

特集

産業別エネルギーフロー

# 都市ガスエネルギーフロー

## Gas Energy Flow

鈴木 耕三\*

Kozo Suzuki

### はじめに

我国の都市ガス事業は液化石油ガス事業と共に、家庭用・業務用・産業用の需要家に、ガスエネルギーを供給する産業である。都市ガス事業は、「一般ガス事業者」（1995年3月末時点で需要家数2,330万戸）「簡易ガス事業者」（同176万戸）により構成されているが、本稿では「一般ガス事業」を対象として記述している。<sup>\*1</sup>

以下、都市ガス事業分野における原料構成の変遷、製造・供給体制、需要構成、長期需給見通し、エネルギーの有効利用等について紹介する。

### 1. 都市ガスのエネルギーフロー

都市ガスの原料は、液化天然ガス（LNG）、国産天然ガス、石炭、ナフサ、LPG、その他（オフガス等）が使用されている。都市ガスの原料は、石炭→石油→LNGへと転換してきたが、その変遷の状況をLNGが未導入の1963年と比較したものが図-1である。約30年間でガスの生産量は8倍に拡大しているが、1963年当時に主流であった石炭・石油系のガスが、1994年ではLNGに転換されている事がわかる。1994年においては、天然ガス系（LNGと国産天然ガスの合計）で80%強を占め、今後とも地方都市ガス事業者の天然ガス導入の進展に伴いその比率は高まると予想される。最近の原料別ガス送出量の推移を図-2に示す。送出量の増加に伴い、LNGの利用が著しく拡大しているが、他の原料の増減は少ない。

註1）一般ガス事業、簡易ガス事業共にガスを導管により供給する事業であるが、一般ガス事業は「ガス事業法」によって定められた供給区域の一般需要家に供給する事業であるのに対し、簡易ガス事業はLPGを気化し、70戸以上の特定の団地に供給する事業をいう。

\* (株)日本ガス協会 常務理事

〒105 東京都港区虎ノ門1-15-12

需要構成では、従来、都市ガス需要の中心であった家庭用需要が需要構成の5割を切る一方、天然ガスのクリーン性、操作性、経済性等が評価され、工業用大口需要が急速な伸びを示している。

