点から考察することが可能だ。米国の輸入減少がそれだけでは原油価格の抑制要因として「楽観的過ぎる」と考える根拠は、供給サイドの数量調整にあるが、それが機能しなくなれば、米国の輸入減少、すなわち米国のシェールオイル生産が原因となって、原油価格の中長期的な上昇ペースが弱まる可能性がある。

第2節では、需要の伸びにあわせて供給を調整しやすい寡占的な供給構造が原油市場の特徴である

ことを述べ、それが原油価格上昇の重要な要因となっていることを指摘した。しかし、そうした供給サイドの数量調整は、実は、単に寡占構造であるというだけで実現するものではない。独占と完全競争の中間に位置づけられる寡占も、独占的な性質のものから実質的に完全競争と同じ結果をもたらすものまで幅広く存在する可能性があることが知られており、それらの違いは、供給者の行動様式に起因する（図表 37）。例えば、価格と生産量が独占市場と同じになると考えられているカルテルの場合には、寡占構造を形成する供給者が協調して生産量を定めることで独占利潤を分け合うような行動が想定される。その一方で、供給者の体力が拮抗した寡占下では、各供給者が自己の利潤最大化を目指して価格を決定する場合、結果として完全競争のケースと同じ状態になると考えられている（図表 37、ベルトラン競争）。実際の原油市場について考えると、OPECは生産目標を協議するカルテルであり、それ以外の産油国との関係は、他者の出方（生産量）を見ながら自らの生産量を定めるクールノー競争に近い状態であると考えられる。

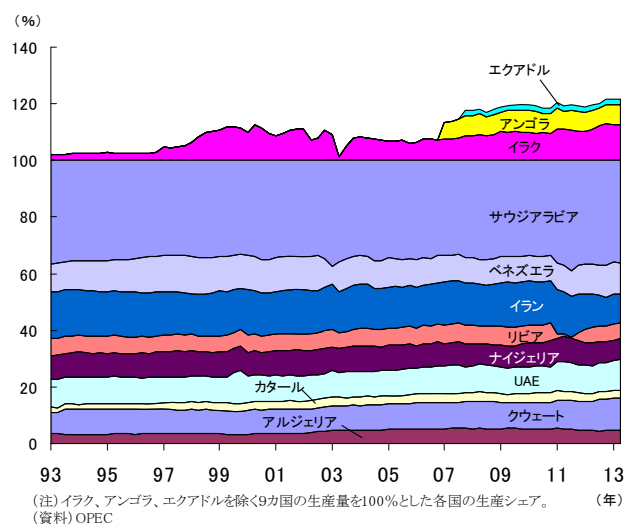
実際、OPEC内の生産シェアは、極めて安定したものとなっており、強固なカルテルを組んでいることがわかる（図表 38）。ときに生産目標の遵守が話題になることもあるが、実際にカルテルを壊す

図表 37 市場構造の分類

	完全競争市場	寡占市場			独占市場	
	完全競争	ベルトラン競争	クールノー競争 (供給者: 多数)	クールノー競争	独占	
価格	低	完全競争と同じ	(供給者が増えると低下)	独占と完全競争の中間	独占と同じ	高
供給者	他者を気にせず行動する プライステイカー	価格が完全競争 水準になるまで競争	他者の生産量に応じた 最適行動(利潤最大化)	他者の生産量に応じた 最適行動(利潤最大化)	最大化した利潤 を分け合う	他者を気にせず行動する プライスメーカー
利潤	超過利潤ゼロ	超過利潤ゼロ	超過利潤・小	超過利潤・中	超過利潤(独占利潤) を分け合う	超過利潤・大
競争・調整	価格競争 (価格が数量を決定)	価格競争 (価格が数量を決定)	数量競争	数量競争	数量調整 (数量調整で価格決定)	数量調整 (数量調整で価格決定)
原油市場			今後?	寡占下での協調		
天然ガス市場		シェール革命で競争的に		原油リンクで協調効果を実質的に享受		

