

懸念されるシェール開発への環境規制の強化 「シェールガス革命」と日本企業の戦略（4）

福田 佳之
東レ経営研究所 産業経済調査部
シニアエコノミスト
TEL : 047-350-6173
E-mail : Yoshiyuki.Fukuda@tbr.toray.co.jp

<ポイント>

- 本号は「シェール革命」の3つのリスクと国外への波及について解説する。
- シェールガスの埋蔵量を疑問視する声もあるが、埋蔵量の豊かさについて疑問の余地はない。13年時点での埋蔵量調査でも大きく減少する兆しもない。ただし、シェールガスの埋蔵は、従来のガス井のように貯留しているわけではなく、頁岩層に広く分布している。そのため、一つのガス井から長年にわたって採掘することは難しく、次々にガス井を掘り続ける必要がある。
- 環境問題については、流動的な部分もあるものの、開発業者と州政府が持続可能な開発のあり方で妥協点を探っている段階である。州政府にとって雇用創出と税収増加などメリットがあるため、世論を動かすような環境汚染事故が発生しない限り、シェールを開発する方向で両者は折り合う可能性が高い。
- 天然ガス価格の行方については、マクロ経済など外的環境の変化をさておくと、シェールの採掘コストが上昇するため、価格も徐々に上昇すると見られる。それでも石油に対しては価格競争力を持つが、石炭に対しては競争力を失い、将来において燃料の石炭シフトも考えられる。ただし、将来的にエネルギーに対する環境規制が強化されると考えられるため、クリーンエネルギーである天然ガスの競争力が維持される可能性もある。
- 米国外へのシェール開発の波及については、海外は米国と違って採掘インフラが不足している上に、開発に関する法制度が未熟でかつ厳しい環境規制もある。そのため、米国外でシェール開発が本格化するのは早くても2020年以降であろう。

シリーズ4回目の本号では、米国の経済や産業構造に影響を与えてきた「シェール革命」について、その持続性や他地域への展開について議論する。

構成

1. シェールガスとは
 2. シェールガス開発に変化の兆し
以上、シリーズ(1)(2012.10.11 発行)
 3. 「シェールガス革命」のインパクト
以上、シリーズ(2)(3)(2012.12.20、2013.1.22 発行)
 - 4. 「シェール革命」は続くのか(本号)**
 - ①埋蔵量は本当にふんだんなのか
 - ②環境問題は最大のリスクなのか
 - ③価格の低位安定は続くのか
 - ④北米以外でもシェールの開発は進むのか
- 以下、次号
5. 日本の製造業企業のシェールガス戦略とは

4. 「シェール革命」は続くのか

シェールガス生産の本格化が米国産業に及ぼす影響は、鉄鋼、石油化学、輸送機器など広範囲に見られており、まさに「シェール革命」が進行していると言える。その一方で、シェールガスやシェールオイルの埋蔵量や価格動向について不安がくすぶっている。さらにシェールでの採掘が環境汚染を引き起こすと指摘する声も根強い。「シェール革命」への期待が高まる中で、こういったリスクが現実のものとなり、「シェール革命」が頓挫する恐れはないのだろうか。

米国の外に目を転じると、シェールガスやシェールオイルの豊かな埋蔵量が世界各地で確認されており、「シェール革命」が世界に波及する可能性が出てきている。「シェール革命」が世界的な革命となった場合、その影響は計り知れず、世界の産業構造が一変する可能性を秘めている。

以下では、「シェール革命」の持続性や米国外での発生の可能性について検討してみることとする。

疑問点① 埋蔵量は本当にふんだんなのか

米国内のシェールガス埋蔵量が12年に大幅下方改定

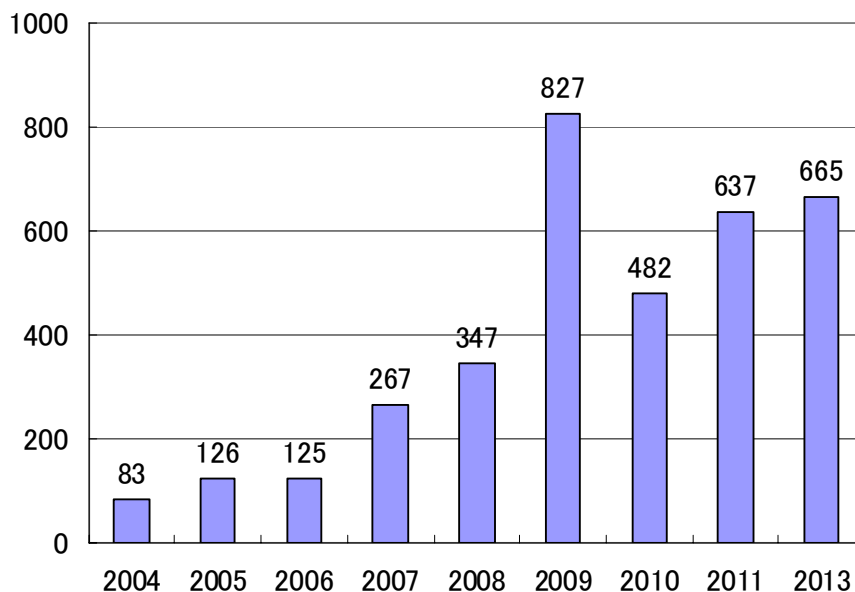
2012年6月に発表されたEIA(米国エネルギー情報局)の「エネルギー見通し2012年版」(2012年版)で2010年時点のシェールガスの技術的可採埋蔵量を482兆立方フィートとしている。これは2009年時点の埋蔵量(827兆立方フィート)から4割以上の下方改定となった。これまでも下方改定されたことがあるが、2012年版の下方改定は過去最大となっている(図表1)。翌年2013年版では、637兆立方フィートと増加に転じたものの2011年に発表された2009年時点の埋蔵量には及ばない¹。

