

■ シリーズ特集 ■

明日を支える資源(10)

天然ガスとLNGの現状と将来

Status and Prospect on Natural Gas and LNG

檜 和 田 亮 造*

Ryozo Hiwada

1. はじめに

天然ガスの利用は、過去20～30年間に急成長し、いまや原油、石炭に次ぐ第3位の1次エネルギー資源の地位を占めるに至ったが、天然ガスの開発、利用はまず米国にはじまり、西欧、ソ連が続いた。これは、域内の供給源から容易に入手できたことと、同一大陸上にパイプラインの建設、流通を可能とする市場が存在したことにつきるといってよい。

日本のガス市場の場合、これらの諸国とは違ってLNG輸入を基盤として発展してきた、こうしたガスの消費の増加は、原油とは事情を異にして比較的小数国（先進国）に集中している。

2. 資 源

天然ガスの資源量は、原油や他の資源とは異なり、依然として、増勢傾向を辿っており、最近の資料表1よれば、天然ガスの確認埋蔵量は約93兆 m^3 で、これは原油（1兆1,500億 $k\ell$ ）の80%に当たるが、実質的にはむしろ天然ガス資源量は原油を大きく上まわっているとみてよい多くの根拠がある。

すなわち、天然ガスはこれまで原油よりもはるかに価値の低い商品とみなされ、十分な探鉱事業の続行、評価もおこなわれなかったし、また統計にも既発見の地域、ガスソースも商業化の見地から計上されないケースも多い。

表1にあげられた資源は、いわゆる現在の時点で商品化できる“在来型”のタイプに属するガス資源だけに限られている。すなわち、原油と同様な構造中に貯留されている“構造型ガス”がそれである一原油と共存するガス（随伴ガス）および原油の熱変質のほか石炭など植物系有機質から生成したガス。ここで、とくに注目されるのは、原油とは異質の植物質を起源とす

る陸成層中に胚胎する膨大な埋蔵量を誇るガス田が続々発見されるようになったことで、北海の南部ガス田群、ソ連の西シベリア巨大ガス田はこのタイプで、天然ガスの増産に大きな貢献をしている。

なお、火山や海底の熱水噴出孔からのメタンの湧出

表1 世界の天然ガスの確認埋蔵量
(1984年末, 単位 10^9 cf)

北 米	376,662
(カナダ)	92,980
(アメリカ)	206,955
南 米	113,284
(アルゼンチン)	23,591
(ベネズエラ)	58,900
西 欧	211,468
(ノルウェー)	98,200
(オランダ)	67,907
(イギリス)	25,603
東 欧	1,299,042
(ソ連)	1,290,000
アフリカ	207,987
(アルジェリア)	107,000
(ナイジェリア)	47,025
中 東	855,932
(アブダビ)	84,600
(イラン)	370,000
(カタール)	156,673
(サウジアラビア)	118,200
極 東	189,799
(インドネシア)	60,000
(マレーシア)	49,000
(パキスタン)	15,384
濠洲 / 太平洋	25,466
(オーストラリア)	18,255
世界 総 計	3,279,640

資料：WORLD OIL

(注) (1) 天然ガス液化物(NGL)は含まない。

(2) 35.(原油換算1 ℓ)

* 天然ガス鉱業会副会長・専務理事

などの研究から、メタンがマグマ過程を通じて産出する可能性（マグマ中の炭酸ガスと水素からメタンと水を生ずる）も信ぜられるようになり、無機メタンの天然ガス資源の存在と成因について強い関心もたれ、調査が進んでいるが、全容が明らかになるのは遠い将来のことで、いまのところ仮説の域を出ないものの、ガス資源の突出した豊富さを説明するのは容易ではない。

世界的な話題となっている「地球深層ガス説」は、地球創成期にメタン等の炭化水素が地球深部に取り込まれており、これが地質的深部構造（節理、断層、ひびわれ）を通して徐々に地表に浸出し、単独の鉱床を形成するか、あるいは有機鉱床に作用して石油鉱床を形成もしくは富化させたという、きわめてスケールの大きい仮説である。そのひとつの例証と目されるものにガス水和物（gas hydrates）鉱床が主として北極や南極のような寒冷地帯もしくは大陸棚海底下に広く分布しているが、その資源量は莫大で、この形態で賦存する世界の炭化水素資源量はすべての在来型化石燃料を合わせた総量の数倍にも及ぶという専門家筋の推測も発表されている。

