

## 第八講

## 都市ガス供給システム

ガスを作り届けるしくみを知る

## 下田 吉之 監修

大阪大学大学院教授

## 当麻 潔

大阪ガス㈱エネルギー文化研究所研究員

## ガス体エネルギーとは

エネルギーとしてのガスには、主として「天然ガス」および「LPGガス (Liquefied Petroleum Gas)」があり、これらは、「ガス体エネルギー」と言われています。

「天然ガス」は、メタンを主成分とし、主にガス田から生産されます。ガス体であるため、気体の状態でパイプライン輸送するか、冷却により液体にして、液化天然ガス (Liquefied Natural Gas 以下、LNG) としてタンカーで輸送されています。

一方、「LPGガス」は、油田や天然ガス田、石油精製時に発生するガスから取り出したプロパン、ブタン等を主成分としており、常温で容易に液化できる気体燃料で、液体の状態で、輸送、貯蔵、配送が行われています。

エネルギー講座第八講では、電力とともにライフラインを構成するもうひとつの重要なエネルギーである

都市ガスの供給システムを取り上げます。

都市ガスの原料である「天然ガス」について学び、さらに「都市ガス供給システム」の現状と今後について考えてみます。

「ガス体エネルギー」は、化石燃料のなかで最もCO<sub>2</sub>排出が少なく、また、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) や硫黄酸化物 (SO<sub>x</sub>) も少ない燃料です。さらに黒煙等の粒子状物質 (PM) の排出がない、クリーンなエネルギーと言えます。

現行のエネルギー基本計画において、天然ガスは「低炭素社会の早期実現に向けて重要なエネルギー源である」、LPGガスは「低炭素社会の実現に資する利用を促進する」と位置づけられています。

第八講では、ガス体エネルギーのうち、「天然ガス」(一次エネルギー) を取り上げ、また家庭のエネルギー消費において電気に次いで消費量が多い、天然ガスを原料とした「都市ガス」(二次エネルギー) について考えてみます。

## クリーンなエネルギー「天然ガス」

「天然ガス」は、大昔の動物や植物が長い時間をかけてエネルギー資源に変化したもので、その性状は、石炭や石油等、他の化石燃料と比較して、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の排出量が少なく、SO<sub>x</sub>は排出しません (Chart 1)。

天然ガスは、世界中に分布しているため、供給安定性が高く、また、可採年数は約60年と、石油と比較して10年以上も長いのが特徴です(近年、北米におけるシェールガス開発の進展により、大幅に増加する見込み)。わが国の天然ガスは、97%が輸入で、発電用に7割、都市ガス用に3割が使われています。国内では、わずかですが、新潟を中心に天然ガスを生産しています。輸入にあたっては、LNGとしてタンカーで輸送されます。この形で輸入しているのは日本や韓国が中心であり、ほとんどの国は気体の状態でパイプライン輸送しています。

## 都市ガス供給システムについて

都市ガスは、天然ガスを原料とする無色の気体で、付臭をしてあるためガス臭を有し、空気よりも軽いという特徴があります。

都市ガス事業者は、電気事業者と同様に公益性が高く、どちらも供給区域内で独占供給を認められているなど、その供給システムには似通った点があります。一方、電気事業者は10社で全国の電気供給を行っており、沖縄電力を除く9社の電力網がつながって他事業者への電力融通が可能なのに対し、都市ガス事業者は、全国に大小209社が点在しており、一部を除いてパイプラインがつながっていないという特徴があります。

都市ガスを供給する事業者は、全国で209事業者(私営・180、公営・29)あり、供給戸数は、2904万1000件あります(平成24年3月末現在)。都市ガス総需要の約8割が東京ガス、大阪ガス、東邦ガスおよび西部ガスの大手4社による供給となっています (Chart 2)。供給区域は、全国に点在していますが、日本の国土の約5・5%に過ぎず、いわゆる「白地地域」が広く存在しています (Chart 3)。そこではボンベに

よるLPGガスの供給が広く行われており、全国規模での都市ガスパイプライン網ができていないのが現状です。

1 海外のガス田/日本のLNG基地まで

天然ガスはほとんど海外から輸入されています。ガス田では、井戸を掘って天然ガスが採集されています。産出した天然ガスには、主成分のメタンの他に、水分、重質炭化水素、硫黄、二酸化炭素等の不純物が含まれています。日本に輸出する際はマイナス162℃まで冷却・液化し、この過程でこれらの不純物は分離・除去(精製)され、クリーンなLNGとなって専用のタンカーで輸送されています。