¹ 13年6月に13年1月1日時点の世界各地のシェールガスの技術的可採埋蔵量が発表された。その中で米国の埋蔵量も発表されており、665兆立方フィートと2013年版の見通しに比べて微増となっている。

図表1 シェールガス、シェールオイルの技術的可採埋蔵量の推移

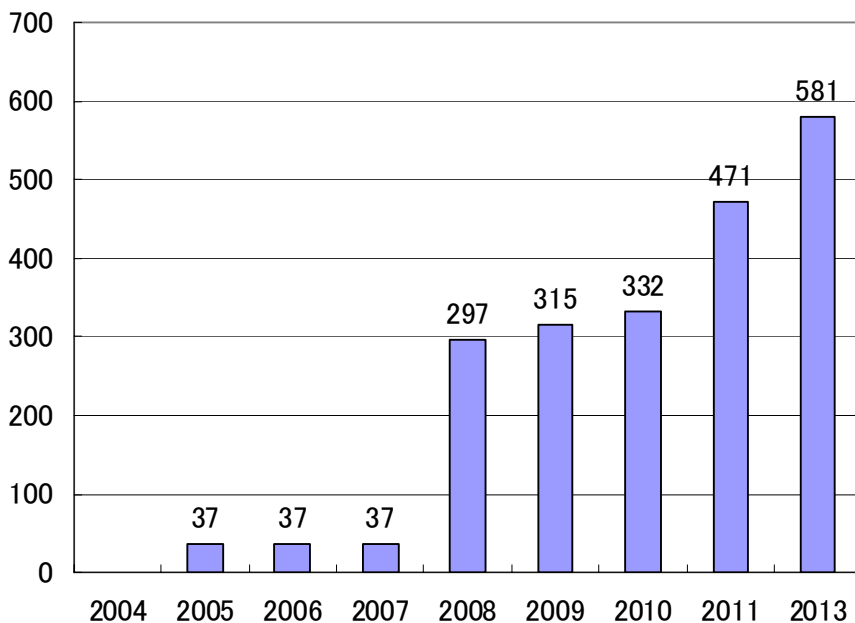
(1) シェールガス

(兆立方フィート)



(2) シェールオイル

(億バレル)

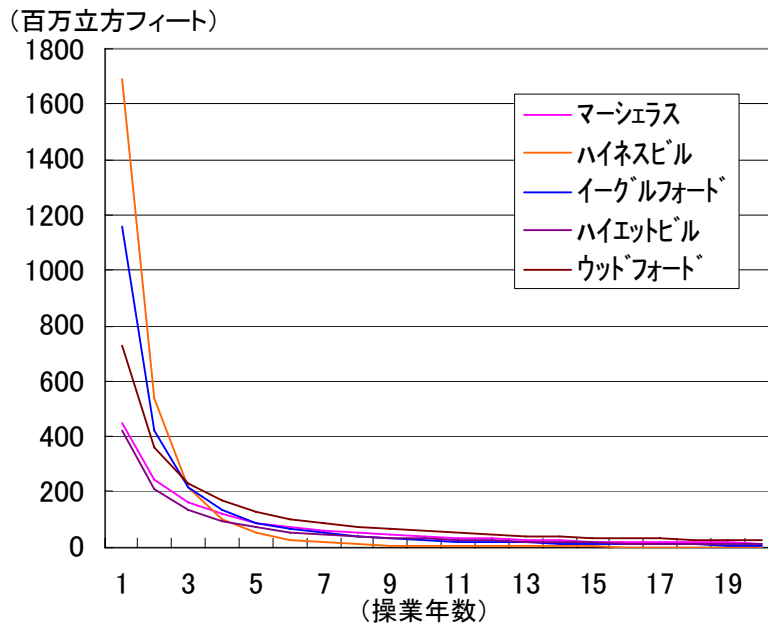


(注)いずれの時点も1月1日時点

(出所)米国EIA資料

また、2012年版では国内各地の代表的なシェールガス井の生産プロファイルを発表している(図表2)。これによると、どの地域のガス井でも採掘初年に生産量が最大となった後、急激に減少している。つまり、シェールガス井では、従来のガス井と異なり、同じ井戸から長期にわたって大量のシェールガスを生産することはできないのだ。

図表2 代表的なシェールガス井の生産プロファイル



(出所) 米国EIA, "Annual Energy Outlook 2012"

シェールガスの埋蔵地域は「点」ではなく「面」

だからといって、米国のシェールガスの埋蔵量は限定的ですぐ枯渇する恐れがあるわけではない。

シェールガスの埋蔵地域は米国内に幅広く分布している。従来のガス田が「点」として存在していたのに対して、シェールガス田は「面」としての広がりを持っている。そのような分布がシェールガスの埋蔵量を膨大なものとしている (図表 3)。

