

ガス事業における効率性の計測

浅井 澄子*

要 約

日本のガス事業では、1995年のガス事業法の改正により、大口需要家市場を対象に新規参入が認められ、1999年と2004年にはその自由化範囲の拡大が行われた。本論文は、1997年度から2006年度の一般ガス事業者の技術効率性をネットワーク DEA によって計測することにより、規制改革の効果を検証したものである。計測の結果、自由化範囲が拡大された2004年頃から、ガスの製造部門と供給部門の双方において、効率性の改善が見られるようになった。また、原料として液化石油ガスから液化天然ガスへの転換が進められているが、移行中のガス事業者は、移行を完了した事業者あるいは移行を行っていない事業者よりも、効率性が劣ることも示された。液化天然ガスへの移行は経済性の点でメリットがあるが、移行中は効率性の向上を期待することは難しいと言えよう。

1 はじめに

我が国のガス事業では、1995年に施行されたガス事業法の改正によって、大口需要家を対象とするサービスに新規参入が認められた。その後、1999年と2004年の法改正によって自由化の対象範囲の拡大、価格規制の見直しや情報開示等の競争条件の整備が行われてきた¹⁾。しかし、新規参入が認められ10年以上が経過したが、同じネットワーク産業である情報通信事業と比較して、ガス事業における規制緩和の歩みは緩やかであり、実態面においても既存企業が高い市場占有率を維持している。この点は、1985年という比較的早い時期にすべての分野に新規参入が認められ、競争が進展している情報通信市場とは様相を異にする

が、ガス事業の規制改革は、市場成果の改善に貢献しているのだろうか。本論文の目的は、ガス事業者の10年間の効率性の計測を通じて、情報通信産業との比較を踏まえながら、ガス産業における規制改革の効果を検証することにある。

Gordon, Gunsch and Pawluk (2003) は、ガス事業の実証研究が、情報通信や電力と比較して少ないことを指摘しているが、この状況は日本のガス事業にも当てはまる。情報通信事業では、1980年代半ばのほぼ同時期に、日米英で大規模な規制改革が行われた。この規制改革に至る活発な政策論議が実証分析の必要性を喚起し、また、改革の効果の検証として、実証研究が行われるというように規制改革と実証研究の間に正のフィードバックが見られる。また、電力事業の場合は、情

*大妻女子大学 社会情報学部

報通信事業よりも規制緩和は緩やかであるが、エネルギー産業の中心的な産業であること、企業規模が大きく、データが整備されていること、生産物が電力という均一の品質の単一生産物であるという実証分析に比較的馴染みやすい特性を有する。このような状況から、Christensen and Green (1976) の規模の経済性の計測を始め、早い段階から電気事業に関する実証分析の蓄積は進んできた。これに対し、日本の私営の一般ガス事業者は、2006年度末現在、180社が存在するが、上位3社で日本全体の販売量の75%を占め、少数の大規模企業と多数の中小規模企業という産業構造をとる。さらに、利用する原料の種別や企業を取り巻く環境に相違があることも実証分析を難しくしている。このため、本論文で行う実証分析も、データの制約の中での分析とならざるを得ない。以下、第2節ではガス事業の効率性に関する実証分析のサーベイを行う。第3節および第4節は、それぞれモデルとデータの説明である。第5節は計測結果、第6節は結語である。

2 既存研究のサーベイ

規制改革の評価を検証するため、しばしば生産性や効率性が指標として採用される。生産性分析はガス産業に限らず、様々な分野で行われており、研究の蓄積が進んでいる。一方、経済学では企業の効率的操業を仮定して分析することが多く、非効率性に関する研究事例は多いとは言いがたい。非効率性の計測方法には、大別して生産関数または費用関数の推定を通じて行うパラメトリック・アプローチと、特定の関数形を仮定しないノンパラメトリック・アプローチに分けられる。後者の代表例がDEA (Data Envelopment Analysis) である。米国のガス事業の効率性分析としては、Sickles and Streitwieser (1992) および衣笠 (2000) が挙げられる。米国のガス事業は、ガスの製造、パイプラインによる輸送、家計や企業への供給が別会社で行われていることから、Sickles and Streitwieser (1992) は州際パイプライン事業、衣笠 (2000) は配給部門を分析対象