## 2

国内の都市ガス製造所

海外の液化基地から運ばれてきたマイナス162℃のLNGは、液体のままLNG基地のタンクに一時貯蔵されます。次に、都市ガス製造所で海水によって温められて気化し、600倍の体積となります。

LNGが気化される際のマイナス162℃という冷熱は、さまざまな分野で有効活用されています。冷熱を利用し、空気を液化分離してできた液化窒素や液化酸素等は、産業界や医療機関等で広く使われています。また、製油所等で発生する純度の高い炭酸ガスを液化し、液化炭酸ガスやドライアイスも製造されています。さらに、冷熱を利用して発電を行い、できた電気を製造所内で使用し購入電力の削減が行われています。

なお、LNGは産地ごとに熱量が異なるため、LPGガスを用いて厳密な熱量調整を行い、さらに、万が一の漏洩に備えて付臭を行い、ガスパイプラインを通じて都市ガスとして送出されます。

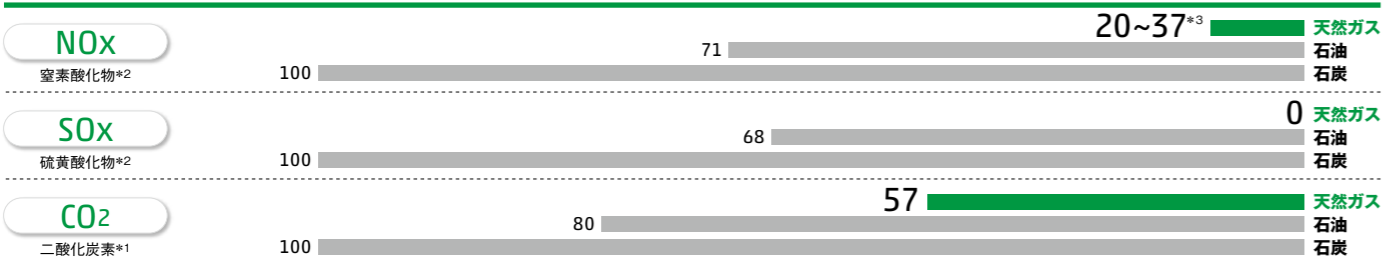
## 3

都市ガス製造所/工場ビル、家庭まで

都市ガス製造所から消費地に向けては、高圧パイプラインで送出されます。その後、圧器と同様に、ガバナ(調整器)という圧力調整器を通すことで高圧から中圧、低圧へと段階的に圧力を下げながら送られます。大規模な工場や業務用施設へは中圧で、小規模施設や一

Chart 1

## 化石燃料の中では最もクリーンな天然ガス



3種の化石燃料の燃焼生成物発生量を比較した結果。石炭の場合を100として、石油、天然ガスと比較した。

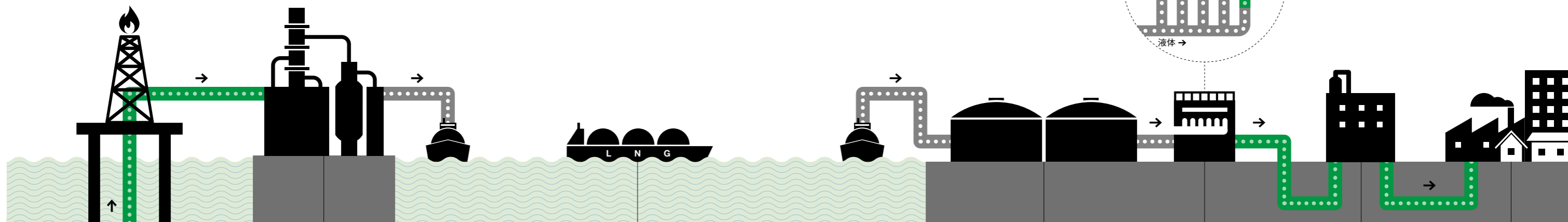
\*1 火力発電所大気影響評価技術実証調査報告書(1990年3月、エネルギー総合工学研究所)

\*2 [IEA (国際エネルギー機関) Natural Gas Prospects to 2010] (1986)

\*3 天然ガス中のN<sub>2</sub>(窒素)分は微量であり、発生するNO<sub>x</sub>のほとんどは高温燃焼の過程で空気中のN<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>(酸素)が反応して発生する、いわゆるサーマルNO<sub>x</sub>であり、その量は燃焼状態によって変わる。