そのため、シェールガスの正確な埋蔵量を早期に把握するのは難しい。2012年版の埋蔵量の下方改定についても、毎年、シェールガスの採掘を積み重ねることで多くの地質情報を入手することが可能となって、シェールガスの埋蔵量をより正確につかむことができるようになったというのが実情と言える。

また、シェールガスは最初に水圧破碎した頁岩層の領域からしか採掘できないため、採掘初年がシェールガス生産量の最大年になるのは当然だ。従来のガス田は、地中に大きな空間があってそこに天然ガスが貯留されているため、長期にわたってガスの回収が可能であるが、シェールガスの場合、水圧破碎した比較的狭い空間にしか貯まらないため、ガスの回収は比較的短期に終わってしまう。

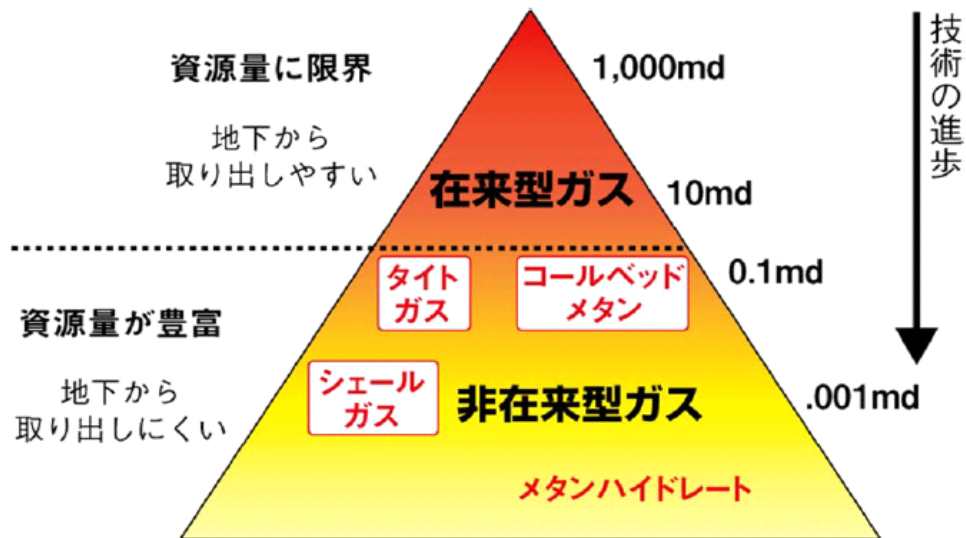
シェールガスの正確な埋蔵量は今もって不明だが、現時点ではシェールガスは問題なく採掘できており、また回収したガス量も十分な量となっている。シェールガスが急に枯渇するリスクは小さいように思われる。

疑問点② 環境問題は最大のリスクか

多くの化学物質を含むフラッキング水が元凶

だが、埋蔵量が十分であったとしても、採掘できなくなる恐れはある。それは環境問題の深刻化による当局の差し止めである。

図表3 天然ガスの資源量トライアングル



1md=9.87×10⁻¹⁶m² ※「浸透率」の単位(岩石中のガスの流れやすさを示す)

2

(出所)伊原賢「天然ガスの効率化利用と今後の展望」2012年5月17日、JOGMEC Website資料

シェールガスなどの開発が環境に悪影響を及ぼすという指摘が開発当初から存在する。シェールガス採掘では主に3点の環境問題が指摘されている。第1点は、水圧破砕のために大量の水が必要になる点である。一つのガス井に3,000～10,000トンの水が投入されるため、水の確保に困難な地域では事業継続に支障をきたすだけでなく、当該地域の生活・農業・工業用水の確保に影響を与える。

第2点は、水圧破砕に使う水（これはフラッキング水と呼ばれる）には採掘用の化学物質が含まれていたり、地中の放射性物質などが溶け込んだりしているが、これらが地下水などに流れ込んで汚染する点である。採掘用の化学物質はこれまで企業秘密にされていることが多く、正確な成分は不明であるが、ベンゼンなど人体に有害な物質が見つかったケースもある。

そして、第3点は、使用済みの大量のフラッキング水の管理や廃棄の方法が不十分で河川や湖沼等が汚染されたり、地震が発生したりする点である。これこそ近隣住民や政府当局から一番懸念されている点である。これまで河川や公共水処理場等へ排水されたり、地中に圧入されたりして処分されていた。しかし、フラッキング水に溶け込んでいる化学物質や放射線物質の処理を巡って住民や環境保護団体から反対が叫ばれており、地中への圧入も地下水の汚染や地震の発生への恐れが指摘されている。

環境汚染はざさんな管理も原因

実際に、フラッキング水の一部が地下水や河川に流れ込み、河川などが変色したり、異臭がしたりしたという。採掘が進むワイオミング州では、水道水から化学物質が検出されており、また小動物が死んだり、体調不良者が続出したりしている。シェールガス井を持つペンシルバニア州でも同様の現象が見られる。