上記の在来型資源の総埋蔵量は、現在の世界のガス消費水準で60年分を賅えるが（原油の方は30年分）、今後もその増勢は続いて世界各所で原油に優越する状況が見られるのも速くないだろう。とくに、ソ連は資源の分野でも突出しており、その究極可採埋蔵量は100～200兆 m^3 といわれ、この現実が後述のように東西間の交流にも大きく投影してきている。

3. 開発・生産

これまでの数年間原油の生産は落ち込んだにもかかわらず、天然ガスの生産は増勢を維持しており、1984年の世界の地域別生産実績は表2のようになっている。

減退を続けていた米国の天然ガス生産もようやく増産傾向に転じたが、首位の座をソ連に渡してしまった。ソ連は依然年率7～8%という高率の生産をあげており（輸出向け増量はまだ実現していないので、増産分は原油代替、国内の天然ガス化に当てる）、副産するNGL（特軽質原油）およびLPGの利用をあわせソ連の天然ガス開発は大きな意義もっている。

ノルウェイは1983年の生産開始以来急伸を続けており、オランダの増産体制復活とあわせEC諸国への輸出によって、域外のソ連、北アフリカのガス輸出に少なからぬ影響を与えている。

表2 世界の天然ガス生産量
(1984年, 単位原油換算 100 万トン)

北	米	504.6
中	南	139.9
西	欧	152.3
中	東	38.4
ア	フリカ	26.6
南	アジア	23.2
東	南アジア	27.4
オ	セアニア	17.8
共	産 圏	583.9
世界 総 計		1,444.4

資料：BP, 世界のエネルギー需給1985年版

(注) 実際の消費量との差3,450万トンは再圧入、焼棄およびロス分である。

ガス資源にめぐまれた極東地域では、マレーシアが日本向けLNG輸出国として、インドネシア、ブルネイの仲間に加わり、タイとともに新興ガス生産国の成長速度はきわめて早い。中国も10%前後の生産増加率で、現在年間260億 m^3 の域にあるが、昨年から本格的な増産、利用に踏み切り、主産地四川省のほか国内各所で大々的な開発に挑もうとしている。

ガスの商業生産の構造的変化として、海域での生産が過去10年間に平均年率14%で急増し、すでに総生産量の20%を上まわっている。（米国および北海で80%を占める）

産出ガスの焼棄量は漸減傾向にあるもの、年間総産出量の6%に当たる約1,000億 m^3 が焼棄されており、OPEC諸国で60%を占める。一方、再圧入量は年間総産出量の8%に当たる約1,500億 m^3 に達し、その主要国はアルジェリア、米国、ベネズエラ、カナダの4カ国であるが、この方式を採用する国はさらに増加の傾向にある。

4. 消費

過去20年間、世界の天然ガス消費量は年率平均6.5%で増加し、すでに高い進出を示し成熟したガス市場を形成した米国を除けばその増加率は12%を上まわる。表3に1984年の地域（国）別の消費実績をあげているが、全体の66%を米国、ソ連（輸出分を含む）の2国で占める。

米国の天然ガス消費は、連邦政府の規制、価格問題などから需給のアンバランスを招いて、1973年の6,090億 m^3 のピークから低落を続け現在に至って

表3 世界の天然ガス消費量
(1984年, 単位: 原油換算 100万トン)

北 米	505.8
アメリカ	458.0
カナダ	47.8
西 欧	190.1
フランス	23.5
イタリア	26.5
オランダ	31.2
イギリス	45.2
西ドイツ	41.1
その他	22.6
南 米	61.6
中 東	39.6
アフリカ	17.8
南アジア	33.1
東南アジア	7.3
日 本	13.0
オーストラリア	14.4
ソ 連	439.4
東 欧	77.0
中 国	10.8
世界総計	1,409.9

資料: BP, 世界のエネルギー需給1985年版

るが、依然として石油製品に次ぐ第2の主要燃料で、1次エネルギー消費の28%を占めている。消費の内訳は家庭、商業用が45%、工業用と発電用がそれぞれ37%、20%である。

西欧全体の天然ガス消費量は、1960年以降年率16%というめざましい比率で増加し、1979年の2,140億 m^3 をピークにその後は一時的に減退している。主産国のオランダでは総エネルギー消費量のうち40%以上を天然ガスで占めているが、最近戦列に加わったノルウェー産ガスおよびソ連産ガスの大量受け入れにともなって、再び天然ガス消費の急増が見込まれるようになった。