## ガスが家庭に届くまで

海外のガス田から採掘された天然ガスは、冷却・液化されたLNGとなり、タンカーで日本まで運ばれる。その後、ふたたび気化し、パイプラインを通過して、各家庭まで届けられる。



**精製・冷却・液化**  
 気体の天然ガスを-162℃まで冷却すると、液化してLNGになる。体積ももとの約600分の1になる。この過程で不純物は分離・除去される。

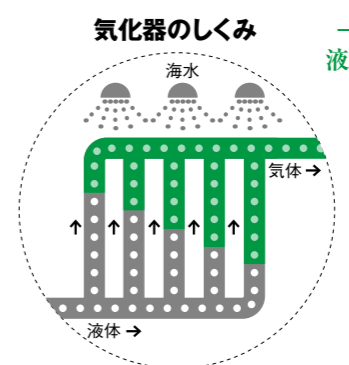
**LNGタンカー**  
 LNGは専用タンカーに載せられ、日本まで運ばれる。

**LNGタンク**  
 日本に到着したLNGは、液体のまま、いったんLNG基地のタンクに貯蔵される。

**気化器**  
 都市ガス製造所で、-162℃のLNGは、海水によって温められ気化する。

**熱量調整装置**  
 LPガスを加えて所定の熱量に調整される。万一の漏洩に備えて臭いを付けられる。

**都市ガス消費地**

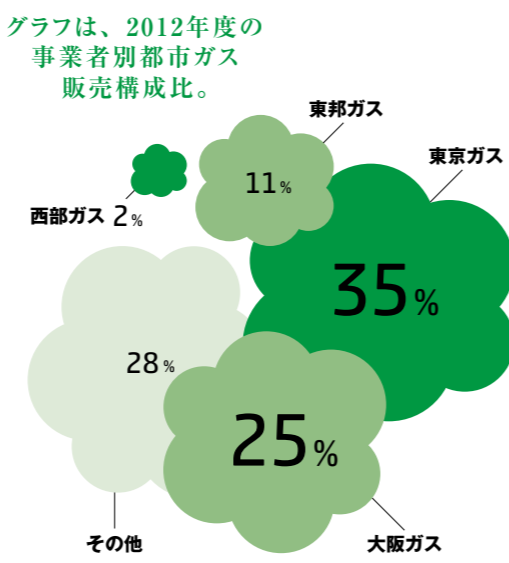


-162℃という冷熱を利用し、液化窒素や液化炭酸ガス製造などが行われている。

**ガス田(在来型)**  
 海底などに井戸を掘って、気体状のガスが採取される。

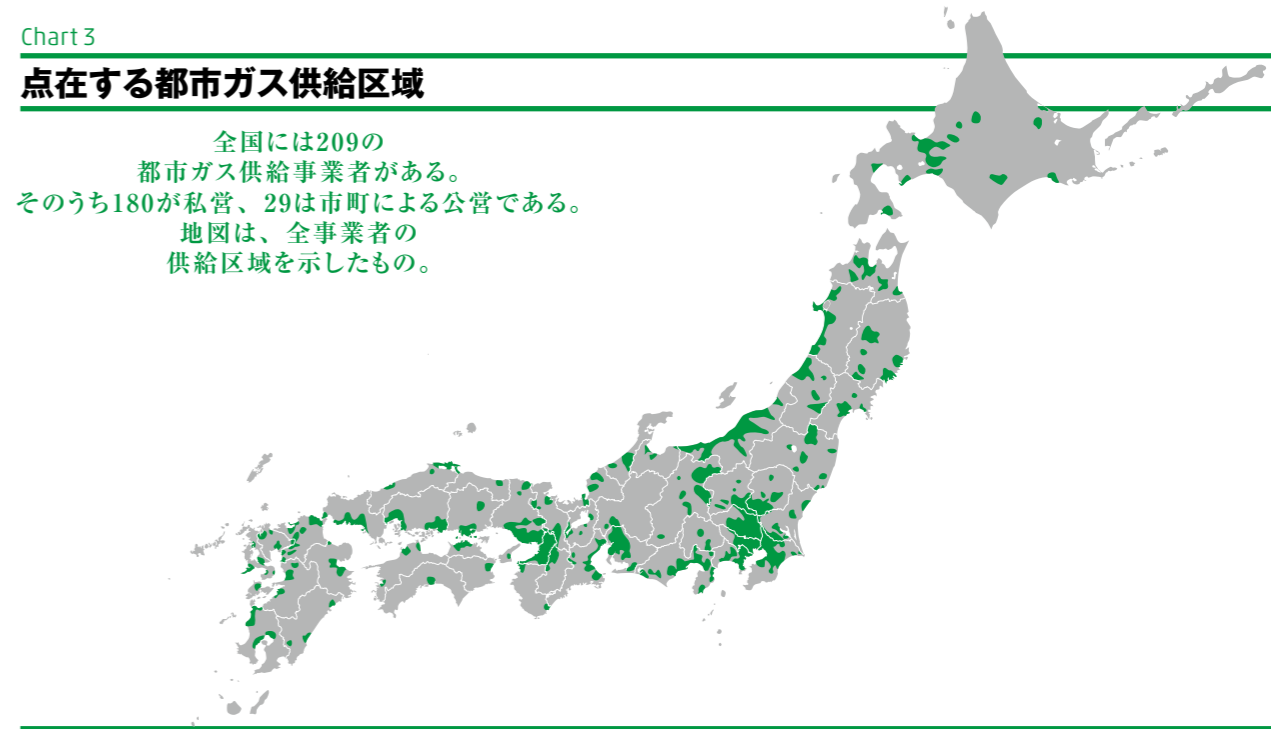
**シェールガス**  
 泥土が堆積してきた頁岩(シェール)層のすき間から採取される。埋蔵量が世界各地に豊富にあるとされている。