(資料)みずほ総合研究所

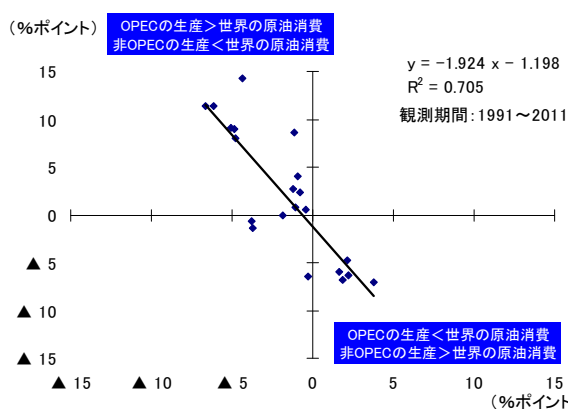
図表 38 OPEC内の生産シェア



ほどの行動を取っているわけではない。また、OPEC全体としては、基本的に世界の原油消費に応じた生産を行いながら（前掲図表 4）、非OPEC諸国の原油生産が世界全体の原油消費より高い伸び率で増加する傾向にあるときには増産を抑え、逆に傾向として非OPEC諸国の原油生産が原油消費より低い増加率の場合には、原油消費より高い増加率で生産を行うという微調整を行っている（図表 39）。その結果、世界全体で見れば、長期間にわたって大幅な需給ギャップが生まれにくい構造となっている。

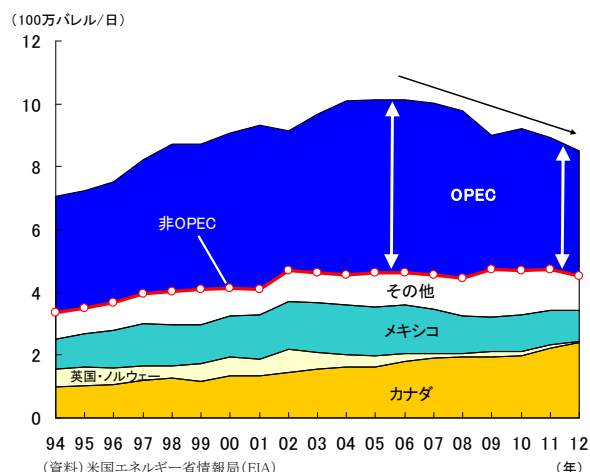
対米輸出についても、米国が輸入を減らす中で、暗黙裡にOPECが数量調整を主導していることが窺える（図表 40）。世界全体で見れば、中国の原油輸入の増加が、米国の原油輸入の減少を相殺する格好となっており（図表 41）、中東の原油輸出が総量として大きく減少に転じているわけではないが（図表 42）、対米輸出について見れば、各国が一様に輸出を減らしているわけでもない（図表 43）。現時点では、生産シェアが大きく変動するような影響は見られないものの（前掲図表 38）、米国を主要な輸出先としているベネズエラでは、対米原油輸出の落ち込みが、原油生産を押し下げる主要な要

図表 39 OPECの生産調整

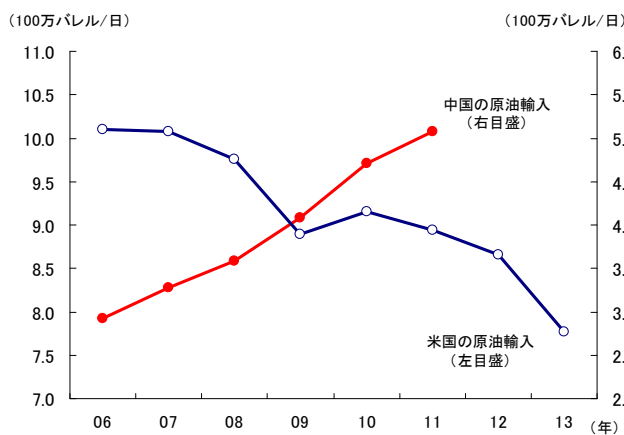


(注) 過去3年のOPEC、非OPECの原油生産と非中東地域の原油消費の伸びの差。ただし、OPECの原油生産は生産量から中東地域の原油消費を除いた量。
(資料) BP