とする。Sickles and Streitwieser は、1977~1985年の州際パイプライン輸送事業を営む14社の効率性を、トランスログ型生産関数とDEAの双方で計測した。2つのモデルから得られた企業別の効率性の結果はやや異なるが、時系列では双方のモデルで効率性の低下がみられる。また、衣笠は、1971~1995年のガス配給部門を対象に、コブダグラス型生産関数の推定を通じて効率性と技術進歩率を計測するとともに、これとは別に算出されたTörnqvist指数によるTFP変化率を、生産関数より得られた規模の弾性値を用いて要因分解した。衣笠は、ガス配給事業には規模の経済性が存在すること、1987年以降、非効率性が増大していることを報告している。

また、Carrington, Coelli and Groom (2002) は、1997年と1998年のオーストラリアと米国のガス配給事業を対象にDEAを使って技術効率性の計測を行った。Carrington, *et al.* (2002) では、米国企業も対象に含めているが、分析の目的はあくまでもオーストラリアのガス事業であり、それらを比較するために米国企業を分析対象に加えている。また、計測された技術効率性を気温やネットワーク設備の使用年数を説明変数とする回帰分析を行った結果、双方の変数とも有意ではなく、効率性の水準を規制の設計に利用する場合、環境要因を調整する必要はないと、Carrington, *et al.* は結論付けている。

また、効率性を価格規制の評価と関連づけた研究に、Hammond, *et al.* (2002) がある。Hammond, *et al.* は、1937年の英国121社のガス事業者の技術効率性をDEAで計測した。70年ほど前の1937年の状況を分析対象とした理由は、当時の英国のガス事業では、価格上限規制 (maximum price system)、スライディング・スケールおよび基本価格システム (basic price system) と呼ばれる3つの価格規制が併存して適用されていたことによる。企業によって異なる価格規制が適用されていたことから、どの価格規制が効率性向上に貢献するかを識別することができる。DEAによる効率性の計測から、基本価格システムの方式が適用されていたガス会社の効率性が最も高いと報告さ

れている。

我が国のガス事業の効率性に関しては、内閣府（2001）が都市ガス事業を営む6社のガス製造部門の効率性を、1980～1999年を対象にトランスログ型費用関数の推定を通じて計測している。1981～1985年の非効率性は11%、1991～1995年では10%であったのに対し、1996～1999年の非効率性は6%に改善したと報告されている。このことは大口需要家市場の自由化以降、大手ガス事業者の製造部門の効率性が改善傾向にあることを示す。

ガス事業は、大別してガスの製造、輸送、企業や家計へのガスの供給という垂直的な3部門に分けられる。米国をはじめ諸外国の企業では、その一部のみを自社の事業領域とするところがあるのに対して、我が国の大手ガス事業者は、製造と供給の垂直統合形態をとる。一方、これまでサーベイした効率性の分析は、一部門を事業領域とする企業の効率性分析あるいは、内閣府（2001）のように統合形態のうちガス製造という一部門のみを取り出した計測事例であった。しかし、後者の方法では、垂直統合形態の企業のどの部門に非効率性が存在するのかを判別することはできない。これに対し、Färe and Grosskopf（2000）は、部門間の垂直的あるいは水平的な連結をモデル化し、中間財を含めて効率性を計測するネットワークモデルを提案した。Färe and Grosskopfは、企業内部の行動をモデル化するネットワークDEAに対し、外部からの投入と外部への産出のみを扱う伝統的なDEAモデルをブラックボックスと称している。

ネットワークDEAは、最近、研究事例が見られるようになった。Sexton and Lewis（2003）とLewis and Sexton（2004）は、米国の大リーグの活動に2段階のDEAモデルを適用し、Löthgren and Tambour（1999）はスウェーデンの調剤業、Prieto and Zofio（2007）はOECD諸国の経済活動にネットワークDEAを応用した。日本のガス事業と同様に、発電、送電、配電という垂直的構造を有する電気事業に関しては、筒井・刀根（2008）が、スラックベース（a slack-based measure）のネットワークDEAで日本と

