



「シェール革命」のインパクト —「ガスの時代」の到来—

筑波総研株式会社 主席研究員 熊坂敏彦

はじめに

アメリカの「シェール革命」(「シェールガス革命」)が注目されている。というのも、それは、アメリカの国内エネルギー需給構造を変え、アメリカの貿易赤字と財政赤字の「双子の赤字」を改善し、アメリカの「製造業の復活」を促し、「アメリカ経済再生」に貢献する可能性を持っているからである。さらに、「シェール革命」は、アメリカ国内にとどまらず、世界的なエネルギー貿易や需給構造を変化させ、世界の勢力構図や地政学上の変化にも係わっていきそうだ。

ひるがえって、わが国においては、現在、中長期的なエネルギー・経済問題として、原子力発電の停止に伴う化石燃料(LNG)シフトと輸入燃料費の増大に伴う貿易収支の赤字化、電力コスト上昇による電力多消費型産業の競争力低下、国際公約としての地球温暖化防止=二酸化炭素排出削減への対応等を抱えている。そうした諸課題に対して、アメリカの「シェール革命」は「救世主」の一つとなるであろうか。最近の「シェール革命」に関する情報を整理してみたい。

1. なぜ「革命」なのか

「シェール革命」が「革命」と呼ばれるゆえんは次のようである。

第1は、減少していたアメリカの天然ガス・原油の埋蔵量が増加に転じ、生産量が増え始めたことだ。ガス・石油掘削技術の革新によって、従来採掘が困難であった地下深部の頁岩(けつがん、シェール)層に閉じ込められていた「非在来型」の天然ガス・原油の商業生産が始まった。このシェールガス・原油の商業生産が始まった。このシェールガス・オイルは、地下数百~数千メートルの頁岩層に存在することは1970年代頃から知られていたが、商業化できなかった。1990年代の採掘技術の革新が、2000年代の石油高価格時代に実を結び、2006年頃から

本格生産に至った。技術革新とは、①「水平坑井(水平掘り)」(地中深くまで垂直に掘り、頁岩層に達したところでシームレスパイプをL字型に曲げ、水平に掘り進む技術)、②「水圧粉砕(フラッキング)」(頁岩層に500~1000気圧の高圧の水を注入し、岩石に割れ目を作ってメタン分子を取り出す技術)、③「マイクロサイズミック」(人工的な割れ目を形成するとき発生する地震波や振動を地中で計測、コンピューターで解析し、産出量等を予測する技術)の3つである。

第2は、アメリカの経済・産業・財政の「再生」に大きく貢献しそうなことである。アメリカの天然ガス・石油の生産量が増加し、海外からの石油・LNGの輸入が減ってエネルギー自給率が向上したことで、「貿易赤字」が改善される。また、国内の天然ガス価格が低下したことで、石油化学工業をはじめとする製造業が復活し、さらに、「シェール革命」関連の産業を中心に設備投資や雇用が発生しそうである。現在、シェールガス生産の現場は、さながら1849年のカリフォルニアの「ゴールドラッシュ」のようだという人もいる。

第3は、アメリカのシェールガス増産を契機に、本格的な「ガスの時代」が到来しそうなことである。周知のように、人類のエネルギー利用の歴史は、薪炭から石炭、石油と変遷し、その後、「ガスの時代」に移ると言われて久しい。19世紀は「石炭の時代」で、石炭を利用した蒸気機関と石炭化学の時代であった。20世紀になると、「石油の時代」となり、「流体エネルギー革命」が起きて、内燃機関と石油化学の時代となった。そして、21世紀の今、「シェール革命」を契機に「気体エネルギー革命」が起こり、「ガスの時代」が到来しそうである。この時代は、タービンエンジン、C1化学、

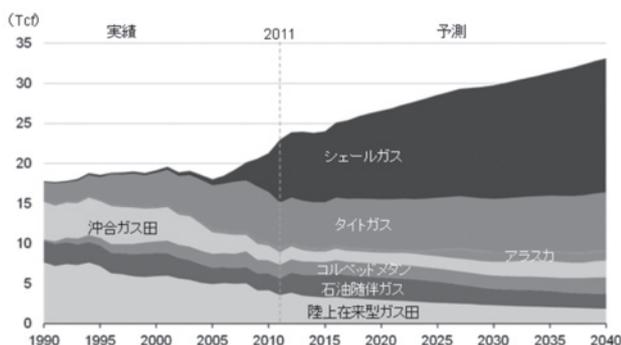
鉄鋼の直接還元法等の技術革新も伴っている。ガスは、①地球温暖化防止のために二酸化炭素排出量削減と②原発事故を契機に見直しが相次いでいる原子力発電の代替エネルギーとして、満を持して登場することになった。そもそも、天然ガス(メタンガス)は、水素に対する炭素の比率が薪炭、石炭、石油に比べて低く、燃焼しても二酸化炭素の排出量が少ない「クリーン」で「環境にやさしい」エネルギーである。さらに、次世紀の「水素文明」へのつなぎ役のエネルギーとも見られている。