図表 40 米国の原油輸入

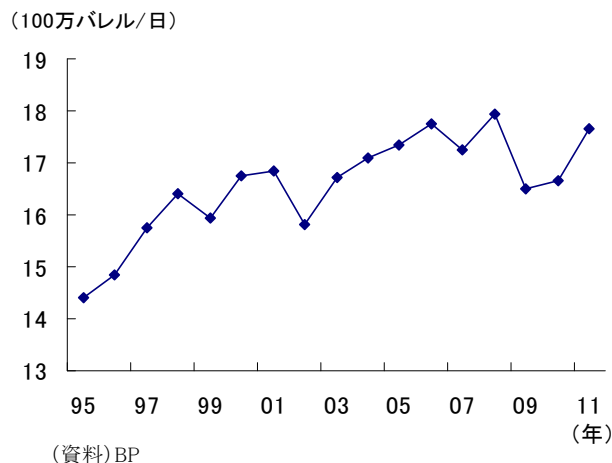


図表 41 米国と中国の原油輸入



(資料) 米国エネルギー省情報局 (EIA)、BP

図表 42 中東の原油輸出

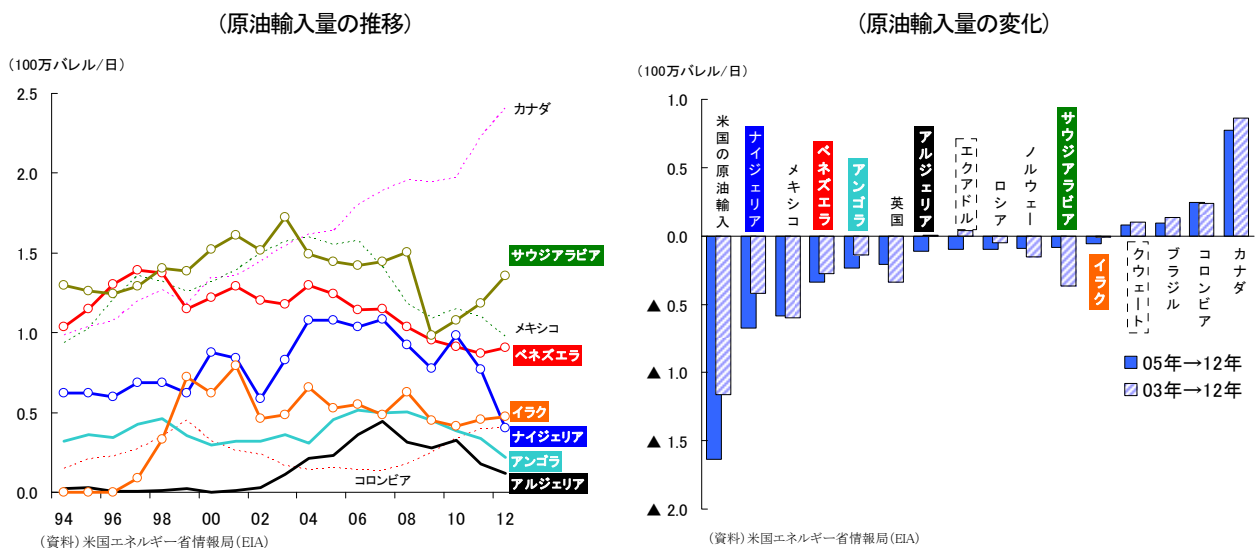


因のひとつとなっている（図表 44）。

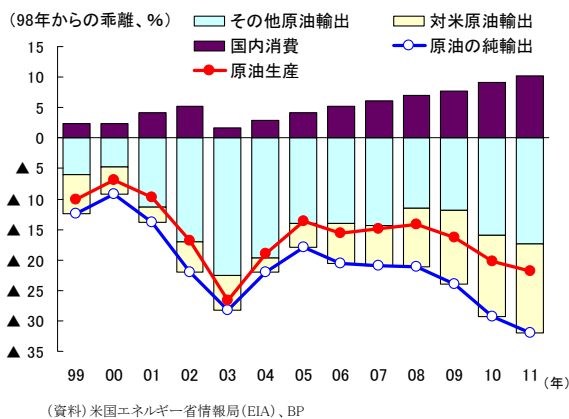
ベネズエラについては、石井（2013）でも指摘されているように、チャベス前大統領の死去によってこれまでの原油政策が今後大きく変わる可能性もある。ベネズエラの確認埋蔵量から考えれば、サウジアラビアに匹敵する原油生産があっても不思議ではなく（図表 45）、国内経済が困窮する中で、原油収入を増やすために大幅な増産に転じれば、原油相場が値崩れを起こすことも考えられる。ベネズエラが大幅な増産に転じた場合、それに対抗して数量調整を行えるのはサウジアラビアしかないが、他のOPEC諸国がベネズエラの“抜け駆け”を許容せず生産量を維持すれば、一人割りを食うサウジアラビアの減産も長続きはしないであろう。