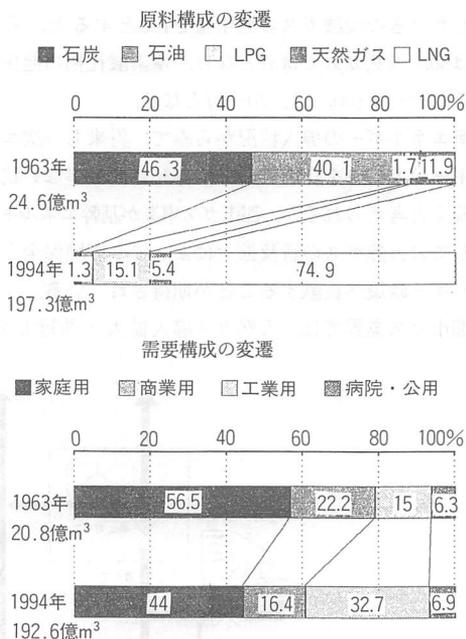


図-1 原料・需要構成の変遷

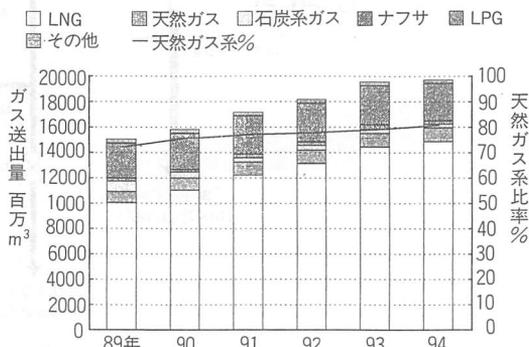


図-2 原料別ガス送出量の推移

## 2. 都市ガスの製造・供給体制

### 2.1 天然ガスの特性

我が国では、天然ガスを主にLNGとして導入している。LNGは、埋蔵量が豊富で地域分散していること、長期契約に基づいて安定供給されること及びクリーンで環境負荷が小さいこと、更にガス化効率もほぼ100%と高く、気化して得られた天然ガスは従来の製造ガスの2倍強の熱量を持つことから供給設備能力を実質的に倍増させる効果がある等都市ガスとして最適の原料である。特に、環境負荷の面では、天然ガスは硫黄分を全く含まないというだけでなく、他の化石燃料に比べて窒素酸化物、炭酸ガスの発生量の少ない優れた燃料である。炭酸ガスについて言えば、石炭を燃焼したときの炭酸ガスの発生量を100とすると、石油では80、天然ガスでは57となり、窒素酸化物の発生量はそれぞれ、100、71、20~37となる。

新エネルギーの導入状況からみて、将来も一次エネルギーの大部分を化石燃料に依存せざるを得ない状況が続くと考えられるが、都市ガス事業が基幹エネルギーとしての天然ガスの普及拡大によって、環境保全とエネルギー政策へ貢献することが期待されている。

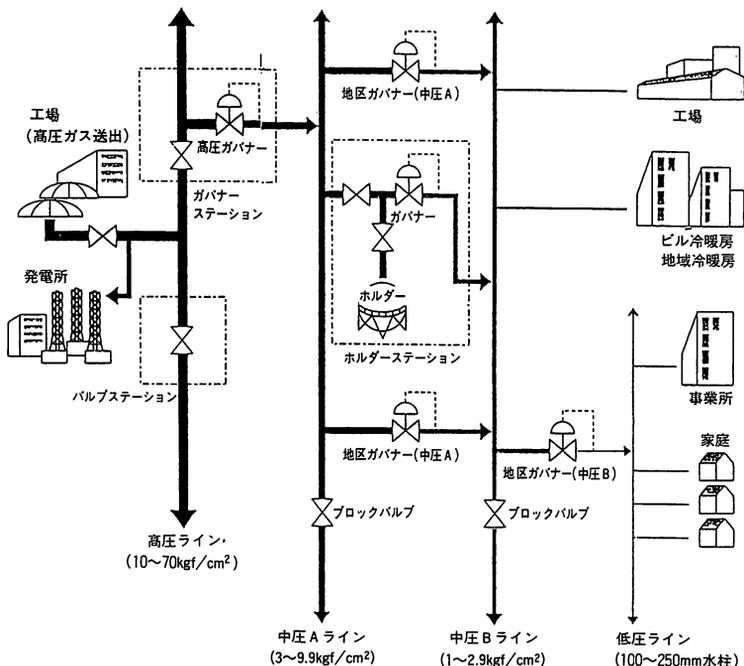
都市ガス業界では、天然ガス導入拡大と並行して、

従来13種あったガス種を2010年までに高カロリーガスに集約化することを目標とした「IGF21計画」を平成3年から推進している。1995年3月末時点で、低カロリー用のガス機器を11種から5種に集約化し、供給能力の向上、ガス機器の互換性の拡大を図っている。

### 2.2 原料の長期安定確保

都市ガス原料の主流である天然ガスの供給は、LNG輸入が開始されるまでは、国産天然ガスのみでまかなわれており、国内の一次エネルギーの1%前後を占める程度であった。その後、1969年にLNG輸入が始まり、天然ガスは発電用、都市ガス用として、順調に拡大し1994年度実績では4,246万トンの輸入規模で、一次エネルギーに占める比率は11%に達している。1994年輸入実績では、アラスカ(117万t)、ブルネイ(555万t)、アブダビ(349万t)、インドネシア(1,850万t)、マレーシア(760万t)、オーストラリア(615万t)から長期契約により輸入され、内1,075万トン(25%)が都市ガス事業用として使用されている。また、長期的な契約量ベースでは都市ガス用として1,450万トン(1995年11月末現在)が確保されている。

天然ガスは長期契約に基づいて供給され、かつ供給元も比較的安定した地域に分布していることから供給安定性は高いと考えられるが、今後、天然ガスに対す



(出所：東京ガス資料)

