

# シェール・ガス革命，シェール・オイル革命が 日本経済と世界経済に与える影響

## The Great Impact of Shale Gas and Shale Oil Development Revolution on Japan and the World Economy

岩間 剛一  
Koichi Iwama

### 【Abstract】

The shale gas revolution caused in the United States is changing the world situation of natural resources. So far it has seemed to be impossible to produce shale gas and shale oil at the reasonable cost from the traditional view of petroleum engineering. However, the middle sized and challenging oil companies in the United State have succeeded in producing shale gas at the low cost by using conventional horizontal well and fracturing. The shale gas revolution has the great possibility of changing the world power balance and the rebirth of the economy of the United States and Japan including the petrochemical.

### 【キーワード】

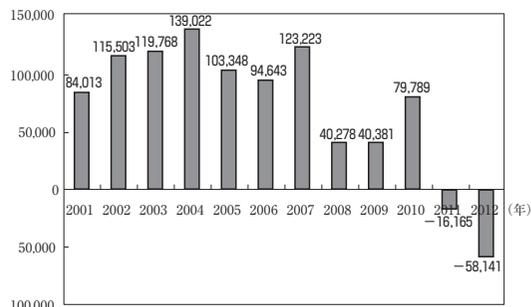
シェール（頁岩），水平掘削，水圧破砕，国際資源地図，石油化学

### 1. 日本の貿易赤字問題の根本的な要因には 常にエネルギー問題がある

筆者がエネルギーの研究を始めて，2013年でちょうど25年になる。まさに四半世紀に相当する。日本はエネルギー自給率が4%（原子力を除く）という稀に見る資源エネルギー小国であるにもかかわらず<sup>1)</sup>，恒常的に貿易収支は黒字であった。21世紀の現時点においても日本のモノづくりの国際競争力は依然として健在である。ところが，日本は2011年に31年ぶりの1兆6,165億円という貿易赤字に転落し，2012年の貿易赤字は5兆8,141億円と過去最大を記録した。2012年の經常収支も4兆8,237億円の黒字と1985年以降における最小の黒字額にとどまった（図表1）。

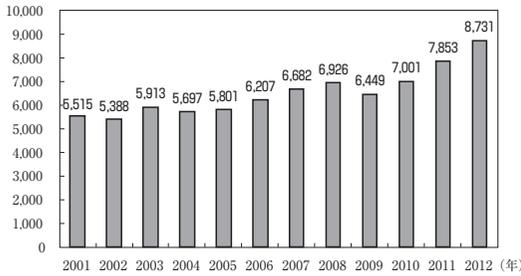
2013年の貿易赤字も史上最高の10兆円を超える見通しである。その1つの要因は，福島第一原子力発電所事故により，日本の原子力発電所は大飯原子力発電所の3号機と4号機しか稼働しておら

図表1 日本の貿易収支推移（単位：億円）



（出所）財務省国際収支統計。

図表2 日本のLNG輸入量(単位:万トン)



(出所) 財務省貿易統計。

ず<sup>2)</sup>、残りの52基は停止したままであるために、LNG(液化天然ガス)火力発電の増強を行い、LNG輸入量が増加したうえに、米国の天然ガス価格がシェール・ガス革命により2013年8月1日時点で再び下落し、百万Btu(ブリティッシュ熱量単位)当たり3.387ドルであるのに対して、日本の2013年2月時点におけるLNG購入価格が、スポット物で百万Btu当たり19.5ドルと、米国と比較して6倍も高値で購入しているからである。日本のLNG輸入量は、2012年に8,731万トンと過去最高に達し(図表2)、輸入金額が6兆円と膨張して、貿易赤字の大きな要因となっている。日本において貿易赤字が発生した31年前の1980年は第2次石油ショックによって原油価格が1バレル36ドルと、1973年の第1次石油ショック前と比較して12倍も高騰した時であり、日本の貿易赤字は常にエネルギー問題と密接に結びついている。

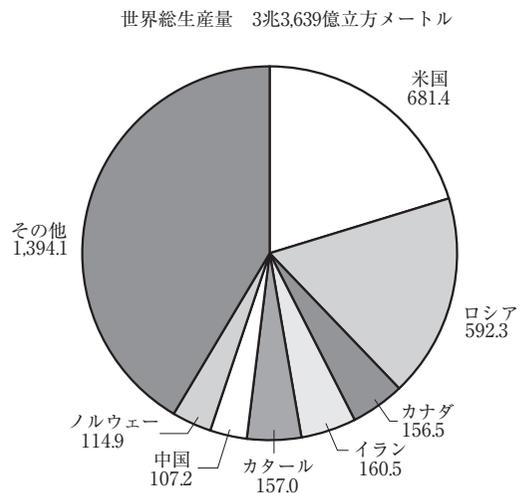
日本におけるLNGの輸入額は、東日本大震災以前の3兆円から6兆円に増加しており、3兆円に達する国富流出につながっている。しかし、利子・配当を合わせた貿易外収支が10兆円程度の黒字であることから、経常収支は黒字を維持している。そのため、日本国債を新規発行しても、日本国内の個人金融資産は2013年3月末時点において1,570兆円に達し<sup>3)</sup>、海外からファイナンスする必要がなく、海外の投機資金に金融市場が振り回されることがない。また、米国におけるシェール・ガス革命、シェール・オイル革命によって、米国にとって最大の輸入品目である石

油・天然ガスの輸入量が減少し、結果として米国の経常収支赤字が改善傾向にあり、それがドル高・円安をもたらし、輸出主導型の経済構造である日本の景気回復の要因となっている面もある。