また、地震についても、シェールガスが積極的に採掘されている米国中部では、マグニチ

ュード3以上の地震の発生件数が10年前と比較して6倍以上となり、コロラド州やオクラホマ州では最大マグニチュード5の局地的な地震に見舞われた。これらの地震はシェールガス採掘で使用したフラッキング水を地中深く大量に廃棄することで引き起こされたと言われている。

一方、このような環境汚染の指摘に対して、シェールガス開発業者は、米国のシェールガスが採掘される頁岩層と地下水が流れる地層とは深度が異なっているため、採掘に使用したフラッキング水は基本的に地下水に流れ込まないと主張している。また、シェールガスを採掘するベンチャー企業は玉石混交で、化学物質を含んだ大量のフラッキング水の管理をずさんに行っている企業もあるという。このような問題は企業内部でのフラッキング水の管理および当局のモニタリングをしっかりと行うことで解決されると考える。懸案の使用済みフラッキング水の管理・廃棄については、使用済みフラッキング水の塩分濃度を低減したり、浮遊固形分などの除去を行ったりして再び水圧破碎用の液体として利用する方向で進んでいる。

連邦政府も飲料水汚染調査に着手

シェールガス採掘に伴う環境問題に対して、現在、管轄する州政府を中心に関連法規制の整備・改正が行われている。

シェールガス採掘が盛んな複数の州では、開発業者に対して採掘に使用している化学物質の情報を公開する制度を導入した。例えば、テキサス州は、2011年に、開発業者に追加する化学物質を州当局に提出させると同時に指定サイトで公開することを義務付けている。ただし、使用している化学物質の一部が企業秘密に当たる場合、公開対象から除外される。

環境への影響調査と汚染防止を優先させるため、シェールガスの採掘をひとまず禁止した州もある。ニューヨーク州ではマーシェラスシェールが広がっていてシェールガス採掘が盛んであったが、地下水への影響調査と飲料水汚染防止の観点から、10年12月にシェールガスの採掘を当面禁止した。その後、同調査結果を受けてニューヨーク州は、水源などでの掘削禁止や掘削時の安全操業基準を厳格にした対策案を発表しており、これらの対策案が正式なものになると採掘禁止令は解除される予定である。

一方、連邦政府は、開発のほとんどが私有地で行われていることもあって、開発を管理・監督できる立場にはない。しかし、オバマ大統領が2010年の中間選挙後にエネルギー政策を再生可能エネルギーからシェールガスの開発に軸足を移し、内務省やエネルギー省に開発促進を指示する一方で、環境保護庁に環境リスク対応をあたらせている。

内務省土地管理局は国有地等での水圧破碎について環境規制案を発表している。この規制案は12年5月に提出されたが、数多くのパブリックコメントが寄せられたために修正せざるを得なくなり、1年後の13年5月に改正規制案が発表された。水圧破碎で使用する化学物質の情報公開の義務付け、掘削孔の漏出防止策の強化、使用済みフラッキング水などの水管理計画の整備及び確認がその内容だが、公開は事後でよく、また企業秘密に当たる情報は公開しなくてよい。漏出防止の技術や管理についても厳格さを要求しない。

環境保護庁は13年4月に、ガス井から放出されるメタンなどの回収を義務付けるとともに、水圧破碎がもたらす飲料水の水源汚染リスクの調査を開始している。同調査は、14年中に最終報告を行い、その結果を踏まえて連邦レベルで水圧破碎の飲料水への汚染についての防止策を策定する予定である。

環境問題のシェールガス開発への影響は限定的か

このような州・連邦政府の採掘規制への動きに対して、開発企業は基本的に受け入れる方向のようだ。企業にとって環境汚染防止策を打つことはコストアップになる。その一方で、自社や当局がシェールガス開発について適切な管理を行うことで、住民不安の解消と信頼回復、そして開発に対する理解が得られやすくなり、長い目で見れば採掘企業にプラスになる。

また、州・連邦政府もこれまでのところ比較的妥当な環境規制を打ち出しており、企業にとって許容できる範囲といえる。州政府としては雇用を創出して税収増にもつながるシェールガス事業を存続させたいのが本音であり、むやみに厳しい規制をかけてこないと見ているようだ。

また開発側と環境保護側がシェール開発について合意を探る動きを見せていることは注目に値する。業界と石油メジャーなどシェール開発業者と環境団体の間で開発のための基準策定・認証機関「持続可能なシェール開発センター（CSSD：Center for Sustainable Shale Development）」が設立された。同機関は開発のためのルール作りと認証を行うことで開発業界全体の底上げを図るとともに、環境に優しいシェールの開発を推進するとしている。

将来において連邦及び州当局がどの程度の環境規制を導入するか予測することは難しい。言うまでもないが、今後、シェール開発で大規模な環境汚染事故が発生し、世論がシェール開発に対して否定的になれば、厳しい規制が導入されるだろう。現時点でいえることは、①開発企業が持続可能な採掘方法を用いること、②採掘プロセスをきちんと管理すること、③当局が採掘企業に対して適切な監督を行うこと、これらの3点を満たすことができればシェール開発に伴う甚大な環境汚染を防止することができるという認識が関係者の間で形成されつつあることだ。ただし、持続可能な採掘方法、採掘プロセス、そして適切な監督の内容についてはこれから詰めていく必要がある。