米国の電力事業の効率性を計測している。本論文においても、ガス事業のどの部分に非効率性が存在するのかを識別するため、ネットワークDEAを使って技術効率性の時系列での変化を検討することとしたい。また、スラックベースの計測は、Tone（2001）により導入されたもので、伝統的なCCR（Charnes-Cooper-Rhodes）やBCC（Banker-Charnes-Cooper）が投入ベクトル（産出ベクトル）の比例的な削減（拡大）に基づき効率性を計測するのに対し、この方法は投入過剰または生産不足というスラックを直接的に取り扱う。このため、スラックベースの計測は、CCRやBCCモデルよりも、効率化に向けてより現実的な改善案を提示することが可能となる。

3 モデル

本論文は、Tone and Tsutsui（2008）によって提案されたスラックベースによるネットワークDEAモデルを使って、ガス事業の技術効率性を計測する。ここでは、 n 社のガス事業者の構造を、ガスの製造と供給という2つの部門（ $k=1, 2$ ）に分けた。 $k=1$ が製造部門、 $k=2$ が供給部門であり、企業の構造を図示したものが図1である。ガス製造部門は労働、資本と液化天然ガス（LNG）等の原料を使ってガスを製造し、供給部門は中間投入に当たる製造されたガスに、外部から購入したガスを加え、労働と資本を使って企業や家計にガスを供給する。

j 番目のガス事業者（ $j=1, 2, \dots, n$ ）の k 部門の投入量を x_j^k 、 k 部門の投入財の数を m_k とする。 x_j^k は、 $x_j^k \in \mathbb{R}^m$ である。同様に、 j 企業の k 部門の生産量を y_j^k とする。 y_j^k は、 $y_j^k \in \mathbb{R}$ である。ガス事業者の製造部門から供給部門への投入量を $z_j^{(1,2)}$ 、 λ^k は k 部門の非負ベクトル（non-negative intensity vector）とする。ガス事業の規模の経済性を計測した竹中・浦野（1994）は、規模の経済性、あるいは部門によっては規模の不経済性の存在を報告していることから、ここでは規模に関して収穫可変のモデルを採用する。規模に関して収穫可変の生産可能性集合 $\{x^k, y^k, z^{(1,2)}\}$

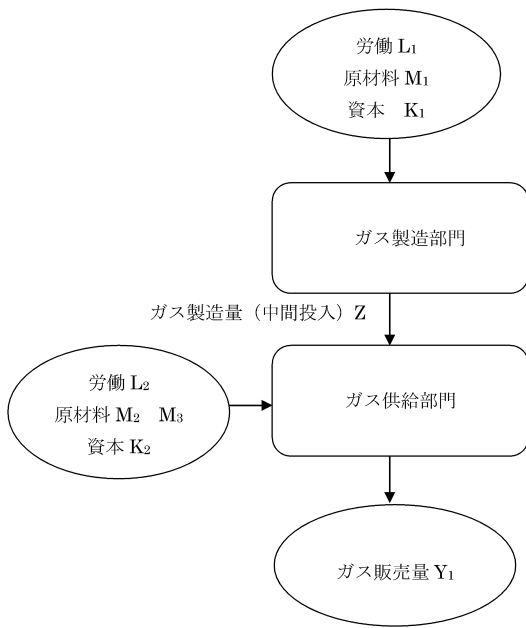


図1 ガス事業者の企業構造

は、(1)式のとおり定式化される。

$$\begin{aligned}
 \mathbf{x}^k &\geq \sum_{j=1}^n \mathbf{x}_j^k \lambda_j^k \quad (k=1, 2) \\
 \mathbf{y}^k &\leq \sum_{j=1}^n \mathbf{y}_j^k \lambda_j^k \quad (k=1, 2) \\
 \mathbf{z}^{(1,2)} &= \sum_{j=1}^n \mathbf{z}_j^{(1,2)} \lambda_j^2 \\
 \mathbf{z}^{(1,2)} &= \sum_{j=1}^n \mathbf{z}_j^{(1,2)} \lambda_j^1 \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j^k &= 1 \\
 \lambda_j^k &\geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