## 2. 天然ガス生産、原油生産の増加に沸く米国経済

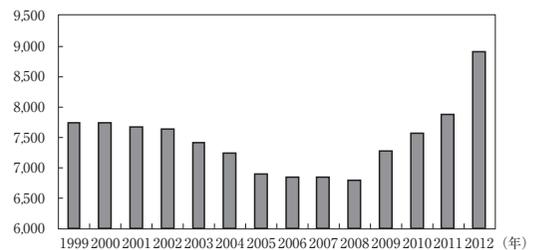
米国はシェール・ガス革命、シェール・オイル革命によって、国内の天然ガス生産量、原油生産量が急速に増加しており、IEA(国際エネルギー機関)の見通しによれば、天然ガス生産量は2015年にロシアを抜き、原油生産量は2017年にサウジアラビアを抜くと予測されている<sup>4)</sup>。実際

図表3 国別天然ガス生産量, 2012年(単位:10億立方メートル)



(出所) BP統計2013年6月。

図表4 米国の原油生産量(単位:千b/d)



(出所) BP統計2013年6月。

には、BP 統計では、2009 年に米国はロシアを抜いて、世界最大の天然ガス生産国となっている(図表 3)。加えて、米国国内においては、ノースダコタ州のバッケン・シェール・オイル油田、テキサス州のイーグルフォード・シェール・オイル油田における原油生産量が増加し、「米国国内における原油生産量は 1970 年をピークに減退の一途を辿り、原油価格は天文学的に高騰する」というオイル・ピーク論は、事実の前に完全に覆されている(図表 4)。

米国における豊富な天然ガス生産と原油生産は、資源エネルギー価格の低下を通じて、米国産業の再生と貿易赤字の改善をもたらし、さらに米国の消費者は、エネルギー・コストの低減という大きな恩恵を受ける状況となっている。米国においては、天然ガス生産量の 3 割以上をシェール・ガスが占めており、2013 年には天然ガスの自給をほぼ達成している。

### 3. 今後の自民党によるエネルギー政策

自民党は、民主党政権時代に策定されたエネルギー基本計画と革新的エネルギー・環境戦略を完全に見直すとしている。2012 年に民主党政権のもとで策定された革新的エネルギー・環境戦略は、2030 年代に原子力発電所稼働がゼロとなると明記されている(図表 5)。しかし、資源エネルギー小国日本にとって、原子力という重要な選択

肢を完全に廃止することは得策とはいえない。LNG の購入価格 1 つをとってみても、原子力発電所が稼働しているかどうかは重要である。日本では、2012 年夏に関西電力が大飯原子力発電所の 3 号機と 4 号機を稼働させることによって、LNG の購入価格は百万 Btu (ブリティッシュ熱量単位) 当たり 13.5 ドルまで低下した<sup>5)</sup>。逆に、2013 年 1 月に入り、日本、韓国をはじめとした北半球が厳冬に襲われ、韓国の原子力発電所がトラブルを起こしたために、韓国の LNG 輸入が増加し、2013 年 2 月時点の LNG 購入価格は百万 Btu 当たり 19 ドルを超え、カタールが提示する価格は百万 Btu 当たり 20 ドルと過去最高の水準に達している。その意味で、LNG を安価に購入する交渉材料として、日本および韓国における原子力発電所の稼働は必要である。

その点、自民党のエネルギー政策は、現実的である。原子力発電所の再稼働に関しては、安全性について順次判断し、3 年以内に結論を出すとして、原子力発電所の再稼働と原子力発電所の新增設に前向きである(図表 6)。

2014 年 1 月にも、原子力発電所の再稼働に前向きな自民党政権における新たなエネルギー基本計画が策定される見込みである。今後の日本のエネルギー政策を考えていくうえで、まず一次エネルギーにおける原子力発電の位置づけが決まらなないと、石油・天然ガスという重要な化石燃料の位置づけも決まらない。原子力発電が一定の基幹的なエネルギーとなって、初めて石油、天然ガス、

図表 5 民主党による革新的エネルギー・環境戦略

エネルギーの安定供給	火力発電に一定量依存 火力発電の環境評価を 3 年から 1 年に短縮
原子力発電に依存しない社会	2030 年代に原発稼働ゼロが可能となる政策 原子力規制委員会の安全確認を得たものだけ再稼働 原発の 40 年運転制限を厳守 原子力発電所の新設・増設はしない 核燃サイクルは続ける
地球温暖化対策	2020 年時点で温室効果ガス排出量は 1990 年比 5 ~ 9%削減

(出所) 各種新聞報道。

図表 6 自民党のエネルギー政策

原子力発電	原発の再稼働に関しては、順次判断し、3 年以内に結論を目指す
再生可能エネルギー	当面は、3 年間再生可能エネルギーの最大限の導入、省エネの推進
中長期エネルギー政策	遅くとも 10 年以内には、持続可能な電源構成のベスト・ミックス
資源開発	従来の化石燃料に加えて、メタン・ハイドレート、レアアースの開発
環境技術	世界有数の日本の環境技術により炭酸ガス排出削減