以上をまとめると、今後シェール開発に伴う大規模事故が生じない限り、開発業者、当局、住民にとって受け入れられるシェール開発のソリューションが見つけられたことを意味し、環境問題はシェールガス開発の大きな障害にならないと推測される。

③価格の低位安定は続くのか

短期的には投機筋による乱高下

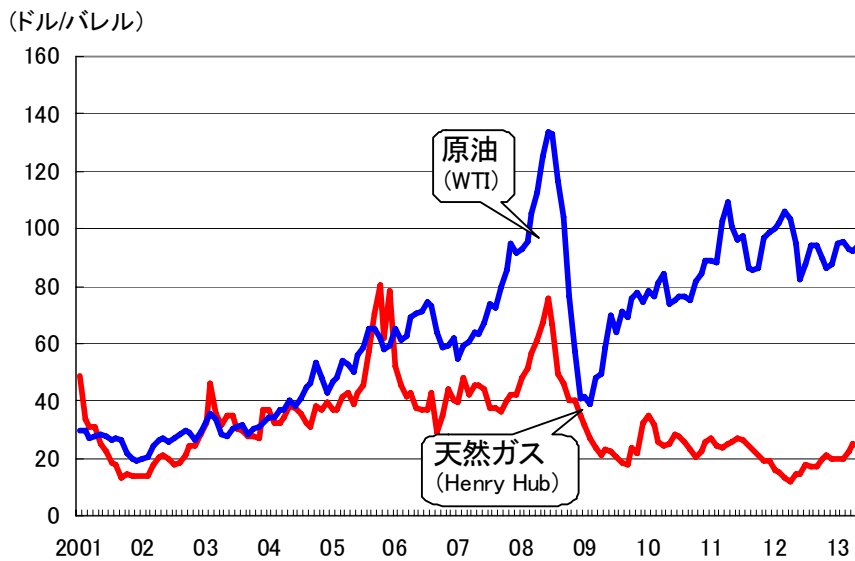
シェールガスの増産で、天然ガス価格は以前に比べて低い水準で安定している。環境対応も今のところたいしたコストアップとなっていない。では、いったいいつまで天然ガスの大量供給と低価格が続くのだろうか。

短期的には、天然ガス価格は乱高下する恐れがある。北米の代表的な天然ガス価格である Henry Hub 価格はニューヨーク・マーカンタイル取引所（NYMEX）の先物市場に上場されている。そのため、Henry Hub 価格は、実需だけでなく、投機的な動きで乱高下することがある。過去においても 2003 年や 06 年に Henry Hub 価格が原油価格よりも乱高下した（図表 4）。

中長期的には燃料の天然ガスシフトで上昇へ

天然ガス価格の中長期的な動向について、今後の天然ガスの需要・供給両面を見通す必要がある。民間シンクタンクである ICF International が天然ガス市場に正負双方の影響を与える要因について整理している（図表 5）。景気、人口など需要そのものの動き、他のエネルギーとの代替の動き、新たな開発、そして開発への規制強化等に左右される。筆者が見る

図表4 米国の天然ガスと原油の価格推移



(出所)米国EIA

図表5 天然ガス市場へのインパクト

マイナスの構造変化をもたらす材料	マイナスの影響を与える材料	プラスの影響を与える材料	プラスの構造変化をもたらす材料
・低い経済成長	・鉱工業生産の低下	・鉱工業生産の上昇	・高い経済成長
・電力需要の減少	・人口成長の減少	・人口成長の上昇	・電力需要の増大
・石炭火力発電の増大	・原油価格の低下	・原油価格の上昇	・石炭火力発電の低下
・原子力発電の増加	・住宅用/商業用ユーザーの減少	・住宅用/商業用ユーザーの増大	・原子力発電の減少
・水圧破碎への規制	・住宅用/商業用ユーザーの消費効率の向上	・住宅用/商業用ユーザーの消費効率の低下	・天然ガス自動車 & 同トラックの普及
	・アパラチア地域での緩やかな掘削規制	・石油から天然ガスへの燃料転換	・LNG輸出の増大
	・シェール開発コストの増大	・産業用ボイラーの燃料転換促進	・GTL燃料生産
	・ロッキー地方のガスアクセスの制限	・アルバータ州のオイルサンドの生産	・北極海での天然ガス生産
	・メキシコ湾開発規制	・天然ガスハイドロレートの生産	