天然ガスの生産、消費において、世界最高の成長を遂げたソ連は、1982年には米国を抜いて世界最大の生産国となった。国内の天然ガス化もさることながら、原油に替わる外貨獲得のための輸出に力を注いでいる。

1984年の主要国の貿易量は1,877億 m^3 で、総生産量の約12%に当たる。輸出量ではソ連が群を抜いて全体の30%の570億 m^3 を占めている。LNG輸送による貿易量は427億 m^3 で、全体の23%にとどまり、日本はその62%、264億 m^3 という圧倒的な地位を占めている。

5. 天然ガスの利用と展望

天然ガスは比較的新しい資源で、成因、賦存の態様から利用に至るまで、不明、未熟の領域は多いが、資源のところで触れたように、将来発見される資源は想像を絶した巨量に達することが考えられ、すでに一部その片鱗を見せている。また、天然ガスは最もクリーンなエネルギー源で、都市ガスの最適用途から広く燃原料へと利用が進んだが、分子式から判るよう将来の理想燃料である水素製造の最適原料である。このような予見のもとに、“21世紀は天然ガスの世紀である”との極言さえ聞かれるようになった。

近時的にみても、石油危機後各国で競って取組まれた代替エネルギー開発はほとんど色褪せたなかで、ただひとり天然ガスが独走している観がある。天然ガスは重質分を除いても、石油製品の70%を代替できるが、メタノール化が達成されたあかつきにはさらに優越性を増すことになる。

とくに注目される点は最大資源保有国ソ連の動向である。ソ連の天然ガス生産の増勢は同国の原油の生産、輸出の減退を補なって余りがあり、ひいては経済活動の維持、発展の鍵を握っている。ただ、現在のところ資源が西シベリアのように主要消費地から遠距離に偏在しているため、パイプラインの建設(関連投資の70%を占める)など西側からの資金、器材の供与の協力が不可欠で、ソ連産ガスの過度の依存もさることながら東西間の政治的な重要課題となって組上にのぼることは確実である。(この緩和策として、ソ連は電力化輸送に転換する東、西欧への輸出も検討していると伝えられる)

ガスの成因に関する各別のメカニズムが解明されるようになれば、地下深所で達成された改質、重合技術の応用によって、新しいタイプの商品を産み出すことも考えられる。ニュージーランドで最近メタノールからモビル法によるガソリン製造の初めての試みがなされたが、コスト面はともかく技術的には成功したといわれており注目に値する。

いずれにしても、天然ガスの資源ベースは拡大を続ける一方で、長期にわたって世界のエネルギー需要の充足にますます大きな役割を果たすことは確実である。

6. LNG事業の現状

LNG事業は創始以来ほぼ20年の歳月を経たが、当初危惧された液化プラント、貯蔵タンク、LNG船の

運転、運航もさしたる事故もなく、プラント、タンカーともスケールアップを達成してコストダウンも実現し、技術的にも十分完熟、経済性も一段と向上した。

他方、ガス田の新発見もあいついで資源は増勢を続け、なお依然として大量のガス資源が無為に焼棄されている。それにもかかわらず、LNG事業はすでに暗転して冬の時代を迎え、いまや日本も同一岐路に立たされている。

欧米で現在LNG事業は輸出国アルジェリアの一部に限られ、大きく後退してしまった。その主因はアルジェリアで代表される産ガス国側の政策と対応に帰せられる。

もともと、アルジェリアは原油資源に恵まれず、この天与のガス資源で外貨を稼ぐほかはなく、ためにガス価格その他の条件に高姿勢を貫いてきた。石油危機がもたらした原油の高価格に直接スライドさせ、さらにプレミアを要求する高姿勢で臨むようになった。これによって、一部はパイプライン輸送事業への切り替えが実現したものほとんど断絶状態となり、むしろ北海北部たとえばノルウェイ沖合ガス田の大陸への輸送がパイプライン布設の技術面で難点からLNGシステムの採用が検討されているぐらいである。

米国ではさらに事情は悪化し、巨費を投じたアルジ

ェリアのエルパソ・I事業(年間100億 m^3)の中断に加え、建設中の同規模のエルパソ・IIも途中で放棄してしまった。逆に、極度の天然ガス供給不足に悩み、国産ガスの輸出禁止の国是に反して、アラスカ産ガスのLNGによる輸出事業への参加を日本に申し入れている。(LNG年間1,400万トン、総投資額250億ドル、日本のほか韓国、台湾も輸出対象)