(出所) 自民党重点政策 2012。

LPガスという優れたエネルギーの価値が強まる。そうした意味で、エネルギー業界に対して現実的な政策を行える自民党政権の追い風に大きな期待を持つことができる。

#### 4. 米国におけるシェール・ガス革命、 シェール・オイル革命の拡大

筆者が、シェール・ガス革命の研究を始めて5年が経過する。現在、米国を震源地とするシェール・ガス革命、シェール・オイル革命が一段と拡大している。シェール・ガスとはシェール（頁岩：けつがん）と呼ばれる泥などが硬く固まった岩盤の中に含まれているメタン（ $\text{CH}_4$ ）であり、その存在は50年以上前から知られていたものの、生産コストが百万Btu当たり200ドルを超えると考えられ、エクソンモービルのような世界最優良のメジャー（国際石油資本）でさえ、経済的に無理であると開発を最初から放棄していた。しかし、チャサピークをはじめとした米国の中堅石油企業は、天然ガス価格が21世紀初頭に、百万Btu当たり10～15ドルと高値で推移していたことから、通常の油田・ガス田において用いられていた水平掘削（Horizontal Well）、水圧破碎（Fracturing）、マイクロ・センシング等の技術を精緻に組み合わせ、シェール・ガスの生産ノウハウの蓄積に努力した。その結果として、シェール・ガスの生産コストは劇的に低下し、2010年には百万Btu当たり4ドル、2013年時点において、平均的なシェール・ガスの生産コストは百万Btu当たり3～4ドル、一番好条件のスイート・スポットにおいては、百万Btu当たり1.5ドル程度と極めて生産コストの安いシェール・ガスの生産に成功している。こうした思いがけない米国テキサス州を中心としたシェール・ガス開発の成功は、米国の天然ガス生産量の増加につながっており、前述のように米国は2009年にロシアを抜いて世界最大の天然ガス生産国となり、米国国内のエネルギー需給の緩和を促し、米国国内の天然ガス価格は、ヘンリー・ハブ渡し（Henry Hub）が2012年4月には百万Btu当たり1.8ドル（石油換算1バレル

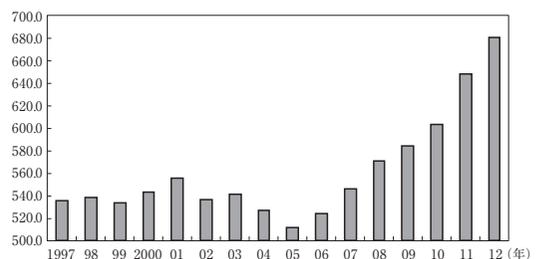
10.8ドル）と21世紀に入って最低を記録した。米国における天然ガス価格が、あまりに下落したことから、天然ガス火力発電の割合が増加し、米国における天然ガス消費量が増加している2013年6月時点においても、米国の天然ガス価格は百万Btu当たり3.5ドルと低値で推移している。米国の天然ガス価格の下落は、冷暖房に天然ガスを利用する米国家庭、産業用ボイラーの燃料価格低下を通じて、米国企業と消費者にエネルギー・コスト低下をもたらし、米国経済再生の牽引車として2012年11月に行われた米国大統領選挙においても、大きな政策論争のテーマとなった<sup>6)</sup>。

#### 5. 世界最大の天然ガス生産国となった米国

チャサピークをはじめとした米国の中堅石油企業によるシェール・ガス開発の動きが一段と進んでいる。もともとは、21世紀初頭に米国における天然ガス価格が百万Btu当たり15ドル程度の高値で推移していたことから、石油換算で1バレル90ドルと高値に相当することから、天然ガス生産によって利益を挙げられる可能性もあるという一種の試行錯誤の中で、シェール・ガス開発を始めた。ところが、メジャーのみならず、米国エネルギー省さえ予想できなかったほど、米国の天然ガス生産量が増加し、今では米国は世界最大の天然ガス生産国となっている（図表7）。

シェール・ガスについては、前述のとおり、もともと泥岩等が硬く固まった岩盤である頁岩（けつがん）の中に含まれる天然ガスの主成分である

図表7 米国の天然ガス生産量（単位：10億立方メートル）



（出所）BP統計2013年6月。

メタンであり、頁岩の水の浸透率が、通常のガス田の地層における天然ガスの貯留岩での水の浸透率と比較して1万分の1程度と極めて硬い岩盤構造であることから、井戸を掘削しても、天然ガスが自噴することはなく、経済性はないとエクソンモービルをはじめとしたメジャーも考えていた。しかし、チェサピークをはじめとした中堅石油企業は、第1に21世紀初頭に米国における天然ガス価格が高値で推移していたこと。第2にメジャーのような外交交渉力、巨額の資本を持っていないために、海外の巨大なLNGプロジェクト、メキシコ湾深海部油田のような大型プロジェクトを手掛けることができず、米国国内に豊富に存在する油田・ガス田の開発に地道に注力せざるを得なかったこと。等を要因として、21世紀初頭からシェール・ガス開発を本格的に開始し、その結果として米国国内の天然ガス生産量は、2005年を底として急速に増加している。米国国内の天然ガス生産量は1970年代をピークに減退の一途を辿るという悲観的な資源枯渇論は、天然ガス生産量の急速な増加という事実の前に完全に覆されている。

## 6. 資源量の膨大なシェール・ガスとシェール・オイル

米国におけるシェール・ガス革命が、広く日本において知られるようになったのは2010年以降のことであり、新聞等で新型ガスとして大きく扱われるようになったのは、2012年に入ってからである。その意味では、もともと国内に天然ガス資源がほとんどない日本人々にとって、シェール・ガス革命がもたらす大きな意味が理解できないかもしれない。世界最優良の石油企業であるエクソンモービルのティラーソン CEO（最高経営責任者）も、「私たちは、シェール・ガスの可能性を完全に見誤っていた。」と正直に発言している。それほど、米国国内のエネルギー情勢に大きな影響を与えている。シェール・ガスの革新的なことは、その資源量である。従来の天然ガスは背斜構造というラクダのこぶのような地質構造に存