天然ガス市場縮小へ

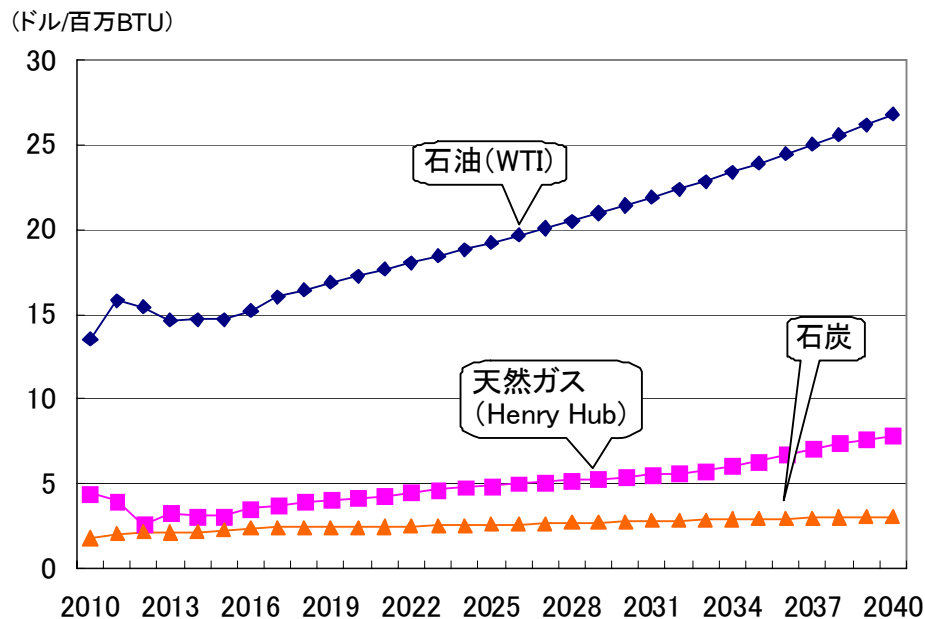
天然ガス市場拡大へ

(出所)The INGAA Foundation, Inc. "North American Natural Gas Midstream Infrastructure Through 2035: A secure Energy Future" Executive Summary, June 28 2011

ところ、今後の天然ガス市場に対して負の要因の影響よりも正の要因の影響の方が大きいのではないかと。さしあたって、天然ガス発電による電力需要の増大²や産業界での熱源や動力源としての活用が天然ガス市場の拡大に貢献すると見ている。

² 電力需要の増大が天然ガス市場の拡大に寄与する背景に、発電会社の石炭から天然ガスへの燃料切り替えが存在している。オバマ政権は11年12月に石油・石炭火力発電所から排出される大気汚染物質や水銀の量を9割削減する指針(MATS)を決定している。同指針は、発電規模が25メガワット以上の既存・新規の発電所に適用され、発電所は15年4月までに基準を満たす必要がある。いくつかの民間研究機関が2020年までに新設されるガス火力発電所による天然ガス需要の増加を試算し、年間1.6~3.5兆立方フィートに上るとしている。これらは年間消費量の7~16%に相当して無視できない水準である。

図表6 石油、石炭、天然ガス価格の見通し



(出所)米国EIA

このような天然ガスへの強い需要に対して、供給側には次第に制約がかかってくる。なぜなら、現在のシェールガス井の採掘は、比較的難易度の低いガス井を中心に進められていて早晩掘りつくされると考えられている。将来的には、現在よりも採掘の難易度の高い地域に移らざるをえず、採掘コストがじわじわと上昇していくと見られているからである。さらに、フローバックと呼ばれる使用済みの水圧破砕の液体の処理について、採掘済みの井戸への封入処分から再利用に舵を切った場合、そのための処理にかかる費用が高かつき、価格に反映されることになるだろう。

したがって、天然ガス価格は中長期的には上昇するとの見通しとなっている。実際、EIAの標準シナリオを見ても、天然ガス価格はじりじりと上昇し、2025年には4.87ドル、2040年には7.83ドルまで達するとしている(図表6)³。

このような事情を考慮すると、①新たに国内でシェールガス田やシェールオイル田が発見される、②採掘技術が高度化され、回収率が上昇する、③海外でシェールガスなどの開発が進展するなどの条件が満たされない限り、米国の天然ガス価格は2020年代後半以降には上昇に転じると見られる。

天然ガスの優越的な立場は総じて維持

ただし、仮に天然ガス価格が今後上昇したとしても、天然ガスから他のエネルギーへの再シフトが生ずるかどうかは断言できない。燃料シフトの発生は、代替燃料の価格や政府の環

³ 他にも、米国の天然ガス価格に影響を与えるものとして、LNGの輸出が挙げられる。現在、米国内には、いくつかのLNG輸出プロジェクトがある。ガス価格の低迷にあえぐ開発業者としてはガス価格が高いアジアや欧州へのLNG輸出に活路を見いだしている。ただ、LNG輸出には当局の許可が必要である。現在、当局は、開発業者が申請したLNG輸出プロジェクトの影響評価を行っている最中である。仮に当局が全てのプロジェクトに輸出許可を出すこととなれば、国内の天然ガス価格になんらかの影響が及ぶ恐れはある。

境規制の動向を考慮しなければならないからだ。代替燃料として、供給量の規模を考慮すると、再生可能エネルギーは依然としてその候補にならない。やはり従来の石油や石炭が代替候補として挙げられるだろう。

石油について言えば新興国を中心とした高成長の持続と OPEC の価格支配力を考慮すると、今後も天然ガス価格より安価になることは考えられない。一方、石炭についていえば、世界的な高成長を受けて石炭価格も上昇するものの、その豊富な埋蔵量から石油や天然ガスほど上昇するとは予想しにくい。そのため、将来においては高くなった天然ガスから比較的安価な石炭への揺り戻しが発生するかもしれない。

次に、政府規制については、今後、化石燃料に対する厳しい排出規制が加わる場合、クリーンエネルギーとしての天然ガスが引き続き選好される可能性がある。実際、12年8月に、2025年までの自動車に対する厳しい燃費規制が導入され、船舶燃料については2020年以降、さらなる厳しい硫黄分規制が打ち出される方針である。米国の天然ガス価格が上昇したとしても、環境へのやさしさという評価も同時に高まるのであれば、燃料としての天然ガスの優越的な立場は将来においても変わらず、他のエネルギーへの燃料の再シフトが発生しない可能性は十分考えられるだろう。