日本のLNG輸入事業は順調に進み、短期間に急成長を遂げ、まさに独走の観があり、すでに世界のLNG貿易量の70%以上を制している。

しかし、ここに来てLNGに対する日本のジレンマが表面化し、LNG輸入契約の大きな過剰に当惑し、いかにしてLNGの需給バランスを保つかに関心が向けられている。

日本のLNG事業がタイト化した背景には、価格面など欧米と同様事情のほか、次のような事情が介在している。

すなわち、主要消費先である大手電力事業者の受け入れ限度に近づいたことである。ベースロード用に限定されるLNGのシェアには限界があり、加えて電力需要の伸び悩み、原子力発電の増加がある。また、国内のパイプラインネットワークを欠いており、揚地周辺の特定用途以外には需要を開拓できないことである。

表 4 世界の操業中のLNG事業(除日本)

輸 入 国 (受入基地)	輸 出 国 (液化積出基地)	主 要 関 係 者	輸入開始年 契約期間	年間契約量 10 ⁴ t
フ ラ ン ス (Le Havre)	ア ル ジ ェ リ ア (Arzew)	SONATRACH Gaz de France	1965.3 25	38
フ ラ ン ス (Fos-sur-Mer)	ア ル ジ ェ リ ア (Skikda)	SONATRACH Gaz de France	1973.1 25	260
フ ラ ン ス (M.de Bretagne)	ア ル ジ ェ リ ア (Arzew)	SONATRACH Gaz de France	1982 20	390
ベ ル ギ ー (Zeebrugge)	ア ル ジ ェ リ ア (Arzew)	SONATRACH Distrgaz S. A.	1982 20	375
ス ペ イ ン (Barcelona)	ア ル ジ ェ リ ア (Arzew)	SONATRACH ENAGAS	1975 20	340
ス ペ イ ン (Barcelona)	リ ビ ア (Marsa el Brega)	Sirte Oil Co. ENAGAS	1969 15	83

資料：天然ガス鉱業会

表 5 日本の操業中のLNG事業

輸入先		アラスカ	ブルネイ	アブダビ (ダス島)	インドネシア (東カリマンタン)	インドネシア (北スマトラ)	マレーシア (サラワク)
項目	生産量(万t/年)	96	514	206	300	450	600
輸 入	輸入量(万t/年) (契約ベース)	96	514	206	750		600
	輸入会社	東京電力 東京ガス	東京電力 東京ガス 大阪ガス	東京電力	関西電力 九州電力 新日本製鉄	中部電力 大阪ガス	東京電力 東京ガス
	輸入開始年月	昭和44年11月	昭和47年12月	昭和52年5月	昭和52年8月		昭和53年2月
	契約期間	20年	20年	20年	23年		20年
	ガス田	ノースタック・イン レットガス田	サウス・ウエスト・ アノガス田	ザクムガス田 ウムシャイフ ガス田他	バダックガス田	アルンガス田	サラワク沖
	出荷基地	ケナイ	ルムート	ダス島	ボンタン	ロスマウエ	ビンノウル
	輸送距離	6,000 km	4,400 km	12,000 km	4,600 km	6,100 km	4,600 km