### Chart 2 都市ガスの販売構成比



### Chart 3 点在する都市ガス供給区域

全国には209の都市ガス供給事業者がある。そのうち180が私営、29は市町による公営である。地図は、全事業者の供給区域を示したもの。



般家庭へは低圧で供給されます。都市ガスは、暖房、給湯、調理などの加熱用の他、コージェネレーション（熱電併給）、ビルの冷房、さらにはバスやトラックなど天然ガス自動車の燃料としても使われています。

## これからのガスエネルギー

### 1 非在来型天然ガス

近年、石炭層中に含まれるメタンガスであるコールベッドメタンや頁岩（シエール）層から採取されるシエールガスなど、在来型のガス田以外から生産される天然ガス（「非在来型天然ガス」という）が注目されています。

シエールガスについては、2008年にアメリカで採掘技術の革新が起こり、大量に効率のよい採掘ができるようになったことが、「シエールガス革命」とも言われています。シエールガスの生産拡大を受け、アメリカのLNG輸入見直しは大幅に減少し、近い将来、ガスの純輸出になると言われています。シエールガスは世界中に分布し、天然ガスの可採埋蔵量を倍増（約60年分→約120年分）させると言われています（平成25年4月資源エネルギー庁）。

また、「メタンハイドレート」も注目されています。「メタンハイドレート」とは、メタンと水が低温・高圧の状態では結晶化した物質で、「燃える氷」とも呼ばれています。わが国周辺の海域に相当量が存在していると見込まれており、経済的な採掘技術が確立されれば、将来の天然ガス資源になると期待されています。2013年3月、渥美半島と志摩半島沖合いにて、深海にあるメタンハイドレート層からメタンガスを抽出することに世界で初めて成功しました。2018年度を目途に商業化実現に向けた研究開発が進められています。日本近海の埋蔵量は、わが国の天然ガス消費量の約100年分との推計もあります。

### 2 バイオガスと都市ガスの融合

都市ガスと一緒に用いることができるガスに「バイオガス」があります。「バイオガス」とは、家畜排泄物、下水汚泥、

食品廃棄物等のバイオマス（生物由来の資源）をガス化したもので、再生可能エネルギーのひとつです。バイオガスは、需要地での発電利用（都市ガスと混合して燃焼させる場合が多い）やボイラでの熱利用、輸送用燃料として利用されています。また、都市ガス事業者の導管網に注入し、都市ガスとして利用されるケースも出てきました。ただし、バイオガスのメタン成分は約40～60%程度と熱量が低く、不純物等が混在しているため、都市ガス導管網に注入する際には、精製および増熱・付臭等が必要となります。