2. アメリカのシェールガス・オイルのポテンシャル

アメリカエネルギー省のレポート(2013年6月)によれば、アメリカにおいて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」は、天然ガスで従来の391兆m³から579兆m³へ1.5倍、原油については2.8兆バーレルから3.1兆バーレルへ1.1倍増加した。また、生産量は、「シェール革命」により、天然ガスは2008年から、原油は2009年から増加に転じている。

シェールガス生産の推移は、2005年時点ではゼロだったのが、2006年に急増し、天然ガスに占めるシェアは、2007年8%、2009年16%、2011年30%と年々高まっている。2012年のアメリカの天然ガス生産は65.9Bcf/d^{*1}と過去最高になったが、その内、シェールガスは約4割を占めるに至った^{*2}。エネルギー省の見通しでは、2040年に向けてガスの増産の大半はシェールガスが賄い、約半分のシェアを占める見込みであり、今後30年間で50%の増産を見込んでいる(図1)。

図1 アメリカの天然ガス供給見通し



(出所) 米国エネルギー省「Annual Energy Outlook」

国際エネルギー機関(IEA)は、こうしたシェールガス・オイルの増産を通じて、アメリカは2020年に世界最大の産油国・天然ガスの純輸出国となり、さらに、2035年にはエネルギーの完全自給化を達成するものと予想している。

3. なぜアメリカで開発が進んだのか

アメリカエネルギー省の資料によれば、シェールガスの国別可採埋蔵量(2013年)は、1位中国(1,115兆cf)、2位アルゼンチン(802兆cf)、3位アルジェリア(707兆cf)、4位アメリカ(665兆cf)、5位カナダ(573兆cf)の順である。この内、開発が最も進んでいるのはアメリカであり、次いでカナダである。

それでは、なぜ、アメリカでもっとも開発・生産が進んでいるのだろうか。

アメリカでは広大な範囲の土地にシェールガスが賦存している。ロッキー山脈以東の地域に約30地域もあると見られ、その中でも特にシェールガス生産の多い地域は、バッケン(ノースダコタ州、サウスダコタ州、モンタナ州)、イーグルフォード(テキサス州)、パーミアン(ニューメキシコ州、テキサス州)等である。そうした地域で、他の国々に比べてシェールガス開発が進んだ理由として、以下の諸点があげられる。①豊富な水資源、②環境問題の少なさ、③パイプライン網等の流通インフラの整備、④開発しやすい権利関係と法制度(地主の権利が大深度地下まで及ぶ)、⑤国内の巨大な市場、⑥南部を中心にした開発技術と人材の集積、⑦リスクマネーの集まる仕組み(カントリーリスクの低さ、投資金融技術)、⑧ベンチャー企業(独立系の資源開発会社)の存在^{*3}、⑨石油メジャーの存在(生産段階の投資)等である。こうした条件を全て満たせる国は、現状では、アメリカにおいて他にはないようだ。

4. 「シェール革命」のインパクト

アメリカ発の「シェール革命」の影響がすでにくつか現れている。それは、多岐に及んでいる。その内のいくつかを拾い上げてみよう。

第1は、「シェール革命」でアメリカ国内の天然ガス価格が低下したことによる波及効果である。アメ

*1 Bcf/d=LNG換算約760万トン。

*2 LNG換算で年産2億トン、2012年度の日本の輸入量8,731万トンの2倍以上の規模に相当する。

*3 1981年から17年間、テキサス州パーネットシェールで掘り続けた起業家・ジョージ・ミッチェル氏が有名である。

リカの天然ガス価格は百万BTU当たり2008年8.86ドルであったが、2013年には3.72ドルへ、最近5年間で6割も低下した。それにつられて石炭価格も低下し、アメリカ国内の発電コストも低下した。こうして、原材料のガス価格やエネルギーコストの低下を受けて、石油化学産業をはじめとするアメリカの製造業が国際競争力を取り戻し、「国内回帰」現象が見られるようになった。