図-3 都市ガス供給形態（製造所から需要家まで）

る需要の世界的な増大、新規LNGプロジェクトの開発環境の悪化等が見込まれることから、安定供給確保のための取組みの充実が必要である。

このため、長期的には原料そのものを多様化していくことも重要で、石炭水添ガス化技術とともに非在来型天然ガスの開発が今後ますます重要になるものと推測され、積極的な取組みが期待される。

2.3 供給体制の強化

LNGは全国14の基地で受け入れられ、大都市圏を中心に利用が拡大されてきた。地方中核都市においても天然ガス導入の気運が高まっている。また、大手ガス事業者ではLNG船を保有し、輸送の弾力化とコスト低減に努めている。

各基地に受け入れられたLNGは製造所で気化された後、約19万kmにもおよぶ導管网ネットワークを介して顧客に供給される。大都市周辺では供給の大動脈の役割を果たす環状幹線などの高圧連絡導管が施設され、要所毎に設けられた整圧器を経て中圧導管さらには低圧導管へと分かれユーザーに導かれる。また、ガスの需給調整のためのホルダーも要所に設けられている。(図-3) 安定供給を図るため、ガス導管はループ化されるとともに、近年では、鋼管、ポリエチレン管等の耐震性や耐腐食性に優れた材料の使用により、信頼性の高い供給体制の強化に努めている。

3. 都市ガスの需要構成

3.1 都市ガスの用途別販売量推移

図-4に最近のガス販売量の推移と構成を示す。従来、都市ガス需要の中心であった家庭用需要が、近年、需要構成の5割を切る一方、ガスコージェネレーション、ガス冷房等をはじめとする産業用・業務用需要の増大が目覚ましい。総販売量の年平均伸び率は5.8%であるが内訳では、家庭用1.4%、商業用5.6%、工業用13.5%、その他用(病院、公共施設など)7.3%となっ

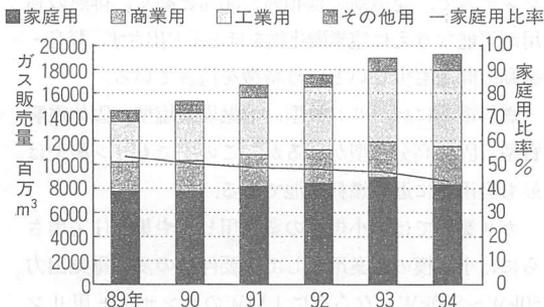


図-4 最近のガス販売量の推移

ている。

3.2 需要変動への対応

都市ガスの需要は、季節や時間帯により、大きく変化する。1日当たりの需要量が最も多いのは、年間では冬期、1日中では夕方(18時~21時)に最大需要となる。導管网をはじめとする都市ガス供給設備は、需要がピークを迎えても、ガスホルダーからのガス送出で供給量の1部をまかなうピークシェイプ機能も含め、この需要変動に柔軟に対応し安定して都市ガスを送出する能力を有している。

都市ガスの月別の需要量をみると、1993年の需要パターンは、1983年に比べて需要のピークである冬場と、不需要期の夏場との格差が縮まりつつある。(図-5)

夏場のガス冷房需要の伸びによるところが大きいがこのようにガス需要の特性から生ずる季節負荷変動を平準化することにより、設備稼働率の向上やコストの低減がはかれることになる。

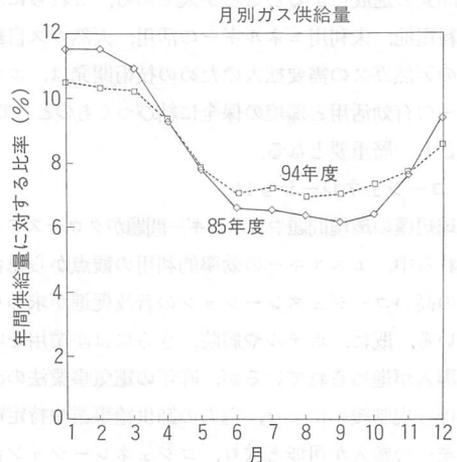


図-5 月別ガス供給比率

4. 長期エネルギー需給見通しと都市ガス業界の対応

1994年6月に総合エネルギー調査会需給部会により見直しされた長期エネルギー需給見通しによれば、都市ガス需要は①環境対策の必要性の高まり、エネルギー高効率利用技術の開発に伴う新規用途の出現、ガスコージェネレーションの一層の普及により産業用の需要が増大すると共に②民生需要においても都市ガス世帯が増加すること、暖房用・給湯用等における都市ガスの占めるシェアが増加すること、高効率の小型ガス冷房の開発により、家庭にもガス冷房が普及していくことを見込まれること等から、都市ガス需要は着実に増