(資料) 通産省：21世紀へのエネルギー需給展望

(注) 1. 昭和59年以降インドネシアの増量分650万トン/年が入荷している。

2. 計画中の事業には、オーストラリア、ソ連(サハリン)、カタールの対象事業がある。

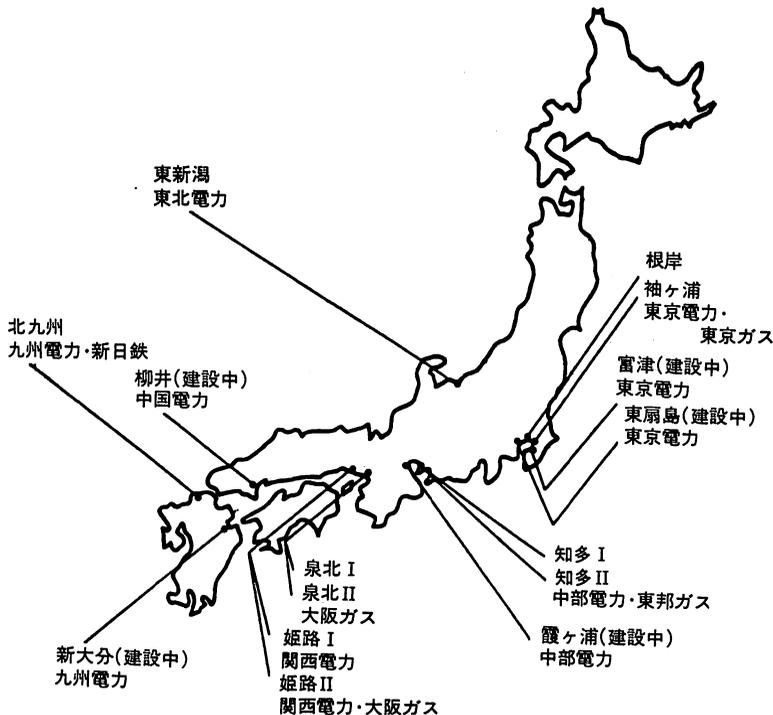


図-1 日本のLNG受け入れ基地

昨今、日本を対象としてLNG事業の商談が集中しているが、最近のカナダからの撤退にみられるようにすでに進行もしくは計画中の事業にしても延期、中断の動きが出ている。なお、計画中の事業にしても経済的問題のほか政治的な要因もはらんで、なかなか予断を許さないようである。

7. LNG事業の展望

世界のLNGの3大市場のうち欧米はもはや脱落しており、短・中期的には新規事業の成立は見込み薄で、これからはもつぱら日本を軸として展開することになる。日本のLNG輸入量は、1990年および95年それぞれ3,600万トンおよび4,000万トンを見込んでいるが（総合エネルギー調査会の中間報告）、供給面での量的な問題はまったくないものの、受け入れの環境はきびしくなってきたり、目標達成は容易でないと思われる。

振り返ってみると、欧米におけるLNG事業のタイト化はその本質から由来したものではない。LNG事業は当初の期待に背かなかつばかりでなく、むしろ技術的、経済的にもその効用を大きく増進しているのが現状で、採算性も十分向上したといえる。

他方、増勢を続けている僻地の天然ガス資源はいわば無価値の存在で、いまのところLNGへのインセンティブしかないわけで、したがって供給、受け入れの両者間の公正な取引条件さえ保証されれば、事業成立の

要件は十分そなわっているといわなければならない。

このような視点から、欧米においてもLNG事業の見直し、あるいは復活（ナイジェリア）の兆しもある。ただ、スケジュール的には今世紀中の登場はほとんど望めない。いずれにしても、原油、原子力を含めたエネルギー事情と国際情勢の動向が鍵であることはいうまでもない。

また、現状のLNG利用は再ガス化に限られ、海洋のパイプラインの役割を果たすのみである。したがって、本来の液化の効用を發揮できる液状利用—たとえば、航空機および内燃機関用燃料—が実現すれば、これを契機としてまた新しい発展段階に入ることが考えられる。

LNGの液状利用に関連して、天然ガスの大量海上輸送の手段として欧米でもはやくからメタノール化輸送がとりあげられ、原油枯渇国にも好適のプロジェクトとして検討されてきた。最近、むしろ国内において自動車用燃料としての導入が各所で真剣に進められており、その実現は必至のいきおいである。メタノール燃料は、そのクリーン性からもむしろ火力発電のようなボイラ燃料向けの大量消費が望める。したがって、LNG事業は近い将来このメタノール化輸送事業の急追を受けることが予想されるが、汎用性（液体燃料）からこの燃料メタノールの利用がLNGを大きく上まわることが十分考えられる。

協賛行事案内

触媒燃焼に関するシンポジウム

- 主 催 触媒学会
- 協 賛 日本化学会、石油学会、窯業協会、燃料協会、日本燃焼研究会、エネルギー・資源研究会
- 日 時 昭和61年6月25日(水) 13時～17時
- 会 場 東京大学工学部 11号館（文京区本郷7-3-1）
- プログラム
1. 触媒燃焼用耐熱担体（日立中研）松田臣平、山下寿生
 2. 担持複合金属触媒を用いる触媒燃焼の反応特性（京大工）乾 智行
 3. 接触燃焼技術のガスタービン燃焼器への応用（電力中研）福沢 久
- 参 加 費 （資料代を含む）当日会場で申し受けます。
 会員 5,000円（個人参加 3,000円）、学生会員 1,000円、非会員 7,000円
- 世 話 人 御園生誠（東大）、乾 智行（京大）、荒井弘通（九大）、福沢 久（電力中研）、松田臣平（日立中研）
- 連 絡 先 〒816 春日市春日公園6-1 九州大学大学院総合理工学研究所 荒井弘通
 TEL 092-573-9611 内線310