これまでは強固な協調を維持してきたOPECではあるが、1カ国でもその協調を崩せば、OPEC内の不協和音から増産競争あるいは価格競争に転じる可能性があり、米国の原油輸入の減少がその引き金を引く可能性がある点を指摘しておきたい。

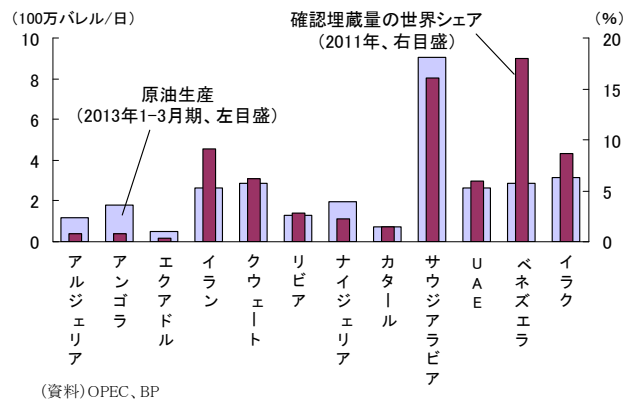
図表 43 米国の国別原油輸入



図表 44 ベネズエラの原油生産



図表 45 OPECの原油埋蔵量と原油生産量



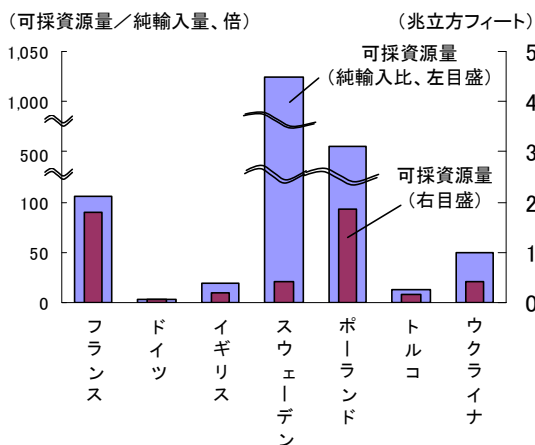
7. 長期展望

(1) シェールガス生産の世界的な拡大

前節までにおいては、米国発のシェール革命がもたらす影響や可能性について、震源地である米国ならびに欧州、日本について考察してきた。考察の起点は、米国（北米）で天然ガスが自給できるようになったことであり、さらに米国の原油輸入が減少したことであった。しかし、シェールガスについて言えば、何も米国だけに存在しているわけではない。欧州でも、ポーランドやフランスなどにシェールガスが存在していると言われている（図表 46）。すでに述べたように、欧州の天然ガス価格は、シェール革命の間接的な影響を受けて、原油の半値程度で推移するようになってきているが、今後、米国のようにシェールガスを自給するようになれば、輸入国は直接的な効果を手にする可能性もある。こうした可能性は欧州だけにとどまらない。米国エネルギー省情報局（E I A）の推定では、まだ目の目を見ていないシェールガスが、世界中に広く存在しているとされており（図表 47）、各国が“可能性”の真贋を確かめるべく動き出している。ウクライナなどの東欧諸国では、天然ガスの供給を受けているロシアの影響力を弱めるという意図もあり、米国からの技術供与によってシェールガス開発を進めようとする動きがある。さらに、米国での成功を受けたシェールガス開発の模索は、アルゼンチン、中国、豪州、ニュージーランド、そしてロシアなどにも拡大していると伝えられている。