大するものと推測され、2010年度の需要量を現行施策織り込みケース、新規施策追加ケースでそれぞれ352億 $\text{m}^3$ 、320億 $\text{m}^3$ （1万 $\text{kcal}/\text{m}^3$ ）と見込んでいる。

都市ガス業界としては今後共増大する都市ガス需要に対応するべく①お客様から選択して頂ける料金実現のための経営の効率化②天然ガスの安定的供給源の確保③供給基盤（基地・パイプライン）の整備による供給区域の拡大④地方都市ガス事業者への天然ガスの導入等を積極的に推進していこうと考えている。

## 5. エネルギーの有効利用と技術開発

都市ガス業界では各種ガス機器の高効率化をはじめ、排熱を回収して有効に利用するコージェネレーションシステムや未利用エネルギーの活用についても積極的に取り組んでいる。先に述べたように、産業用・業務用の都市ガス需要の増大は天然ガスの活用を柱としたコージェネレーション、ガス冷房の有効利用に関する技術開発の進展によるところが大である。これらに加え燃料電池、未利用エネルギーの活用、天然ガス自動車等の天然ガスの需要拡大のための技術開発は、エネルギーの有効活用と環境の保全に結びつくものとして、今後とも一層重要となる。

### 5.1 コージェネレーション

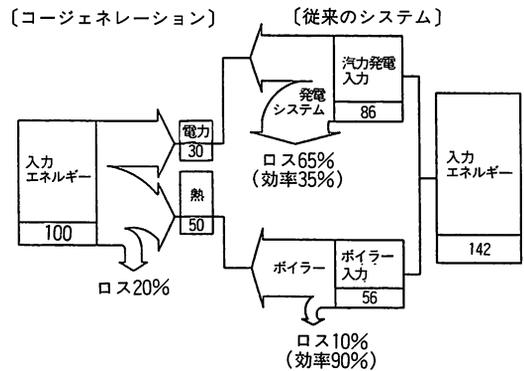
地球規模の環境問題やエネルギー問題がクローズアップされる中、エネルギーの効率的利用の観点から総合効率の高いコージェネレーションの普及促進が求められている。既に、ホテルや病院、さらには産業用を中心に導入が進められているが、昨年電気事業法の改正に伴う規制緩和により、電力の卸供給事業や特定電気事業への参入が可能となり、コージェネレーション普及の条件が一層整備されたといえる。

コージェネレーションシステムの導入量は現在設備容量で約113万 $\text{kW}$ （件数743件）（スチームタービン含む）であり、内産業用で89万 $\text{kW}$ 、民生用で24万 $\text{kW}$ となっている。コージェネレーションシステムでは、天然ガスが持っている燃料としてのエネルギーを100とすると、電気エネルギーとして30%、熱として利用できるエネルギーが40~50%、総合効率は70~80%にもなりうる。高効率で省エネルギーが達成でき、さらには環境保全に寄与しうるシステムである。（図-6）

また、都市ガスによるコージェネレーションシステムにはエネルギー負荷の平準化という効用もある。変動する電力と熱需要のピークをコージェネレーション

システムで相互に賄うことが可能となり、夏場のガスの設備稼働率を上げるとともに、電気の負荷を平準化して電気の設備稼働率も高めることができ、電気とガスとの協調が図られることになる。