図表 8 非在来型天然ガスの資源量  
(単位:兆立方フィート)

	コール・ベッド・メタン	シェール・ガス	タイト・サンド・ガス	小計
北米	3,017	3,840	1,371	8,228
中南米	39	2,116	1,293	3,448
西欧	157	509	353	1,019
東欧	118	39	78	235
ロシア	3,957	627	901	5,485
中東	0	2,547	823	3,370
アフリカ	39	274	784	1,097
中国	1,215	3,526	353	5,094
その他	509	2,625	1,450	4,584
世界合計	9,051	16,103	7,406	32,560

(出所) 米国地質調査所 (USGS) 統計。

在する炭化水素であると考えられていた。その意味では、限定された地層である。ところが、シェール・ガスは頁岩という岩盤構造 (Formation) に含まれており、石油・天然ガス生成の根源岩に存在する構造であることから、在来型天然ガス資源と比較して資源量が桁外れに大きい (図表 8)。

シェール・ガスは、在来型天然ガスの埋蔵量と比べて5~6倍もの資源量を持っている。しかも、在来型の石油・天然ガスのように、中東諸国をはじめとした一部の国に集中しておらず、世界中にあまねく、大量に存在している。2013年6月には米国エネルギー省エネルギー情報局 (EIA) が、地質構造がある程度把握できる限定された41カ国を対象に、最新のシェール・ガス、シェール・オイルの資源量を発表している (図表 9) (図表 10)<sup>7)</sup>。

図表9 世界のシェール・ガス資源量，2013年（単位：兆立方フィート）

国名	技術的回収可能資源量
中国	1,115
アルゼンチン	802
アルジェリア	707
米国	665
カナダ	573
メキシコ	545
豪州	437
南アフリカ	390
ロシア	285
ブラジル	245
世界合計	7,299

（出所）米国エネルギー情報局統計。

図表10 世界のシェール・オイル資源量，2013年（単位：億バレル）

国名	技術的回収可能資源量
ロシア	750
米国	580
中国	320
アルゼンチン	270
リビア	260
豪州	180
ベネズエラ	130
メキシコ	130
パキスタン	90
カナダ	90
世界合計	3,450

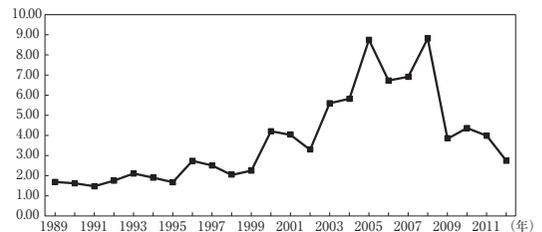
（出所）米国エネルギー情報局統計。

## 7. 天然ガス価格の下落はシェール・オイル開発へと拡大

中国、米国をはじめとしたエネルギー消費大国に大量のシェール・ガスの存在が推定されており、米国エネルギー省では、「今後250～400年にわたって米国は天然ガスを安心して利用できる」という資源楽観論が台頭してきている。それとともに、米国における天然ガス価格は下落の一途を辿り（図表11）、現状の天然ガス価格では、メジャーは、米国国内における天然ガス販売で、十分な利益を上げられない状況にある。

なぜならば、シェール・ガスのもっとも好条件のスイート・スポットにおける生産コストは、百万Btu当たり1.5ドルであるものの、メジャーは生産コストの高い米国メキシコ湾深海部油田<sup>8)</sup>から生産される天然ガスも販売しており、天然ガス価格が百万Btu当たり4ドル以上でなければ、利益を上げられない。米国においては、天然ガス価格があまりに下落したために、2013年4月1日には中堅石油企業であるGMXリソースが経営破綻した。こうした天然ガス価格の下落という状況において、天然ガス価格は百万Btu当たり3ドル（石油換算1バレル18ドル）に対し、原油価格は北海ブレント原油価格が2013年8月上旬

図表11 米国の天然ガス価格推移（単位：ドル／百万Btu，ヘンリー・ハブ渡し）



（出所）BP統計2013年6月。

時点において1バレル108ドル、WTI原油価格が1バレル107ドルと10倍もの格差があることから、割安なシェール・ガスから割高なシェール・オイル狙いに、米国の石油企業による石油・天然ガス開発の重点が変わってきている。2013年においては、米国国内において掘削されているリグの8～9割はシェール・オイル狙いとなっている。

## 8. 米国におけるシェール・ガス革命は玉突き的に日本にも大きな影響

シェール・オイル開発も、基本的にはシェール・ガス開発と同じように水平掘削（Horizontal Well）、水圧破砕（Fracturing）<sup>9)</sup>等の技術が活用