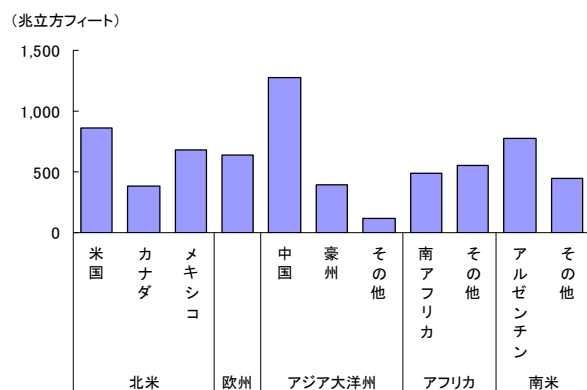
なかでもポテンシャルが大きいのは、米国を上回る可採資源量（技術的には回収可能な資源量）を誇る中国だ（図表 47）。ただ、中国については、パイプラインの敷設などインフラの整備が必要なことや、採掘に必要な大量の水資源の確保、さらに採掘の際の水質汚染といった環境面の問題など克服すべき課題が多いことも指摘されている。国際エネルギー機関（I E A）の予測でも純輸入の増加が続くと予想されており、仮にシェールガスの生産が開始しても、現時点では旺盛な需要の伸びを賄うのは困難だと考えられている。

図表 46 シェールガスの可採資源量（欧州）
（技術的に回収可能な資源量）



(資料) 米国エネルギー省情報局 (EIA)

図表 47 シェールガスの可採資源量（世界）
（技術的に回収可能な資源量）



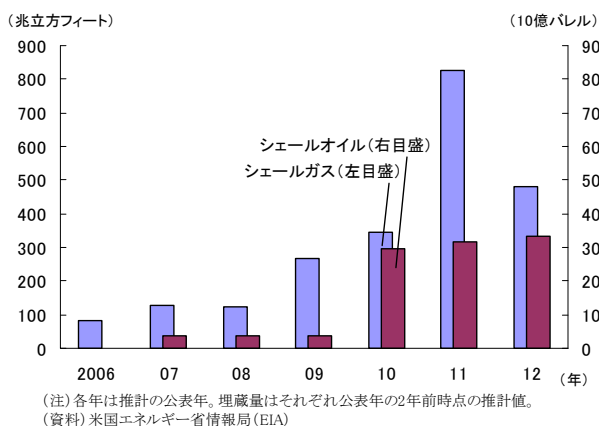
(資料) 米国エネルギー省情報局 (EIA)

その他の地域でもシェールガス生産を商業化するには越えなければならないハードルがある。フランスや南アフリカでは、環境規制によってシェールガス層の開発が直接禁止されているほか、環境への配慮などから積極的な開発に対して、事実上、歯止めをかける動きが見られる国もある。

そして、最大のポイントは、米国のように低コストでの採掘が可能かということだ。地質の違いなどから、米国で使われている技術がそのまま使用できない地域もあると見られ、環境規制と合わせて、シェール層開発の大きな課題となっている。

しかし、米国での成功は、技術革新の可能性を大いに示すものであり、米国がそうであったように（図表 48）、課題を克服すれば実際に採掘できる確認埋蔵量の増加となって現れるはずである。豊富な可採資源量には、シェールガスの持つ高いポテンシャルが秘められている。

図表 48 米国のシェールガス・オイル埋蔵量
(採掘の可能性が高い確認埋蔵量)



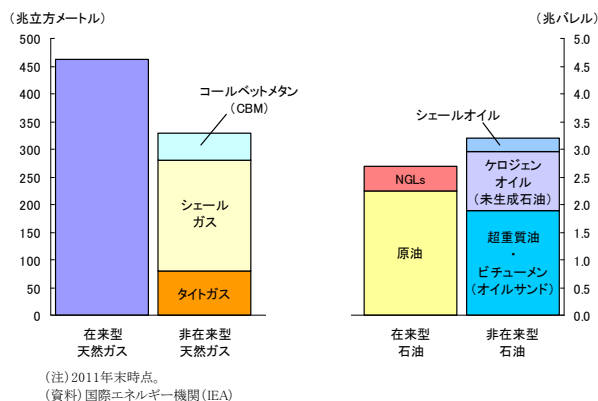
(2) シェール革命が示した非在来型資源のポテンシャル

シェールガスの可採資源量は、世界全体で見ても在来型天然ガスの4割に相当する資源量があると言われている（図表 49）。米国でシェールガスよりも早く生産が行われていたタイトガスやコールベットメタン (CBM) と呼ばれる非在来型天然ガスを加えると、非在来型天然ガスの可採資源量は在来型の7割に相当する量となる（図表 49）。石油についても同様だ。世界全体ではシェールオイルの可採資源量は在来型の1割程度に留まるが、非在来型全体では在来型に匹敵する資源量と推定されている（図表 49、IEAでは在来型石油の120%程度と推定）。

