

## 21世紀のエネルギー，天然ガス

### 天然ガスの埋蔵量の急増と LNG 需給への影響と展望

伊原 賢

国際エネルギー機関 (IEA) は 2011 年 6 月，世界が「ガス黄金時代」を迎えたとするレポートを公表した。そのシナリオによれば，世界の天然ガス需要は 2035 年に 08 年比で 62% も増加すると予測している。エネルギー全体の需要が年率 1.2% で増えるなか，天然ガスは年率 2% と約 2 倍の勢いで伸び続け，エネルギー構成での役割が飛躍するとの見方だ。それを支えるのが，地下からの回収がこれまで難しいと考えられていた「非在来型天然ガス」の存在である。

キーワード：化石燃料，天然ガス，非在来型，シェールガス，埋蔵量，LNG (液化天然ガス)

#### 1. 非在来型天然ガスとは何か，その可能性は？ 賦存環境

エネルギー需給のひっばく懸念，技術の進歩に伴い，地下からの回収が難しいと考えられていた「非在来型」

の天然ガスが，シェールガス (表-1) を中心に注目されている。天然ガスは化石燃料のなかでは，同じ発熱量に対する二酸化炭素の排出量が少ないため (石炭 100：石油 80：天然ガス 55)，天然ガス供給増への期待感の高まりと見てとれる。開発ブームの先駆けと

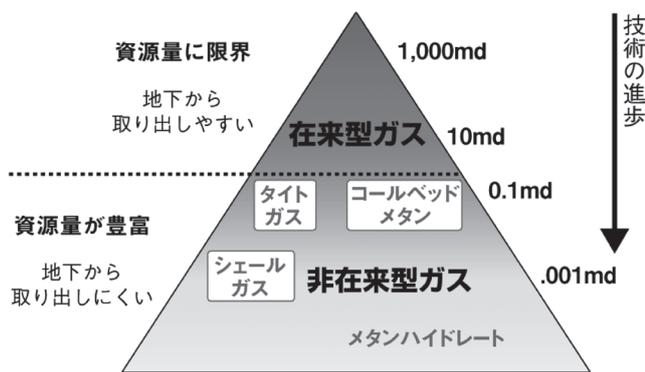
表-1 シェールガスとは？

質問 1. そもそもどんなガス？性質・特徴・液化天然ガスなどとの違いは？	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタンが 90% 以上の天然ガス。</li> <li>日本へ輸入されている液化天然ガス (LNG) はエタンやプロパンも少量含有する高発熱量 LNG (&gt; 1,085 Btu/cf) が主流。これに対し，シェールガスは低発熱量に分類。</li> </ul>
質問 2. どういう場所に，どんな状態で存在？色は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下 100 ~ 2,600m に眠る固く，薄片状にはがれやすい頁岩 (シェール) にガスが含まれる。泥岩の一種。地下深く，圧密作用を受け石油や天然ガスの根源物質が熱分解を起こし，微細な割れ目 (ガスの流路は <math>10^{-18}m^2</math> と，そのままで取り出すこと不可) に閉じ込められたガス。2000 年代に入り強い圧力 (500 ~ 1,000 気圧) の水をあててシェールに人工的に大きな割れ目をつくり，ガスを取り出す技術 (水平坑井，水圧破砕，割れ目の広がりモニタリング) が確立。水圧破砕には一つの坑井に多量の水 (3,000 ~ 10,000m<sup>3</sup>) を用いるので，水の確保や坑排水処理に課題。</li> <li>ガスは無色。</li> </ul>
質問 3. 世界ではどこの国などに埋蔵されている？	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界の資源量 16,000Tcf。うち 20% が地下から回収できるとすると 3,200Tcf もの埋蔵量。北米の資源量は 3,800Tcf。米国の埋蔵量 500Tcf 以上。カナダでも生産開始。ほか中国や欧州で商業生産検討中。</li> <li>ちなみに，2009 年世界の天然ガスの確認残存埋蔵量は 6,400Tcf (米国は 240Tcf)。</li> </ul>
質問 4. 最近，米国で探掘？なぜ？どのくらいの量？	<ul style="list-style-type: none"> <li>米国では取り出しやすい (在来型) ガス生産が減少。カナダからのガス輸入も減少。LNG 輸入も検討したが，自国に豊富に眠るシェールガスの資源量に注目。</li> <li>取り出す技術の適用ノウハウが急速に進歩し，産出価格も低下。</li> <li>2008 年世界の天然ガス消費量 106Tcf (米国 23Tcf，日本 3.3Tcf)。米国のシェールガス生産量 1.7Tcf (日本の消費量の半分以上)。</li> <li>「米国発のシェールガス革命」とも呼ばれ，米国の非在来型ガス産出量は全産出量の 50% 超。米国のガス生産量 (2009 年 21Tcf) はロシア (20.5Tcf) を上回り，世界一。</li> </ul>
質問 5. その影響が世界で出ている？日本は？	<ul style="list-style-type: none"> <li>天然ガスは化石燃料のなかで同じ発熱量に対する二酸化炭素の排出量が少ないため (石炭 10：石油 8：天然ガス 6)，天然ガス供給増への期待感が高まる。</li> <li>天然ガス全体の供給が増え，ガス価格の安定につながる。</li> <li>日本は地質年代が新しいため，シェールガスの商業生産は期待薄。</li> </ul>