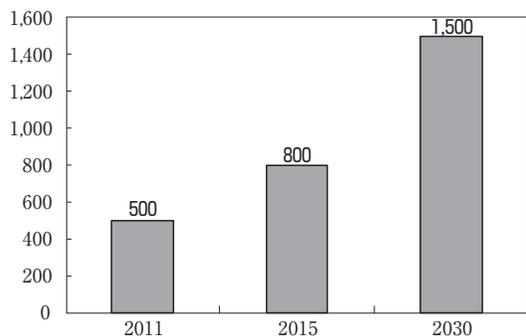
され、シェール・ガス開発で蓄積されたノウハウが応用されている。掘削された頁岩の中に含まれている成分が気体であればシェール・ガス、液体であればシェール・オイルということとなる。もちろん、シェール・オイル狙いの掘削であっても、石油だけが採取できるわけではなく、随伴して、シェール・ガス、プロパン、ブタン等の気体も生産されることから、米国における天然ガス生産量は、結果として減少しない。米国におけるシェール・ガス、シェール・オイルの生産増加に伴って、米国におけるシェール・ガスを起源とするLPガスの生産も増加している（図表12）。

シェール・オイルが持つ、シェール・ガスに対する優位性は、第1に常温・常圧で液体であるために輸送、貯蔵、取り扱いが簡単であること。第2に液体であることから、輸送が簡単であるために、世界中どこでも価格の高い地域にタンカーで運んで、より大きな利益を上げることができる国際商品であること。そのため、シェール・オイルの生産増加は、シェール・ガスの生産増加よりも国際価格に与える影響が大きいこと。第3にシェール・オイルは、在来型の原油よりもガソリンをはじめとした軽い石油製品の得率が高い、軽質原油あるいはコンデンセート（粗製ガソリン）であるために、在来型の原油よりも割高な価格で販売することが可能であること。等が挙げられる。そのため、米国における原油生産量は急速に増加しており、2011年と2012年に世界で一番原油生

産量を増加させた産油国は米国である。もちろん、シェール・オイル狙いの開発を行っても、軽質原油に随伴して天然ガスとプロパン等のLPガスが生産されるため、米国の天然ガス生産量の増加は止まらず、米国の天然ガス価格は安値で推移し、米国の指標プロパン・ガス価格（メキシコ湾沿いのモントベルビュー渡し）も1トン当たり400ドル程度と安価な水準で推移し、米国におけるエネルギー需給緩和が急速に進んでいる。プロパン、ブタンというLPガスの価格は、これまでサウジアラビアの国営石油企業であるサウジアラムコがCP（コントラクト・プライス）というかたちで、LPガスのアジア市場における需給関係を反映せず一方向的に通告してきた。この価格を日本の石油精製・元売企業はこれまで受け入れてきたが、今後は米国のメキシコ湾のモント・ベルビュー渡しのLPガス価格が、サウジアラビア、カタールをはじめとしたLPガス輸出国の価格形成に大きな影響を与える可能性がある。日本においても、アストモスエネルギー、ENEOSグループをはじめとしたLPガス元売企業は、米国のエンタープライズ社と、安価なシェール・ガス起源のLPガスの購入契約を締結している（図表13）。

米国における天然ガス価格の下落は、米国の発電の5割を占める石炭火力発電から天然ガス火力発電への転換をもたらし、米国のアパラチア産石炭価格も下落した。米国に輸出されていたコロンビア産石炭も行き場を失い、アジア大洋州に流れ

図表12 米国におけるLPガス生産量見通し  
(単位：万トン)



(出所) 米国エネルギー情報局統計。

図表13 日本企業による米国のLPガス購入契約

企業名	概要	相手企業
アストモスエネルギー	2015年から現状の3倍の年間53万トンを入力	エンター・プライズ・プロダクト
ENEOSグループ	2014年から年間20万トンを入力	エンター・プライズ・プロダクト
岩谷産業	2014年から年間8万8,000トンを入力	エンター・プライズ・プロダクト
東燃ゼネラル	2010年代半ばから合計60万トンを入力	エンター・プライズ・プロダクト
伊藤忠商事	2014年末から年間100万トン輸入	欧州ヴィートル・グループと共同事業

(出所) 各種新聞報道。

込んで、豪州ニューカッスル港渡し的一般炭価格が、ピーク時の1トン当たり180ドルから2013年秋には1トン当たり80ドルまで暴落するというように、米国外のアジア大洋州地域への影響も顕在化している。日本の石炭火力発電用の一般炭購入価格も、2011年の1トン当たり130ドルから、2013年には東北電力と豪州のエクストラタとの交渉において、1トン当たり95ドルに下落しており、日本の電力企業も米国のシェール・ガス革命の恩恵を間接的とはいえ受けているといえよう<sup>10)</sup>。米国における天然ガス価格の下落は、天然ガス火力発電のコスト競争力の強化をもたらし、米国における天然ガス火力発電の比率が急速に増加し、2012年には石炭火力発電と並ぶ水準となっている(図表14)。

米国の原油生産量は2008年を底に急速に増加しており、米国は1970年に原油生産量がピークを迎え、以後は米国の原油生産量は減退の一途を辿って、原油価格は天文学的に高騰するという、2008年に米国の名門投資銀行によって喧伝されたオイル・ピーク論<sup>11)</sup>は、原油生産量の増加という事実の前に完全に覆されている。ただ、シェール・ガス価格と比較してシェール・オイル価格が熱量換算で見た場合に割高であるといっても、シェール・オイル開発を進めていくと、随伴してシェール・ガスの生産が進み、結果として米国のシェール・ガス生産量が増加するため、米国の天然ガス価格は低位で推移することになる。ノースダコタ州のバッケン・シェール油田の開発