## 今後の都市ガス事業について

都市ガスは化石燃料のなかで最も環境負荷が小さく、その取り扱いが容易であることから、さらなる利用拡大が提唱されています。加えて3・11東日本大震災を契機として、従来の大規模集中型電源とそれを送電する系統のみに依存する現行の電力システムに、災害や事故等による供給の途絶などのリスクが認識されたことで、消費地で発電する「分散型電源」の重要性が増しています。その中核として、発電時の排熱も有効利用できるガスコージェネレーションの普及拡大への期待が高まっています。ただし、次に挙げる課題もあります。

### 1

#### 原料調達が多様化

都市ガスの原料である天然ガスの世界分布は、中東依存率が38%と、同依存率48%の原油と比較して、地域的な偏りが小さく、地政学的リスクが低い状況です。ただし、ガス田からパイプラインで天然ガスを供給する手段を有する欧米と異なり、わが国の天然ガスの輸入手段はLNGのみです。また、わが国のLNG輸入は、当初は石油の代替を意図していたため、その価格は日本向け原油平均価格に連動しています（長期契約のもの）。その結果、目下の原油高騰の状況下では、LNGの需給に関係なく高騰することとなります。

今後の方策として、例えばシエールガス革命によって市場価格が低水準で推移している米国から天然ガスを調達し、液化して輸入することを想定すると、液化および輸送コストが上昇せ

されるものの、廉価な市場価格による調達につながる可能性があります。

調達ソースを多様化して日本の買主が調達の代替性を複数有することで、売主との価格交渉を優位とし、安定的かつ廉価な調達につなげることで、さらには国際パイプラインなどLNG以外の輸入手段の構築についても検討の必要性が提唱されています。

### 2 安定供給

各都市ガス事業者においては、災害時を含めた安定供給のために、製造設備や導管網の耐震性の向上など、さらなる強靱化に向けた取り組みが行われています。さらに、今後いっそうの天然ガスシフトに資するため、天然ガスパイプライン網の拡充、広域ネットワーク化の必要性についても、指摘があるところとす。

### 3 自由化

都市ガス事業は、電気事業より4年早い1995年に、年間契約数量200万㎡以上の大口需要家を対象とした小売りの部分自由化が導入されました。数次の制度改革が行われ、現在の自由化範囲は年間契約数量10万㎡以上（全需要の6割強）

## Column 「アジアプレミアム」の解消を

原子力の利用が制限されている今、天然ガス、そして都市ガスに対する期待が高まっている。この期待に応えるには、安定的で経済的な原料LNGの供給を確保することが必須となる。

安定供給については、天然ガス生産から都市ガス製造・供給に至るまで磐石の体制を築き上げ、LNG導入以来、半世紀近く堅持してきた。将来も揺らぐことなく考えにくい。

しかし、ここ数年、米国、欧州とわが国のLNG購入価格は大きく乖離している。わが国着価格は2013年、100万Btuあたり16\$を超えているのに対し、米国着は4～5\$で推移している。この値差はアジアプレミアムと呼称されている。値差拡大



Morita Koji

都市ガスは、他の燃料と比べてクリーンなエネルギーですが、限りある化石燃料でもあります。よりいっそうの高度利用とそれによるCO<sub>2</sub>削減を実現するための技術開発やコストダウン、また、安定的かつ低廉な天然ガス資源の確保、ガス供給ネットワークの強化などの中長期的な取り組みが必要です。今後、エネルギーセキュリティをさらに高めながら、再生可能エネルギーや大規模集中型電源との新たなエネルギーベストミックスに向けた取り組みが期待されます。

私たち生活者にも、電気だけではなく、熱エネルギーや都市ガスについての知識も深め、エネルギーにより高い関心を持つことが望まれています。

## おわりに

3・11の大震災以降、電気事業のさらなる制度改革が検討され、電気の小売業への全面自由化が2016年を目途に行われることが閣議決定されていますが、都市ガス事業についても、制度改革の検討が始まっています。

## 森田 浩仁

(財)日本エネルギー経済研究所理事(化石エネルギー電力ミート)担任

の主要因は、原油価格に連動するLNG価格決定方式にある。かつては石油代替として緩やかに原油に連動する妥当な方式であったが、LNG需給逼迫時期を経て、現行の連動密度の高い方式に変更された。そして、原油価格は近年恒常的にバレルあたり100ドルを超えている。

LNG需給は中期的にみて緩和に向かうだろう。この機を捉え、北米やアフリカなど新規供給ソースからの調達や国際パイプラインの可能性を探る。また米国や欧州のガス価格に連動した価格決定方式を模索するなどさまざまな工夫を凝らし、アジアプレミアム解消を急ぐ必要がある。