単位: 1Btu=0.252kcal, cf=立方フィート, 1フィート=0.3048m, Tcf=兆立方フィート  
出所:筆者作成

なった米国では、「シェールガス」の供給量と埋蔵量の伸びが大きいので、世界の天然ガス市場の4分の1を占める「米国内のガス需給見通し」が近年一変した。

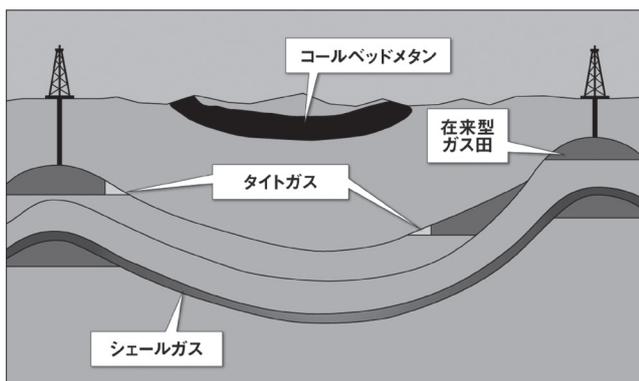
非在来型天然ガスには、現状、タイトガス・コールベッドメタン・シェールガス\*<sup>1</sup>という三つの開発対象があるが、その期待される資源量は膨大だ(図—1)。2008年には米国の天然ガス日産量562億立方フィート/日(年間20.56兆立方フィート\*<sup>2</sup>)の50%が非在来型天然ガスだったことは世界中のエネルギー関係者に衝撃を与えた。



1md=9.87×10<sup>-16</sup>m<sup>2</sup> ※「浸透率」の単位(岩石中のガスの流れやすさを示す)  
出所: SPE 103356論文を基に作成

図—1 天然ガスの資源量トライアングル

図—2に非在来型天然ガス資源の賦存環境例を示す。米国のテネシー州とアラバマ州にまたがるチャタヌーガ堆積盆地では、非在来型天然ガスの3点セットであるタイトガス、コールベッドメタン、シェールガス



出所:米国地質調査所

図—2 非在来型天然ガス資源の賦存環境(米国のチャタヌーガ堆積盆地)

\*<sup>1</sup> タイトガス: 浸透率0.1 ミリダルシー未満の砂岩に含まれる天然ガス  
1 ミリダルシー = 9.87 × 10<sup>-16</sup> m<sup>2</sup>  
コールベッドメタン: 石炭層に吸着したメタン  
シェールガス: タイトガスよりも浸透率が2桁以上低い(0.001 ミリダルシー未満) 泥岩の一種である頁岩(シェール)に含まれる天然ガス  
\*<sup>2</sup> 1兆立方フィート = 283.2億立方メートル = LNG換算2,100万トン  
1フィート = 0.3048メートル