発電効率を向上させる技術開発としては、ガスインジェクションディーゼルエンジンやセラミックガスエンジン等がある。セラミックガスエンジンは熱効率の高い高圧縮比のディーゼル燃焼を実現し、シリンダーの内側やピストンをセラミック化することによって高温の排熱を発生させ、それを利用して発電することにより全体の発電効率を向上させようとするもので、現在開発中である。主として熱電比の小さい業務用中小ビル向けのシステムとして期待される。また、ガスの持つエネルギーをカスケード利用した産業用リパリングやスーパーゴミ発電等の新しい形態のコージェネレーションシステムの導入も期待される。



出典：環境白書（平成2年度版）

電力需要と熱需要が適切に組み合わせられた場合は総合エネルギー効率が70~80%まで向上する。

図-6 コージェネレーション

### 5.2 燃料電池

燃料電池は水素と酸素を直接反応させて発電させるシステムで、発電効率は40%~50%と高く、排熱の利用が可能ならぬに窒素酸化物をほとんど出さず、騒音・振動の問題も少ないという特徴を持っている。

燃料電池には、リン酸型、熔融炭酸塩型、固体電解質型、固体高分子型があるが、この中でもリン酸型は最も実用化に近い燃料電池である。

ガス業界では中小規模の業務用ビルや集合住宅用さらには小規模の産業用として需要件数の多い電気出力50 $\text{kW}$ ~500 $\text{kW}$ 、ならびに1MWのオンサイト用リン酸型燃料電池の商品機開発および量産試作機による実

証運転を実施している。(ガス業界での設備容量は約8千kW)

リン酸型燃料電池を市場導入し、さらに本格的に普及させるための課題はコストダウンを一層推し進めることである。メーカー、ユーザー等が協力して市場を開拓するとともに、国の導入支援が望まれる。

### 5.3 ガス冷房、地域冷暖房

ガス冷房の普及はLNGの導入促進という我が国のエネルギー政策に沿うものであり、ガス需要の特性から生じる季節負荷変動を平準化することにより、設備稼働率の向上を通じて経営の効率化、コストの低減が図られる。また、電力の夏期ピーク緩和により電力の負荷平準化にも役立つものと考えられる。

大型ビルでは吸収式ガス冷房、中小ビルではガスヒートポンプが普及しつつあり、全国のガス冷房普及状況は5.5百万冷凍トンとなっており、ここ5年間のガス冷房の伸びも平均13%と着実にシェアを高めている。

また、熱源設備を1カ所にまとめたエネルギーセンターにより、一定地域内のビル群をまとめて冷房する地域冷暖房も都市再開発地域に欠かせないシステムである。

家庭用ガス冷房の技術開発についても、当協会では国家プロジェクトとして積極的に取り組んできた。実

用化技術の開発は昨年度に終了し、今年度から商品化開発の段階に移っており、今後その成果が大いに期待されている。

### 5.4 天然ガス自動車

天然ガス自動車はガソリンや軽油の代わりに天然ガスを燃料に使う自動車であるが、現在日本では約800台の天然ガス自動車走っている。ガソリンや軽油で動く自動車を天然ガスに切り替えると、炭酸ガスの排出量が減るだけでなく、窒素酸化物その他の大気汚染物質を減少させるため、環境負荷の小さい車両として、社会の関心を集めている。

天然ガス自動車普及のための課題としては、まず、インフラ整備である。天然ガス充填所の数は現在はまだ34カ所であり、今後の増設が期待される。一方、技術面での課題としては、車の改造費をさらに低減すること、1回の充填での走行距離(現状150~200km)を延長すること、簡易な充填設備を開発すること等がある。これらの課題は、天然ガス自動車普及による量産効果と今後の技術開発により解決されるものと考えられる。なお、バス、トラック等の大型車両については、LNGを燃料とするLNG車両とすることにより走行距離の延長が図られるため、平成8年度から当協会でも調査研究を開始する。