④北米以外でもシェールの開発は進むのか

世界には米国を上回るシェール資源国が存在

「シェール革命」はシェールガスやシェールオイルの増産により、エネルギー価格の低下がもたらされ、米国の産業構造が変化する革命的な出来事である。こういった一連の革命的な出来事が米国以外で発生する可能性はないのだろうか。

そのためには、シェールの開発が米国外で進行する必要がある。また、米国外でシェール開発の進行はエネルギー価格の世界的な低下につながり、再び米国に影響を及ぼすと見られている。

実は、シェールガスやシェールオイルは米国だけでなく、中国や東欧など世界各地で豊富な埋蔵量が確認されている。米国を含む世界42カ国におけるシェールガスとシェールオイルの技術的採掘埋蔵量については EIA が2013年6月に発表している。それによると、13年1月時点のシェールガスは7,299兆立方フィート、同シェールオイルは3,450億バレルに上る(図表7、8)。これらの数値は、天然ガスや原油の埋蔵量全体のそれぞれ32%、10%に相当し、年間消費量で除して算出した埋蔵年数も70年、10年程度の規模となる。米国のシェールガス、シェールオイルの埋蔵量と比較しても、それぞれ約11倍、約6倍に達する。

米国よりも埋蔵量の多い国も存在している。シェールガスで言えば、中国(1,115兆立方フィート)、アルジェリア(707兆立方フィート)、アルゼンチン(802兆立方フィート)が米国(665兆立方フィート)を上回っており、カナダ(573兆立方フィート)、メキシコ(545兆立方フィート)などが続く。シェールオイルでは、ロシア(758億バレル)が米国(581億バレル)を上回る。

今後の地質調査で埋蔵量が増える可能性はあるものの、世界には米国を上回るシェールの埋蔵国があることは確かである。

シェール開発における米国の強みとは

ただし、豊富な埋蔵量があるからといって米国以外でも「シェールガス革命」がすぐに発生すると早合点してはいけない。米国の「シェールガス革命」の発生には、採掘インフラの

図表7 シェールガスと従来天然ガスの埋蔵量の地域別分布

地域・国	技術的可採埋蔵量 (兆立方フィート)	従来ガス確認埋蔵量 (兆立方フィート)	地域・国	技術的可採埋蔵量 (兆立方フィート)	従来ガス確認埋蔵量 (兆立方フィート)
欧州	470	138	アジア	1,371	310
フランス	137	0	中国	1,115	124
ポーランド	148	3	インド	96	44
ルーマニア	51	4	パキスタン	105	24
北米	1,783	403	オーストラリア	437	43
米国	665	318	アフリカ他	1,393	294
メキシコ	545	17	南アフリカ	390	—
カナダ	567	68	リビア	122	55
南米	1,430	240	アルジェリア	707	159
アルゼンチン	802	12	旧ソ連	415	1,727
ブラジル	245	14	ロシア	287	1,688
チリ	48	3	合計	7,299	3,157

(注) 技術的可採埋蔵量は経済性を度外視して現在の採掘技術で採掘できる最大量を指す。
一方、確認埋蔵量は技術的可採埋蔵量から経済性を考慮して可採できる埋蔵量を指す。
ちなみに、世界全体の天然ガスの技術的可採埋蔵量は22,822兆立方フィート、確認埋蔵量は6,839兆立方フィートである。

なお、今後の採掘による地質情報の蓄積で埋蔵量に変化する可能性があることに注意が必要である。

(出所) 米EIA, "Technically Recoverable Shale oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States" June 2013

図表8 シェールオイルと従来オイルの埋蔵量の地域別分布

地域・国	技術的可採埋蔵量 (10億バレル)	従来原油確認埋蔵量 (10億バレル)	地域・国	技術的可採埋蔵量 (10億バレル)	従来原油確認埋蔵量 (10億バレル)
欧州	12.9	7.7	アジア	56.4	35.8
フランス	4.7	0.1	中国	32.2	25.6
ポーランド	3.3	0.2	インド	3.8	5.5
オランダ	2.9	0.2	パキスタン	9.1	0.2
北米	80.0	208.6	オーストラリア	17.5	1.4
米国	58.1	25.2	中東アフリカ	43.0	65.3
メキシコ	13.1	10.3	南アフリカ	0.0	0.0
カナダ	8.8	173.1	リビア	26.1	48.0
南米	59.7	316.1	アルジェリア	5.7	12.2
アルゼンチン	27.0	2.8	旧ソ連	77.2	80.4
ブラジル	5.3	13.2	ロシア	75.8	80.0
ベネズエラ	13.4	297.6	合計	345.0	718.4

(注) 技術的可採埋蔵量は経済性を度外視して現在の採掘技術で採掘できる最大量を指す。
一方、確認埋蔵量は技術的可採埋蔵量から経済性を考慮して可採できる埋蔵量を指す。
ちなみに、世界全体の原油の技術的可採埋蔵量は3.4兆バレル、確認埋蔵量は1.6兆バレルである。
なお、今後の採掘による地質情報の蓄積で埋蔵量に変化する可能性があることに注意が必要である。