また、日本の一般ガス事業者には供給義務が課せられていることから、ここでは DEA の投入型モデル (input oriented model) を採用する。s はスラック、w^k は費用全体に占める k 部門の費用の比率 (ウエイト)、* は最適解であることを示すとき、o 企業の企業全体の効率性 (overall efficiency) は、(2)式で算出される。

$$\theta_o^* = \min \sum_{k=1}^m w^k \left[1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{S_i^{k-}}{X_{io}^k} \right) \right] \tag{2}$$

制約式 $\mathbf{x}^k = \mathbf{X}^k \boldsymbol{\lambda}^k + \mathbf{s}^{k-}$
 $\mathbf{y}^k = \mathbf{Y}^k \boldsymbol{\lambda}^k - \mathbf{s}^{k+}$

$$\begin{aligned}
 e\boldsymbol{\lambda}^k &= 1 \\
 \lambda^k &\geq 0, \mathbf{s}^{k-} \geq 0, \mathbf{s}^{k+} \geq 0 \\
 \mathbf{Z}^{(1,2)} \lambda^2 &= \mathbf{Z}^{(1,2)} \lambda^1
 \end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned}
 \mathbf{X}^k &= (\mathbf{x}_1^k, \dots, \mathbf{x}_n^k) \in \mathbf{R}^{m_k \times n} \\
 \mathbf{Y}^k &= (\mathbf{y}_1^k, \dots, \mathbf{y}_n^k) \in \mathbf{R}^n \\
 \mathbf{Z}^{(1,2)} &= (\mathbf{z}_1^{(1,2)}, \dots, \mathbf{z}_n^{(1,2)}) \in \mathbf{R}^n
 \end{aligned}$$

$\theta_o^* = 1$ のとき、o 企業は企業全体として効率的である。また、k 部門の効率性 (divisional efficiency) は、(2)式の最適解を使って、(3)式で得られる。

$$\theta_o^{*k} = 1 - \frac{1}{m_k} \left[\sum_{i=1}^{m_k} \frac{S_i^{k-*}}{X_{io}^k} \right] \tag{3}$$

$\theta_o^{*k} = 1$ のとき、o 企業の k 部門は効率的である。

4 データ

(1) データの概要

日本の大手ガス事業者はガスの製造と供給の双方を行う垂直統合形態をとる。一方、ガス事業者の中には、自社内では製造を行わず、外部からガスを購入し、区域内の需要家への供給を行う形態もある。ここでは企業内部の垂直的構造を加味した上での効率性の計測であることから、熱量 (1000メガジュール²⁾:1000MJ) で測ったガスの生産量と購入量の合計に占める生産量の比率が、計測期間中の平均で80%を超える一般ガス事業者を対象を限定した³⁾。

本論文の計測に必要なデータは、『有価証券報告書』と『ガス事業年報』より入手した。2006年度で『有価証券報告書』を提出している一般ガス事業者は22社である。この中で過去10年に遡って『有価証券報告書』を作成し、かつ、生産量比率が80%を超える一般ガス事業者は、東京瓦斯、大阪瓦斯、東邦瓦斯、西部瓦斯、広島ガス、山口合同ガス、四国瓦斯、日本瓦斯、日本海ガス、新日本瓦斯、沖縄瓦斯、八戸ガス、弘前ガス (2006年度の販売量が多い順) の13社である。これら企業の概要をまとめたものが表1である。