第2は、「シェール革命」でアメリカの天然ガス・石油需給が好転したことによる世界的スケールでの連鎖的な変化である。そのひとつが、アメリカがカタールから輸入していたLNG、年間1億トンをキャンセルしたことからロシアのガス余剰が引き起こされた。カタールが余ったLNGをヨーロッパ向けに安売り攻勢をかけた結果、それまでパイプラインを通じてヨーロッパに大量の供給をしていたロシアのガスが余剰となったのである。いまひとつは、アメリカで石炭火力発電からガス火力発電へのシフトが起きた結果、アメリカ国内の石炭が余剰となり、それがヨーロッパに輸出され始め、これも、ロシアのヨーロッパ向けガス輸出を縮小させる結果となった。こうして、アメリカの「シェール革命」は、ロシアのガス余剰問題を深刻化させている。

第3は、今後、アメリカが石油輸入についてもサウジアラビアをはじめとした中東依存度を下げることにより、ホルムズ海峡を含めた海上輸送ルートの防衛責任をどうするか、中国やインドの中東石油依存度がますます拡大することとの兼合いではどうか、ロシアの余剰ガスの売り先・買い手として韓国や日本の可能性はどうか等、エネルギーに絡んだ国際政治経済問題がたくさん出てきそうなことである。

5. わが国へのインパクト

わが国は「東日本大震災」後、LNGの輸入を急増させている。震災前の2010年度の7,056万トンから2012年度には8,731万トンと、24%も増加した。今後、「石油代替エネルギー」としてLNGの輸入可能性はどの程度あるのだろうか。現在、輸入が有望なアメリカのLNGプロジェクトは3つある(表1)。その合計輸入可能量は、

表1 日本企業が参画するアメリカのLNG輸出プロジェクト

| プロジェクト名 | フリーポート | コーブポイント | キャメロン |
|--------------------|--|---------------------------------|----------------------|
| 所在地 | テキサス州 | メリーランド州 | ルイジアナ州 |
| オペレーター | フリーポート | ドミニオン | セムプラエネルギー |
| 液化規模 | 880万トン/年 | 575万トン/年 | 1,200万トン/年 |
| 液化開始 | 2018年 | 2017年 | 2017年 |
| 輸出期間 | 20年間 | 20年間 | 20年間 |
| 輸出量 | 1.4Bcf/d | 0.77Bcf/d | 1.7Bcf/d |
| 輸出承認 | 2013年5月条件付き | 2013年9月条件付き | 2014年2月条件付き |
| LNG引取契約 (万トン/年) | 大阪ガス:220 中部電力:220 (拡張計画 東芝:220) | 住友商事:230 東京ガス:140 関西電力:80 | 三菱商事:400 三井物産:400 |

(出所) 松村秀浩 「米国のシェール開発・生産をめぐる動向」『石油・天然ガスレビュー』2014.1Vol.48No.1等より

2017・18年以降20年間にわたり、約1,900万トンである。これは、現在のLNG輸入量の約2割を占める量であり、原子力の落ち込み分を賄ってくれる量でもある。なお、アメリカからのLNG輸入は、調達先の分散化と安定供給、輸入価格の引下げ効果等が期待されるが、他方で、パナマ運河経由という輸送距離の長さ、アメリカのガス価格の変動の激しさ、戦略物資として石油に準じて原則輸出が禁止されているLNGの輸出承認の成行き等が課題である。

わが国における「シェール革命」のもう一つのインパクトは、関連産業における「シェール特需」である(表2)。鉄鋼業(シームレスパイプ、油井管、パイプライン用鋼材等)、機械産業(掘削機械、測定機器、コンプレッサー等)、造船業(LNG運搬船)、エンジニアリング業界(プラント建設)、総合商社(機材の輸出、鉱区取得・開発輸入)等、直接シェールガス・オイルに関係する産業・企業に「特需」をもたらすようである。また、石油化学や鉄鋼では「シェール革命」によってアメリカの原材料・エネルギーコストが低下するためわが国企業の国際競争力は低下するが、安価なエタン原料によるエチレン製造をめざしてアメリカに進出したり、ガスを利用した直接還元法プラントをアメリカに建設する等、アメリカ向け直接投資によって利益を確保する企業も出てこよう。その他、自動車や電機等、わが国の高度な技術を生かして需要が増大するアメリカ向け輸出で稼ぐ業界・企業も多そうだ。