埋蔵量の推定に幅があることを考慮しても、こうした非在来型の天然ガス・石油が、エネルギー資源の可採資源量を倍増させたことは間違いない。技術的に採算が取れるようになれば、米国のように確認埋蔵量を大幅に増加させる原資となる。

IEAでも、天然ガス、石油ともに非在来型資源の生産量は、2035年に2011年の3倍程度に増加すると予測している（図表 50）。特に非在来型の石油については、在来型を上回る増産が見込まれており、2011年から2035年にかけて増加する日量1200万バレル

図表 49 世界の非在来型エネルギー埋蔵量
(技術的に回収可能な可採資源量)



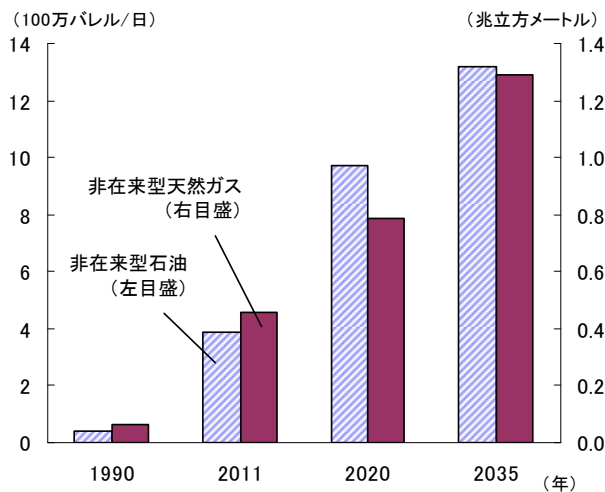
の石油生産のうち、4分の3に相当する900万バレルまでが非在来型の石油であると予測している。そのうちカナダのオイルサンドやベネズエラの超重質油などすでに開発が進んでいるものを除いたそれ以外の非在来型石油に限ってみても、増分の4割にあたる日量500万バレルの増産が見込まれている。天然ガスについても、石油ほどではないが、非在来型天然ガスの増加が、全体の約半分を占めると予測されている。

非在来型資源の可採資源量や埋蔵量については、年によって推定条件が変化するため幅を持って見る必要がある。場合によっては、米国のシェールガスのように、大幅に下方修正されることもあり得るが（前掲図表 48）、すべての地域で十分な調査が実施されているわけではないことを考えれば、今後、資源量や埋蔵量がさらに上積みされる可能性も高く、非在来型資源の生産がIEAの予測を上回るペースで拡大することも考えられる。

非在来型資源で注目すべきは上述した可採資源量や予想される生産の伸びだけではない。その賦存分布が、中東やロシアといった在来型資源の多く存在する地域以外に広がっていることも大きな意味を持つ（図表 51）。つまり、条件さえクリアできれば、技術的には、世界の至る所でこの豊富なエネルギー資源を利用することができるようになることを意味しているのだ。非在来型資源の生産を増やす国がシェール革命の場合の米国のようにエネルギー資源の輸入国であれば、自給率の上昇によってエネルギー価格の抑制効果を楽しむことができるかもしれない。

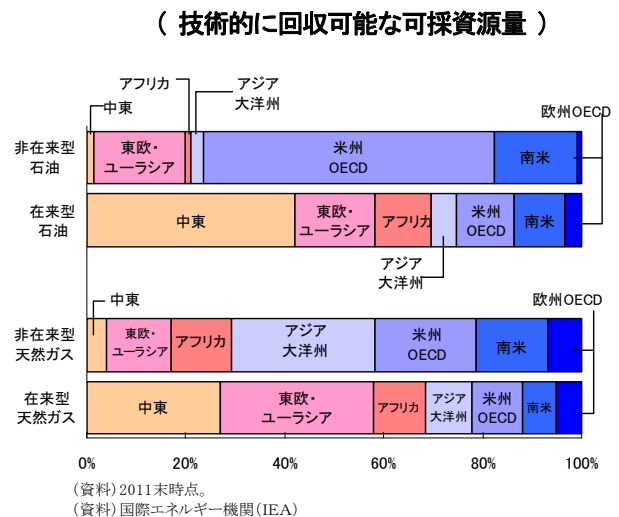
ただし、非在来型資源の採掘コストは在来型よりも割高であると考えられる。実際、カナダのオイルサンドやベネズエラの超重質油などすでに開発が進んでいる非在来型石油は、原油相場の上昇によって開発が促された面も大きい。そして、エネルギー需要が拡大する新興国が高値の原油を買い支える構造が、そうした開発の前提となっている。そのため、非在来型資源の生産が増えても、90年代のような安価なエネルギー価格を期待することは難しいだろう。ただ、たとえそうであったとしても、価格支配力の強い寡占構造に風穴を開けることで供給サイドの超過利潤を減じることができれば、エネルギーの（実質）価格を抑制する効果はあると期待される。