上位3社の東京瓦斯、大阪瓦斯、東邦瓦斯の販

表1 2006年度時点の企業概要

	供給区域	従業員数(人)	需要家数(メーター数)	販売量(1000MJ)	工業用販売比率(%)	一人当たり販売量(1000MJ)	主な原料
東京瓦斯	東京都 神奈川県 埼玉県 千葉県 茨城県 栃木県 群馬県 山梨県	8,957	9,954,646	513,849,198	45.8	57,368	LNG
大阪瓦斯	大阪府 京都府 兵庫県 奈良県 滋賀県 和歌山県	5,425	6,819,775	374,452,733	52.3	69,024	LNG
東邦瓦斯	愛知県 岐阜県 三重県	3,926	2,187,455	157,000,711	64.8	39,990	LNG
西部瓦斯	福岡県 熊本県 長崎県	1,613	1,130,038	33,979,074	33.6	21,066	LNG
広島ガス	広島県広島市 呉市 尾道市 三原市	648	428,330	20,691,108	54.0	31,931	LNG
山口合同ガス	山口県下関市 宇部市 山口市 防府市 周南市 光市 下松市	446	168,233	7,907,919	63.2	17,731	LNG
四国瓦斯	愛媛県今治市 松山市 宇和島市 香川県高松市 丸亀市 高知県高知市 徳島県徳島市	545	275,494	5,965,466	12.1	10,946	LNG LPG
日本瓦斯	鹿児島県鹿児島市	242	151,274	4,817,821	40.1	19,908	LNG
日本海ガス	富山県富山市 射水市 高尾市	373	82,517	3,657,169	54.6	9,805	LNG
新日本瓦斯	埼玉県北本市 桶川市 鴻巣市 久喜市	118	60,227	1,773,313	15.3	15,028	LPG
沖縄瓦斯	沖縄県那覇市 浦添市 豊見城市	84	58,307	1,025,969	0.2	12,214	LPG
八戸ガス	青森県八戸市	70	18,784	305,715	0.01	4,367	LPG
弘前ガス	青森県弘前市	51	17,214	247,655	0.0	4,856	LPG
上位3社合計		18,308	18,961,876	1,045,302,642	51.0	57,095	
13社合計		22,498	21,352,294	1,125,673,851	50.2	50,034	
私営事業者合計		33,477	27,086,320	1,378,816,708	49.3	41,187	

出典『ガス事業年報』により作成

(注) 供給区域は、ここで掲げた地域の全域をカバーしているものではない

売量は、私営事業者の販売量合計の75.8%、今回の分析対象である13社の販売量合計の92.9%を占める。また、大口需要家が多数存在することは、効率化に寄与すると想定されることから、表1では販売量合計に占める工業用販売量の比率(%)を掲載している。工業用販売比率は私営事業者全体では平均で49.3%であるが、沖縄瓦斯、八戸ガス、弘前ガスでは1%以下であり、これら3社は一般世帯を対象にサービスを提供している。さらに、大手企業が液化天然ガスを主たる原料とし、液化石油ガス(LPG)からの転換をほぼ完了し

ているのに対し、中小規模の企業は液化石油ガスから液化天然ガスへの移行途上あるいは原料の100%を液化石油ガスに依存しており、ガス事業者間では、経営規模や販売先のほか、ガスの原料にも差違が見られる。

図2は、本論文の計測対象である13社合計の販売量と従業員数の時系列の変化を図示したものである。1997年度の販売量は、7,451億メガジュールであったのに対し、2006年度では1兆1,256億メガジュールと、10年間で1.5倍に増大している。ガスの需要は、経済活動の水準、気温等の気

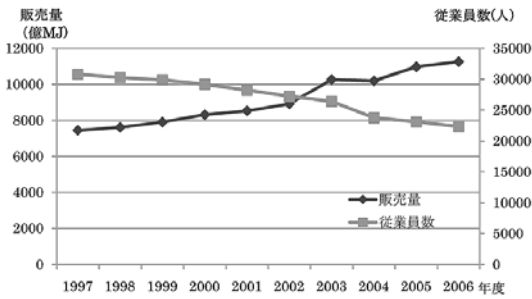


図2 ガス販売量と従業員数の推移

候条件、他のエネルギー需要等の複数の要因から影響を受ける。1997年度から1998年度の間販売量の伸びは小さいが、この時期では実質GDPの対前年度変化率がマイナスとなり、景気後退期に当たる。これに対し、2003年度以降は、ガスの販売量、特に工業用販売量が增大している。その背景として、実質GDPが2003年度に対前年度2.11%増大し、それ以降2%前後で伸びていることに加え、エネルギー価格の上昇や地球温暖化問題への関心の高まり等によって、大口需要家を中心に石油等からガスへの転換が促されたことが指摘されている⁴⁾。