表2 わが国産業の「シェール特需」

| 業種 | 内容・影響 | 主な企業 |
|------------|---|---|
| 鉄 鋼 | ・シームレスパイプ ・油井管 ・タンク用鋼材 ・パイプライン用鋼材 ・天然ガス利用の直接還元鉄プラント | 新日鉄住金（和歌山） JFEスチール、新日鉄住金 神戸製鋼、新日鉄住金 神戸製鋼 ミドレックス・テクノロジー（神戸製鋼子会社） |
| 石油化学・繊維 | ・エタン原料によるエチレン生産（子会社） ・压力容器用炭素繊維 | 信越化学工業、出光興産、三菱ケミカル 東レ、帝人、三菱ケミカル |
| 機 械 | ・測定分析機器 ・非汎用大型コンプレッサー ・掘削建設機械 ・プラント向け制御装置 | 堀場製作所、島津製作所 神戸製鋼 コマツ、日立建機、キャタピラー・ジャパン 横河電機 |
| 造船・海運 | ・LNG運搬船 ・LNG輸送 | 川崎重工業、三菱重工業、三井造船、IHI 日本郵船 |
| エンジニアリング | ・LNGプラント建設 ・化学・肥料プラント ・廃水処理 | 日揮、千代田化工 東洋エンジニアリング 荏原製作所、栗田工業、三機工業、オルガノ |
| 総合商社・エネルギー | ・関連機材の輸出 ・化学工場建設・発電所運営 ・鉱区取得・開発輸入 | 住友商事、三井物産、三菱商事、伊藤忠商事、丸紅 石油資源開発 |
| 自 動 車 | ・米国向け生産販売増加 ・燃料電池車・天然ガス車の技術 | トヨタ、ホンダ、ニッサン、マツダ トヨタ、ホンダ |

（出所）泉谷渉「シェールガス革命」東洋経済新報社、財部誠一「シェール革命」実業之日本社、新聞記事等より作成

むすび：「シェール革命」への期待と対応

以上見てきたように、アメリカの「シェール革命」は、わが国経済にとって、大きなメリットをもたらしてくれる可能性が高い。特に、「ガスの時代」に移行しそうな21世紀におけるわが国の新しいエネルギー戦略構築に際して期待されるものが大きい。すなわち、①エネルギー源の「多様化」（ガスを中心にした「ベストミックス」）、②調達先の「多様化」、③省エネルギー技術開発の「多様化」によるエネルギー消費量削減、④再生可能エネルギー開発利用の「多様化」による国産エネルギーの極大化等が重要であるが、とりわけ、地球温暖化ガス排出削減と脱原発を同時に達成するエネルギー源を確保する上で「シェール革命」（LNG・天然ガス）への期待は大きい。

さらに、わが国が「ガスの時代」を創りあげてゆくために必要なこととして以下の諸点があげられよう。第1は、LNG・ガス調達先を「多様化」することである。①最も期待が大きいアメリカからは、1,900万トン程度の可能性がある。②シェールガスをすでに生産しているカナダからは、2018年から800～900万トンの可能性がある。カナダのLNG価格はカタールよりも4割も安く、輸送日数が10日間と短いこともメリットである。③ガス余剰問題を抱えたロシアからの輸入も検討に値しよう。ロシアからのLNGは、

2018年から1,500万トン程度の輸入可能性があると見られている。アメリカ、カナダ、ロシアの3国から、2035年ごろまで、わが国は現在の輸入量の5割増にあたる約4,000万トンものLNG輸入の可能性がある。これは、電源構成に占めるLNGのシェアを現在の40%から2035年に60%程度まで高める量であり、万一原子力の再稼働が不進捗であっても対応可能な量とみられる。第2は、LNG輸入価格の引下げを図る必要がある。調達先を「多様化」する過程で価格決定方式も原油価格リンク方式から離脱を図ることが重要となろう。そのために、近隣の韓国や台湾との連携を図ることやサハリンから北海道に海底パイプラインを引いて生ガスを安価に輸入すること等も検討する必要があるだろう。第3は、わが国の国産ガス資源として期待される「メタンハイドレード」（氷状の結晶に閉じ込められた天然ガス）の開発も、国家予算を投入して継続してゆくことが重要であろう。第4は、需要・利用拡大面の課題として、①LNGの「ベース電源化」、②電力会社と都市ガス会社の連携強化、③国内の基幹ガスパイプライン網建設の検討、④都市部におけるガスタービン・コジェネレーション（熱併給発電）普及による「地域分散型エネルギー供給システム」の構築、⑤天然ガスの輸送用利用の促進（船舶、自動車等）等があげられよう。