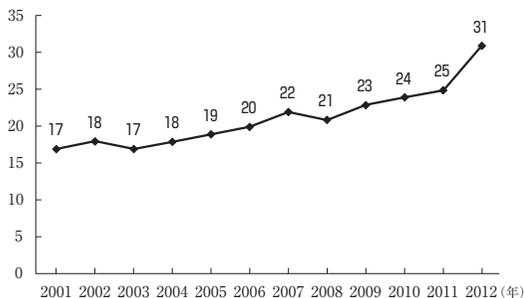
においても、生産される石油・天然ガス成分のうち35%程度は気体分であるシェール・ガスが占めている。もちろん、シェール・オイル油田ごとに、液体分と気体分の構成比率は異なるものの、シェール・オイルの生産を行うと、かならずシェール・ガスも随伴するため、割高なシェール・オイルを狙った開発を行うと、結果としてシェール・ガスの生産も増加し、米国のエネルギー需給緩和に伴って、天然ガス価格が安価で推移するという状況が米国において続いている。

## 9. 2020年には国際資源地図を塗り替えるシェール・ガス革命

こうした米国を震源地とするシェール・ガス革命は、欧州諸国、中国にも拡大している。欧州のポーランドではシェール・ガスの開発が進み、中国の四川省でもシェール・ガスの試掘が始まっている。IEA(国際エネルギー機関)は、2011年6月と2012年6月に天然ガス黄金時代(The Golden Age of Natural Gas)というレポートを発表しており、世界的なシェール・ガスの開発により、世界の天然ガス生産量は2010年の3兆2,760億立方メートルから2020年には3兆9,820億立方メートル、2035年には5兆1,120億立方メートルにまで拡大すると予測している(図表15)。

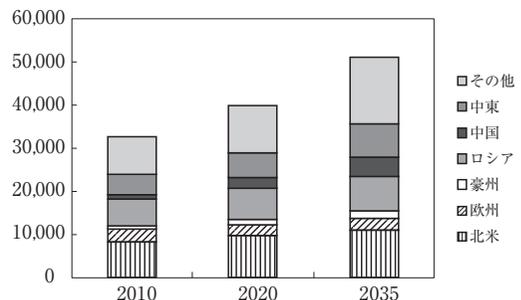
米国のみならず、欧州諸国、中国における

図表14 米国における天然ガス火力発電比率(%)



(出所) 米国エネルギー情報局統計。

図表15 世界の天然ガス生産量見通し(単位:億立方メートル)



(出所) IEA(国際エネルギー機関)世界エネルギー見通し2012年。

シェール・ガスの生産増は、天然ガス価格の低位安定をもたらすとともに、在来型の天然ガスが特定の国に集中していることに起因する地政学リスクを低減する効果をもたらす。天然ガスは、単位熱量当たりの炭酸ガス排出量が石炭の半分程度であり、環境の世紀と呼ばれる 21 世紀における有力なエネルギーである。特に、福島第一原子力発電所事故以降の原子力発電所推進政策の見直しにおいて、もっとも現実的なエネルギーは天然ガスである。しかし、在来型天然ガスは、将来の生産ポテンシャルを示す埋蔵量の半分がロシア、イラン、カタールの 3 カ国に集中している (図表 16)。

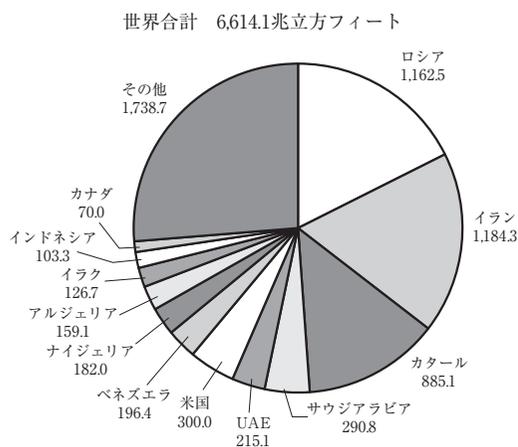
それに対して、シェール・ガスは、世界の多くの国に存在し、今後のシェール・ガス開発の進展に伴って、天然ガス価格が世界的に低下する可能性が極めて大きい。現状では、天然ガスは常温・常圧において気体であるために、北米市場と欧州市場とアジア大洋州市場が物理的に分断されており、百万 Btu 当たりの価格は、北米市場が 3 ドル、欧州市場が 10 ドル、アジア大洋州市場は 19 ドルと大きな価格差が発生している。しかし、2015 年にパナマ運河の拡張工事が完成し、14 万 5,000 立方メートルという標準的な LNG 船が通航できるようになると、米国メキシコ湾から LNG (液化天然ガス) の輸出が可能となり、2020 年以

降には世界の LNG 価格が一つに収斂する可能性が大きい。米国においては、2013 年に天然ガスの自給率 100% がほぼ達成できる状況にあり、天然ガス価格は、当面は百万 Btu 当たり 3~4 ドルの安値で推移すると考えられる。それに対して、国内にわずかな天然ガス資源しかもたず、海外からの幹線パイプラインによる生ガス輸入という交渉材料も持っていない日本の場合には、今後 2~3 年程度は、百万 Btu 当たり 16~20 ドル程度という原油価格リンク<sup>12)</sup> で LNG を購入せざるを得ないと考えられる。しかし、今後の世界的なシェール・ガスの開発進展、LNG の国際貿易の拡大と LNG 輸出国に米国、カナダが登場するインパクトを考慮に入れると、日本も安価な LNG を調達することが可能であり、電力不足に直面する日本経済の持続的な発展にとって好ましい影響をもたらすことが予想される。日本は、もともと原油価格が低迷している 1990 年代には LNG を百万 Btu 当たり 3.2 ドル (CIF 価格) と安価に購入していた。また、東日本大震災前の原油価格高騰時にも百万 Btu 当たり 9 ドル程度に過ぎなかった (図表 17)。