(2) データの作成方法

ガス会社の構造は、図1に示すとおり、製造部門と供給部門に分かれ、それぞれの部門で労働(L)、原材料(M)、資本(K)が投入される。製造部門で製造されたガスが中間投入(Z)、すなわち、製造部門の生産量であり、かつ、供給部門への投入量にあたる。需要家へのガス販売量が供給部門の生産量 Y_1 である。製造部門と供給部門の投入量および生産量のデータは、以下のとおりで作成されている。

製造部門の労働(L_1)は、製造部門の従業員数であり、『有価証券報告書』の営業費用明細表における製造部門の労務費を当該企業の従業員の平均賃金で除したものである。 L_1 の単位は人である。原材料(M_1)は、ガス生産のために使用された原料である。ガス事業者によって燃料の種別が異なるため、ここでは液化石油ガス、液化天然ガス、天然ガスの投入量の合計(単位 トン)と

した。原料に関するデータは、『ガス事業年報』による。資本(K_1)は、『有価証券報告書』の貸借対照表における製造設備(単位 百万円)を企業物価指数の投資財指数で除することで作成した⁵⁾。製造部門の生産量は中間投入(Z)に相当し、これは『ガス事業年報』に記載された熱量で測ったガス生産量(単位 1000メガジュール)である。

供給部門の労働(L_2)は、供給部門の従業員数であり、 L_1 と同様に、『有価証券報告書』の営業費用明細表における供給部門の労務費を従業員の平均賃金で除して作成した(単位 人)。供給部門の原材料として、2種類の変数を採用した。一つの変数(M_2)は熱量で測った外部からのガス購入量(単位 1000メガジュール)であり、データは『ガス事業年報』による。他方の変数(M_3)は、ガス事業者が一般に保守、点検等の業務を子会社等にアウトソーシングしている実態から、委託作業を変数として加えている。これは『有価証券報告書』の営業費用明細表における委託作業費(百万円)を企業物価指数の総平均指数で除することで数量化した。総平均指数を採用した理由は、 M_3 と L_2 が代替的關係にあると考えられ、委託作業の価格は一般的な賃金水準に連動すると仮定したためである。資本(K_2)は K_1 と同様に、『有価証券報告書』の貸借対照表における供給設備(単位 百万円)を企業物価指数の投資財指数で除したものである。供給部門の生産量(Y_1)は、『ガス事業年報』に記載されている熱量で測ったガス販売量(単位 1000メガジュール)である。企業物価指数の価格指数については、日本銀行のウェブサイトから入手した。

5 計測結果

表2は、1997年度から2006年度の13社の企業別効率性の平均値を示したものである。大阪瓦斯と弘前ガスの効率性が高いのに対し、西部瓦斯と四国瓦斯の効率性は相対的に低い。全体的に製造部門の効率性が高い(低い)事業者の供給部門の効率性は高い(低い)傾向があり、一方のみが顕著

に効率性の点で優れている（劣っている）という事業者は見られない。また、製造部門と供給部門の効率値の変動係数は、それぞれ0.368、0.288で、製造部門の方が効率性の散らばりの程度は大きい。

13社のガス事業者の効率値を年度別に平均化したものが表3である。1997年度から2006年度の製造部門の効率性は、0.573から0.708、供給部門の効率性も0.671から0.790に上昇し、時系列で効率性が改善していることがわかる。毎年の企業別の効率値の記載は省略しているが、大阪瓦斯の企業全体の効率性は、すべての期間において0.8を超え、当初から比較的効率性は高かったことに加え、2005年度に0.95、2006年度には1に達している。また、東京瓦斯の場合、1997年度から2004年度では、企業全体の効率性の値は0.57～0.84の間であったが、2005年度に0.93、2006年度に1となっており、この数年間で東京瓦斯の効率性も向上している。