(出所) 米EIA, "Technically Recoverable Shale oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States" June 2013

充実、開発インセンティブ、環境問題のハードルの低さという米国特有の状況も関係している。

米国の強み① 採掘インフラが充実

まず、天然ガス採掘のインフラである。米国は、採掘装置(リグ)や資機材も豊富であり、パイプラインも国内いたるところに敷設されている。米国に設置されている陸上のリグ数は2012年月間平均で1,956機と世界全体(3,545機)の過半を占めている。欧州やアジアのリグ数は全体のせいぜい数パーセントにすぎない。また米国内のパイプラインは

2009年時点で総延長250万キロを超え、採掘されたシェールガスはそのままパイプラインにつなげば国内のあらゆるところに輸送することができる。他の国では、リグ数も少なく、パイプラインもまだまだ不十分である。

また、米国にはハードのインフラだけでなくソフトのインフラも充実している。シュルンベルジェ、ハリバートン、ベーカーヒューズはシェールガスの採掘関連サービスを提供する代表的な企業である。ほかにも、掘削や水圧破砕のサービスを提供する企業もあれば、マイクロサイスミック（地震波の観測技術）を実施して地質情報の分析を手がける企業もある。また、フローバック水の処理を行う企業も多数存在する。このようなシェール開発の産業集積の厚みは他国にはない。

米国では、これまで採掘を続けてきた結果、国内の地域ごとに正確な埋蔵量などの地質情報が蓄積している。これらの情報のおかげで、企業が採掘する際、シェールガス回収の見当がつきやすく、実際の当たり外れも少なくなっている。他の国では、採掘のための技術も企業も不足しているだけでなく、採掘ポイントを決める地質情報も不足している。こういった問題を解決するための特効薬は存在せず、ある程度時間をかけてハード、ソフト両面でインフラを整える必要がある。

米国の強み ②土地所有者に地下資源が帰属

次に、米国では、地下資源は土地の所有者に帰属するとされている。このため、土地の所有者はシェールガスを開発するインセンティブを持つ。米国のシェールガス埋蔵地域には私有地が広がっているため、土地の所有者と開発企業の合意だけでシェールガスの採掘が進みやすい。具体的には、所有者がリース契約した開発企業にシェールガス開発を行わせてリース料を受け取り、その後回収されたシェールガスについてもその一部を得る権利を持っている。また、リース鉱区が細分化されているため、ベンチャー企業でも開発の担い手となることが可能なため、多数の企業が参入して開発が進むことになる。さらにリースの契約期間中に開発企業に一定数の掘削を行うことを義務付けているため、採掘スピードは速く、地質情報も比較的蓄積しやすい。

一方、欧州などは地下資源が国家に帰属しており、土地所有者はむしろ生活環境、安全、健康の観点を重視して政府の開発に賛成しない傾向にあり、なかなかシェールガスなどの資源開発が進むことはない。鉱区も大規模で大企業でないと開発できないため、採掘スピードが遅くなりがちで、地質情報もなかなか蓄積しない。

米国の強み ③現時点では高くない環境問題というハードル

そして現時点ではという条件付であるが、環境問題のハードルの低さである。確かに、前述したように、現在、環境規制が連邦レベルで審議策定される状況にあり、流動的な部分もあるが、このままいけば開発企業に受け入れられる適切な規制が決定される可能性が高い。つまり、シェールガス採掘に伴う環境汚染は企業内での管理と当局の規制と監督で防ぐことができると考えている。

だが、米国以外では、シェールガス採掘を全面的に禁止している国もある。欧州は人口密度が高く、環境リスクを重視する傾向にあり、フランスやブルガリアのようにシェールガス開発を全面的に禁止している国も存在する。チェコやドイツでは環境評価が終了するまで開発を凍結している。また、中国のように水不足が切迫していてこのままではシェールガスの採掘が困難な国もある。このような国でも実情に合った法規制が整備されればシ

シェールガスの採掘が認められる可能性はあるが、それには時間がかかるだろう。

米国以外での本格開発は 2020 年以降

米国以外でのシェールガス採掘を展望すると、以下 3 点にまとめられよう。①パイプライン網の整備や技術サービス企業や技術者の育成がこれからであり、採掘の基となる地質情報も不足している、②開発主体の企業や国家にインセンティブが乏しく、開発スピードが緩やかである。③環境問題の受け止められ方が米国に比べて厳しく、シェールガス開発を認める法規制を整備するのに時間がかかる。

確かに欧州や中国にはシェールガスが豊富に埋蔵されているが、上で述べた事情を考慮すると、シェールガスの採掘が今後 2～3 年で本格化することはないだろう。採掘インフラや関連法制が整備されるのに今後数年以上の年月が必要であり、本格的な開発は早くも 2020 年以降になるのではないだろうか。

(ご注意)

- ・当資料は信頼できるとされる情報に基づいて作成されていますが、東レ経営研究所はその正確性を保証するものではありません。内容は予告なしに変更することがありますので、予めご了承ください。
- ・当資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、何らかの行動を勧誘するものではありません。当資料に従って決断した行為に起因する利害得失はその行為者自身に帰するものといたします。