スが確認されている。

## 2. どういった経緯で登場したのか?

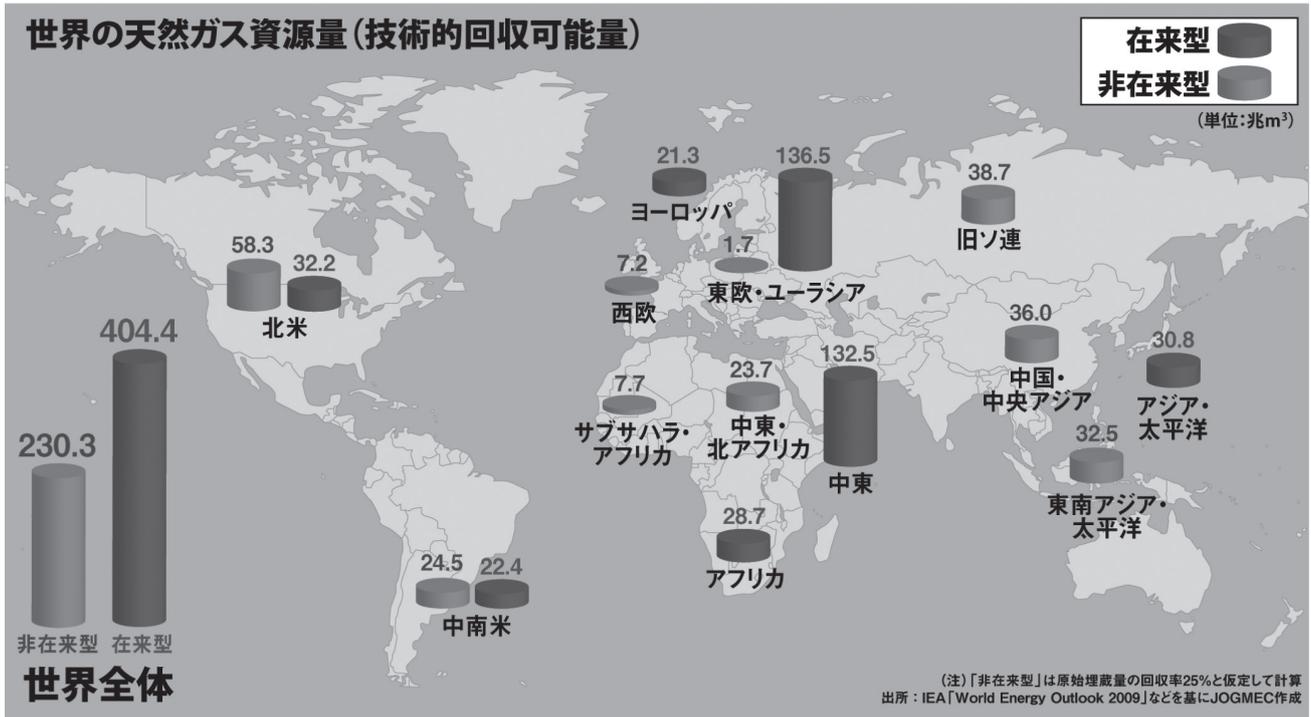
非在来型天然ガスの登場は、「1980年以降の米国内ガス供給の動き」を時間軸で追うとわかる。産業用へのガス使用拡大を目指し、連邦政府や州税の控除対象として80年代から注目された砂岩からのタイトガスの開発には、垂直井に水圧破碎を施しガスを産出していたが、最近の対象は炭酸塩岩・火山岩・石炭層・シェールに広がりを見せており、水平坑井\*<sup>3</sup>や多段階の水圧破碎\*<sup>4</sup>が適用されるようになってきた。北米を中心に90年代初頭にはコールベッドメタンにも注目が集まった。その効果があって生産余力は1986年に日量160億立方フィート/日まで膨らみ、1985年から2000年までガスバブルの時代を迎えたのだ。バブル期の1995年にはガス価は\$1.58/MMBtu(1 MMBtu = 25.2万kcal)まで下がって需要が伸び、生産余力は40億立方フィート/日まで落ち込んで、米国の天然ガス消費の伸びをどう支えるかが課題となった。2000年に入ると、LNG輸入も念頭に入れつつも、その救世主としてシェールガスに注目が集まったのである。

## 3. 技術的回収可能資源量の増加

技術の飛躍的な進歩により、世界中に眠っている膨大な量の天然ガスの存在が明らかとなり、非在来型ガスの技術的回収可能量は230.3兆立方メートルと試算され、少なく見積もっても、残された在来型(404.4兆立方メートル)の60%弱も存在することが明らかとなった(図—3)。「技術的回収可能量」の半分が経済合理的に地下から取り出せるとすると、世界の天然ガスの可採年数は在来型ガスの残存確認可採埋蔵量をベースとした60年から、少なくとも160年を超えるのは確実になったと言えよう。