また、安価な米国、カナダの天然ガスを LNG として輸出する計画も進んでおり、米国では合計すると 2013 年夏時点において年間 2 億 8,000 万トンを超える LNG 輸出計画が構想されている (図表 18)。

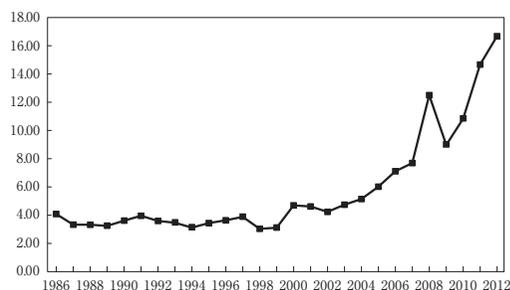
さらに、カナダにおいても、最大の天然ガス輸出先である米国への天然ガス輸出量が減少していることから、シェール・ガスを原料とした LNG

図表 16 国別天然ガス埋蔵量 2012 年末  
(単位: 兆立方フィート)



(出所) BP統計 2013 年 6 月。

図表 17 日本の LNG 輸入価格 (単位: ドル/百万 Btu)



(出所) BP統計 2013 年 6 月。

図表 18 北米における LNG 輸出計画

地域	プロジェクト名	事業主体	液化能力 (単位:百万トン)
アラスカ	ケナイ LNG	コノコフィリップス, マラソン	20.0
カナダ	キティマット LNG	三菱商事, シェブロン	10.0
カナダ	ダグラス・アイランド LNG	BCLNG 輸出事業体	1.9
カナダ	プリンス・ルパート LNG	シェル・カナダ	7.5
テキサス	サビーンパス LNG	ジュニエール・エナジー	19.5
テキサス	フリーポート LNG	フリーポート, 豪州マッコーリー	13.5
テキサス	コルパス・クリスティー LNG	ジュニエール・エナジー	13.5
ジョージア	エルバ・アイランド LNG	シェル	2.5
カリフォルニア	レイク・チャールズ LNG	サザン・ユニオン, BG	15.0
カリフォルニア	キャメロン LNG	センブラ・エナジー	12.8

(出所) 各種新聞報道。

輸出計画が進められている (図表 19)。

米国からの LNG 輸出が本格化すると、米国の 6 倍近くもの高値で推移する日本の LNG 購入価格も低下する可能性が強い。2013 年 5 月 17 日には、日本の大阪ガス、中部電力が参画するフリーポート LNG の輸出許可<sup>13)</sup> が、米国エネルギー省によって出された。さらに、2013 年 9 月 11 日には住友商事、東京ガスが参画するコーブ・ポイント LNG の輸出許可が出されている。日本は、2017 年以降に米国のヘンリー・ハブ渡しに連動した LNG を輸入することが可能である (図表 20)。

米国のヘンリー・ハブ渡しを指標とした LNG の場合には、(米国天然ガス価格 = 3 ドル) + (液化コスト = 2.5 ドル) + (輸送費 = 3 ドル) = 8.5 ドルで LNG を購入することが可能となり、現状の LNG 購入価格よりも、百万 Btu 当たり 10 ドルも安価である。また、2013 年の米国における原油生産量のうち 100 万～120 万 b/d はシェール・オイルが占めており、世界最大の原油輸入国

図表 19 カナダにおける LNG 輸出計画

LNG プロジェクト名	参画企業	事業概要
キティマット LNG	アパッチ 50%, シェブロン 50%	投資額 45 億 C \$, 2016 年から年間 500 万トン
LNG カナダ	シェル 40%, 三菱商事 20%等	投資額 120 億 C \$, 2010 年代末年間 1,200 万トン
パシフィック LNG	ベトロナス 90%, 石油資源開発 10%	投資額 100 億 C \$, 2018 年から年間 1,200 万トン
BG 関連 LNG	ブリティッシュ・ガス	プリンス・ルパートから年間 1,300 万トン
インベックス関連 LNG	ネクセン, 国際石油開発帝石, 日揮	未定
出光興産関連 LNG	アルタ・ガス, 出光興産	未定

(出所) 各種新聞報道。

である米国における原油生産の増加に伴う原油輸入量の減少は、玉突き的にアジア大洋州地域における原油需給を緩和させる効果を持つ。日本の電力企業をはじめとした公益事業も米国の天然ガス価格を指標とした割安な LNG 購入計画を進めている (図表 21)。

2013 年後半にかけて、米国エネルギー省は、次々と LNG の輸出許可を進めていくことが見込まれ、米国におけるシェール・ガス、シェール・オイルの生産増加に伴うエネルギー需給の緩和、エネルギー価格の低下は、国際石油市場における中東のステータスの低下、米国経済の復活というグローバル・パワー・バランスの変化をもたらす。さらに、米国においては、安価なシェール・ガスを原料としたエチレン・プラントの建設が相次いで発表されている (図表 22)。

安価なシェール・ガスを原料としたエチレン・プラントの生産コストは、日本の石油化学企業が原料とするナフサ (粗製ガソリン) と比較して 10 分の 1～20 分の 1 程度である<sup>14)</sup>。日本の石油化学企業も汎用品の分野においては、米国の製造業の復権に脅威を感じており、日本の石油化学企業各社は、相次いで日本国内のエチレン・プラントの能力削減を打ち出している (図表 23)。