図表 50 非在来型資源の生産予測



(資料) 国際エネルギー機関 (IEA)

図表 51 非在来型資源の地域別分布



(資料) 2011 年末時点。
(資料) 国際エネルギー機関 (IEA)

8. まとめ

シェールガスの生産は北米に天然ガスの自給をもたらし、純輸入国として高値を甘受せざるを得なかった米国に劇的な天然ガス安をもたらしたという意味で、まさに「革命」であった。さらに、米国ほどではないにせよ欧州にも原油価格より安い天然ガスが流通するきっかけを作り、将来的には日本にも若干の価格抑制を期待させる「可能性」を示した。

ただ、日本については、LNGのコスト制約があるため、米国のような劇的な天然ガス安までは期待できないだろう。むしろ、現状のままでは、日米欧の間に生じた天然ガスの価格差が、各国産業の価格競争力の差につながる可能性もある。井上（2013b）でも指摘しているが、日本にとっては、エネルギーコストを引き上げるはずのシェール革命が、かえって欧米に後れを取る原因にもなりかねない。

その一方で、第6節ならびに第7節で述べたように、シェール革命は原油市場への影響に含みを持たせ、世界中に広く分布する非在来型エネルギー資源が将来のエネルギー価格引き下げにつながる可能性もある。確かに、現状では採掘コストや環境の面で多くの課題があり、米国で実現した天然ガス安のような状況が、すぐさま世界中に、あるいはエネルギー市場全般に広まると考えるのは楽観過ぎるが、非在来型と言われるエネルギー資源の利用について、技術革新の持つ可能性を示したという点で大きな意味があったと考えられる。

エネルギー高時代を迎えシェール革命に対する期待は高まりつつあるが、新興国におけるエネルギー需要の増加を前にして、エネルギー価格の上昇トレンドを本当に転換させられるかは、更なる技術革新によってエネルギーの低コスト生産を実現できるかに大きく依存していると言えよう。

[参考文献]

- 石井彰 (2013) 「ポスト・チャベスの石油市場：潮目が大きく変わる可能性も一世界の埋蔵量を誇るベネズエラの行方が世界を左右する―」（独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構『石油・天然ガスレビュー』Vol. 47 No. 3 2013年5月）
- 井上淳 (2012) 「原油の『金融商品化』がもたらす不安定市場」（みずほ総合研究所『エコノミストEyes』、2012年4月26日）
<http://www.mizuho-ri.co.jp/publication/opinion/eyes/pdf/eyes120426.pdf>
- (2013a) 「シェール革命は第二のエネルギー革命となるか」（みずほ総合研究所『みずほリサーチ』2013 April）
<http://www.mizuho-ri.co.jp/publication/research/pdf/research/r130401energy.pdf>
- (2013b) 「『シェール革命』の4つの意味」（みずほ総合研究所『エコノミストEyes』、2013年4月26日）
<http://www.mizuho-ri.co.jp/publication/opinion/eyes/pdf/eyes130426.pdf>
- 金野雄五 (2013) 「日本が熱視線『ロシア天然ガス』の輸入価値」（みずほ総合研究所『エコノミストEyes』、2012年5月27日）
<http://www.mizuho-ri.co.jp/publication/opinion/eyes/pdf/eyes130527.pdf>
- 根岸隆 (1989) 『ミクロ経済学講義』東京大学出版会
- International Energy Agency (2012), World Energy Outlook 2012, November
- U.S. Energy Information Administration (2013), Annual Energy Outlook 2013, April