\*<sup>3</sup> 石油や天然ガスの閉じ込められた岩石の層に沿って掘削される井戸(坑井)のこと。通常の垂直・傾斜井に比べ、岩石との接触面積が多く取れるため、一坑当りの生産量を数倍に増やすことができ、80年代後半より広く、石油開発に使われるようになった。石油や天然ガスの地下からの回収率を向上させる万能薬とも言われる。

\*<sup>4</sup> 原油や天然ガスが存在する地層に圧力をかけて作った人工的なフラクチャー(割れ目)により、原油や天然ガスの流れにくさを改善する技術。坑井を介して、水・酸・合成化合物から成る流体に圧力をかけて作られた地層の割れ目に、流体に混ぜた砂の粒子を圧入・保持させることで、圧力を除去した後も割れ目が閉じないようにする。1940年代後半に開発され、60年強の歴史がある。その後の技術進歩に伴い、地層に沿って段階的に作ったフラクチャーの分布もモニタリングできるようになり、シェールガスといった非在来型天然ガスの生産増に大きく寄与している。



図一 3 世界の天然ガス資源量分布 (技術的回収可能量)



図一 4 日本への LNG 供給ソース

4. 環境への影響

シェールガスの開発業者にとって、ガス井掘削活動の維持拡大のため、水圧破碎と帯水層汚染との因果関係の解明は喫緊の課題となっている。それは、水圧破碎に用いられる多量の水やポンプ類の移動があるからだ。周辺環境として人口の密集は開発を妨げる要因となる。天然ガスの開発・生産活動は、浅部の帯水層や地表の水源を汚染するリスクをはらんでいる。干ばつ

時の掘削やフラクチャリング用の水の確保はコスト面から容易ではない。規制や検査、関係機関との連絡調整がリスク軽減に必要な。それらをクリアした上でシェールからのガス生産は可能となるだろう。

5. 今後の課題 (非在来型が天然ガスの主役になるか?)

この「シェールガス」という非在来型ガスを開発す

る動きは、世界的高まりを見せている。まずは、カナダ・欧州・中国ほかへの開発技術ノウハウの伝播が目ざれるところだ。当地での開発課題となる技術・インフラのリスクと、それらがガスの生産コストに及ぼす影響に注目すると、伝播の速度が見えてくる。世界の非在来型ガスの生産レベルは、2008年で石油換算400万バレル／日強とLNGの市場規模（8兆立方フィート、1億6,800万トン、世界全体ガス消費の7.5%）と拮抗しながら上昇を続けている。シェールガスの登場によって増えた「世界のガスの大供給余力」は、原油価格にリンクさせているLNGの価格フォーミュラに変革を与えらると思われる。日本もその恩恵を受け、現在の長期契約の取引形態も変わるかもしれない。

シェールガスの登場により、国内のガス生産が増えた米国ではガス価格は\$3/MMBtu近辺で低迷するも、欧州とアジア圏ではその4倍、5～6倍程度と高値で

推移している。そのため国産ガスをLNG化して、米国のメキシコ湾から輸出する計画が現実味を帯びている。カナダ産のシェールガスも2015年以降のアジア市場への輸出を意識して開発が進められている（図—4）。

JICMA

## 《参考文献》

- 1) 日刊工業新聞「シェールガス争奪戦」、2011年9月30日出版、伊原賢著
- 2) 月刊科学雑誌「Newton」2012年1月号、大特集 電力とエネルギー、伊原賢協力

## [筆者紹介]

伊原 賢（いはら まさる）

(株)石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）  
上席研究員

## 橋梁架設工事の積算 ——平成 23 年度版——

## ■改訂内容

## 1. 鋼橋編

- ・セッティングビーム工追加（歩掛設定）
- ・製作工労務単価，間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

## 2. PC橋編

- ・支保工関連
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料，基本料の追加 ほか

■ B5判／本編約 1,100 頁（カラー写真入り）  
別冊約 120 頁 セット

## ■定価

非会員：8,400 円（本体 8,000 円）  
会 員：7,140 円（本体 6,800 円）

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円（但し県内に限る）

■発行 平成23年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>