21 世紀に入り、名門投資銀行を中心として資

図表 20 フリーポート LNG の事業概要

プロジェクト名称	フリーポート LNG プロジェクト
液化設備能力	年間 440 万トン 3 トレイン
LNG 事業主体	フリーポート LNG20%, ザクリー 55%, 大阪ガス 15%等
LNG 液化権益	大阪ガス年間 220 万トン, 中部電力年間 220 万トン
稼働開始	2017 年
場所	テキサス州ヒューストン

(出所) 各種新聞報道。

図表 21 米国ヘンリー・ハブ連動 LNG 輸入計画

日本企業	相手企業	LNG 輸 入 量	輸入開始
大阪ガス, 中部電力	フリーポート	年間 220 万トン×2	2017 年
東京ガス, 住友商事	ドミニオン	年間 230 万トン	2017 年
三菱商事, 三井物産	センブラ・エナジー	年間 400 万トン×2	2016 年
東京電力	三井物産等	年間 200 万トン	2017 年
関西電力	BP	年間 50 万トン	2017 年

(出所) 各種新聞報道。

図表 22 米国におけるエチレン・プラント建設計画

企業名	エチレン年間生産能力	場所	稼働年
ダウ・ケミカル	150 万トン	テキサス州	2017 年
エクソンモービル	150 万トン	テキサス州	2016 年
シェvron	150 万トン	テキサス州	2017 年
Formosa (台湾)	80 万トン	テキサス州	2010年代
信越化学	100 万トン	未定 (塩化ビニール)	未定
ロイヤル・ダッチ・シェル	150 万トン	ペンシルバニア州	2017 年

(出所) 各種新聞報道。

図表 23 日本におけるエチレン・プラント能力削減計画

企業名	概要
三菱化学	2014 年に鹿島コンビナートのエチレン設備 1 基停止, 3 割削減
住友化学	2015 年に千葉工場のエチレン設備停止 38 万トン
三井化学	京葉エチレン (69 万トン) から出資引き上げ

(出所) 各種新聞報道。

源枯渴論が喧伝され, 2008 年 7 月 11 日には WTI 原油価格は 1 バレル当たり 147.27 ドルと史上最高値を記録している。そうした状況にあって, 米国におけるシェール・ガス, シェール・オイルの革命的な出現は, 21 世紀最大のエネルギー・ショックといえる。世界の資源地図を大きく塗り替えるのみならず, 世界の産業構造, 日本と米国の景気動向を大きく変革する可能性を持っている。ほんの 1 年前には想像できなかったことであるが, 人件費が割高である米国における, 安価なシェール・ガスを原料とした石油化学産業, 鉄鋼業をはじめとした製造業の復活, 日本においては, 割高なエネルギー購入を余儀なくされてきた LNG, LP ガスをはじめとしたエネルギー輸入コストの削減という, 新たなエネルギーの新世紀に突入しているのである。

【注】

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁エネルギー白書 2013 年。
- 2) 関西電力大飯原子力発電所も 2013 年秋に稼働を停止し, 2014 年 1 月時点における日本の原子力発電所の稼働はゼロである。
- 3) 日本銀行資金循環統計 2013 年 6 月 19 日。
- 4) IEA (国際エネルギー機関) 世界エネルギー見通し 2013 年 11 月 12 日によれば, 2015 年に米国はサウジアラビアを抜いて世界最大の原油生産国となると予測されている。
- 5) 2012 年夏には豪州のブルート LNG プロジェクトが稼働を開始し, スポット (随時取引) ベースの LNG 余剰感がもたらされたことも LNG 輸入価格低下の要因となった。
- 6) オバマ政権は, 発足当時のグリーン・ニューディール政策による太陽電池メーカーの相次ぐ経営破綻により, 2014 年時点ではシェール・ガスの積極的な利用に軸足を変えている。
- 7) 非在来型石油であるシェール・オイルの資源量がエネルギー専門機関によって推定されたのは, 2013 年 6 月が歴史上初めてである。
- 8) 米国メキシコ湾の深海部油田の水深は, 2013 年時点では 3,000 メートルを超えるものも多く, 人間が潜水して作業す

- ることができず、ロボットによる掘削作業を行うことから、生産コストは1バレル当たり60ドルを超える。
- 9) 水圧破碎は、環境保護団体から、飲料水汚染、地震発生のリスクが主張されているものの、技術的には50年の歴史を持つ油田掘削技術の一つである。
- 10) 発電用の一般炭価格は、原油のように国際市場が存在せず、生産者と需要家との間における相対交渉によって決定される。
- 11) ロイヤル・ダッチ・シェルの地質学者キング・ハバートが1956年の唱えた学説であり、1970年をピークに米国国内の原油生産量は減退の一途を辿るという理論であり、実際に米国の原油生産量はシェール・オイル革命までは、減退を続けた。
- 12) LNGは、もともと石油火力発電に代替する電源として利用が始まったことから、LNG価格を原油価格と連動させるという価格フォーミュラである。
- 13) 米国においては、石油と天然ガスは戦略物資として、輸出には米国エネルギー省による許可が必要とされている。
- 14) シェール・ガスの成分の一つであるエタンを原料とした石油化学においては、基礎化学品であるエチレンは生産できるものの、化学式の構造から、プロピレン、芳香族のベンゼンの生産が難しい。そのため、エンジニアリング・プラスチックの生産では、ナフサ（粗製ガソリン）を原料とした日本の石油化学企業に優位性がある。

(2014年1月14日 受稿)  
(2014年1月22日 受理)