表1 主要都市排熱(未利用エネルギー)種類

種 類	熱源としての潜在量		潜在熱量の変動		熱 源 温 度	排熱利用 期待度	利 用 状 況
	少	多	少	多			
高 温 排 熱	ごみ焼却施設	○	○		数100℃	大	発電等に利用例有り
	産業廃棄物	○	○		数100℃*1	大	利用例なし
	下水処理場	○	○		数100℃*2	中	利用例なし
	工場排熱	○	○		数10℃~数100℃	中	発電等に利用例有り
低 温 排 熱	火力発電所	○	○		20~40℃	中	ほとんど利用されていない
	ごみ焼却施設(タービン後水)	○	○		数10℃	大	給湯等に利用例有り
	下水処理水	○	○		12~25℃	大	ヒートポンプ熱源で利用例有り
	地下鉄・地下街	○	○		15~30℃	中	一部利用例有り
	冷凍倉庫	○	○		20~40℃	中	利用例なし
	変電所	○	○		35~65℃	小	一部利用例有り
	地中送電線	○	○		14~20℃	小	利用例なし
	河川水	○	○		10~30℃	中	一部利用例有り
海水	○	○		10~30℃	小	利用例なし	

\*1：産業廃棄物の燃焼による。\*2：下水処理により発生する消化ガスと消火汚泥の燃焼による。

表2 都市ガス利用による実施例

地 点	利用熱源	利用方法	用途	営業開始 〔年月〕
森ノ宮エネルギーセンター	都市ゴミ焼却排熱	蒸気熱交	暖房給湯	1976.5
品川八潮パークタウン	都市ゴミ焼却排熱	排ガスボイラ	冷暖房給湯	1983.4
六甲アイランドCITY	下水処理温排水	温水熱交	給湯	1988.3
札幌地下鉄大通り駅	地下鉄排熱	蒸気タービン駆動ヒートポンプ	冷暖房融雪	1990.4
大川端リバーシティー	河川水	ガス吸収ヒートポンプ	給湯	1991.4
東京都下水道局小菅処理場	下水処理水	ガス吸収ヒートポンプ	冷暖房	1993.4
大阪南港コスモスクエア	海水	蒸気吸収冷凍機ヒートポンプ	冷暖房給湯	1994.4
リバーサイド隅田	河川水	ガスエンジンヒートポンプ	冷暖房給湯	1996.4予定

平成7年12月の「道路運送車両の保安基準」改正により、天然ガス自動車は一般の自動車と同様の販売が可能となったこともあり、2000年、20万台の目標達成にむけて努力している。

### 5.5 未利用エネルギー

日本国内で使用されている全1次エネルギーの約60%以上のエネルギーが熱損失となり、単に空気を暖めたり、海水や河川水を暖めるなど、何ら有効に使われることなく無駄に捨てられてしまっている。この無効エネルギーをもっと小さくしようというのが未利用エネルギーの有効活用である。

未利用エネルギーはゴミ焼却施設、火力発電所、工場、下水処理場、冷凍倉庫等さまざまな都市施設から発生する。(表1)

都市ガスを利用した未利用エネルギーの活用例としては、ゴミ焼却熱や下水処理水、河川水の温度差エネルギーを利用したケースがある。(表2)

未利用エネルギー活用についての課題としては、低温未利用エネルギーの効果的な回収方法の開発やエネルギーロスが少ない熱輸送技術の開発さらには熱需要に追従し未利用エネルギーを可能な限り合理的に利用

するための蓄熱技術の開発や負荷追従性の高い保管設備の導入等省エネルギー性に優れたシステムの構築が必要である。

### 5.6 天然ガス普及拡大のための基盤整備

以上、天然ガス普及拡大のための利用分野について論じてきたが、天然ガスの安定供給を図るためには、大都市周辺のみならず、さらに広域的に天然ガスの利用を可能とするようなインフラストラクチャーを整備していく必要がある。そのためには天然ガスの広域的な輸送に耐えられる幹線導管網を整備することが重要であり、また、幹線導管敷設には不可欠な鋼管の超高速自動溶接と超高速自動検査技術の開発を国からの委託を受けて実施している。

### おわりに

エネルギー需給や利用のあり方に関する課題は多いが、エネルギー業界の一翼を担うものとして、天然ガス普及の拡大、エネルギーの有効利用、技術開発を積極的に推進し、省エネルギー、環境保全を実現することにより、国のエネルギー政策に貢献してまいりたいと考えている。