$x_0^{k*} \leftarrow x_0^k - s^{k*}$ の関係より、どの投入要素にどの程度の過剰性が存在するのかを検討することができる。ここでは、最適な投入量と実際に観察された投入量の差を観察された投入量で除することで、効率化を達成するために必要な生産要素の投入量の削減率を算出した。製造部門の労働では、東京瓦斯と大阪瓦斯の削減率が当初、68%であったのに対し、2006年度では0%になっている。大手2社の場合、製造部門の労働の削減率が大幅に縮小しており、労働投入が適正量に近づいたことが効率性向上につながっている。今回の分析は、効率性の変動要因を分析するものではないが、大手ガス事業者の投入量が最適水準に近づいたことの背景として、競争環境の変化が挙げられる。ガス市場では、1995年に200万 m^3 以上、1999年では100万 m^3 以上、さらには2004年には50万 m^3 以上の需要家を対象に、新規参入が認められてきた。この50万 m^3 以上の需要家への販売量は、市場全体の52%に相当し、2004年時点で市場の半分が競争市場になったことになる。自由化対象市場における新規参入者の販売量で測った市場占有率は、2006年度で9.7%にとどまっているが、競争の対

表2 企業別平均（1997～2006年度）

	全体	製造部門	供給部門
東京瓦斯	0.732	0.679	0.811
大阪瓦斯	0.898	0.843	0.981
東邦瓦斯	0.623	0.634	0.606
西部瓦斯	0.354	0.302	0.431
広島ガス	0.559	0.512	0.631
山口合同ガス	0.549	0.582	0.500
四国瓦斯	0.351	0.237	0.522
日本瓦斯	0.508	0.423	0.634
日本海ガス	0.737	0.771	0.687
新日本瓦斯	0.636	0.565	0.743
沖縄瓦斯	0.725	0.760	0.673
八戸ガス	0.787	0.678	0.952
弘前ガス	0.898	0.864	0.949
平均	0.643	0.604	0.702
変動係数	0.305	0.368	0.288

注 $W^1=0.6$ $W^2=0.4$

表3 年度別平均

年度	全体	製造部門	供給部門
1997	0.612	0.573	0.671
1998	0.599	0.556	0.664
1999	0.605	0.568	0.661
2000	0.625	0.595	0.669
2001	0.621	0.592	0.664
2002	0.607	0.561	0.677
2003	0.627	0.583	0.692
2004	0.656	0.582	0.766
2005	0.736	0.720	0.760
2006	0.741	0.708	0.790
平均	0.643	0.604	0.702

象となる大口需要家が多い都市部を供給区域とする東京瓦斯や大阪瓦斯では、2005年度以降に効率

値が上昇しており、自由化範囲の拡大を背景に、既存企業が効率性を高めていることがうかがえる。

また、政府は従来から原料としての液化天然ガスは安定的供給が見込まれること、高カロリーであるため導管効率が高まること、製造設備が簡素化されること、輸送上の損失がなく、エネルギー効率が高いことを理由に、石油系原料から液化天然ガスへの転換を提唱してきた⁶⁾。現在、大手ガス事業者は、液化天然ガスへの転換をほぼ完了したが、原料変更には液化天然ガスの受け入れや供給のための設備の新設に加え、燃料変更に伴い、すべての需要家のガス器具の点検、調整が必要となる。現在、液化天然ガスに移行中のガス事業者もあれば、中小のガス事業者の中には、現在でも液化石油ガスを使用し続けているところもある。

ガス事業者の規模の経済性の計測を行った竹中・浦野(1994)は、液化天然ガスを原料にすることは、生産性を高めるが、液化天然ガスへの移行段階では、複数の原料と製造方式の併存によって液化天然ガスのメリットが相殺されること、供給部門においても液化天然ガスへの転換のための費用が必要となることを指摘した。本論文では、竹中・浦野の指摘を踏まえ、計測期間である10年間に投入された原料(トン)のうち、液化天然ガスの占める比率の変化が10%以下の8社と、比率の変化が10%を超える5社に区分し、効率性の時系列変化を集計した。その結果が表4である。前者8社のうち、4社は液化石油ガスや他の原料から液化天然ガスへの移行をほぼ完了している。他の4社は液化天然ガスよりも熱量が低い液化石油ガスを原料として使用し続けており、液化天然ガスの使用はゼロである。一方、比率の変化が10%を超える5社のうち、比率の変化の最小値は西部瓦斯の24%であり、残り4社の変化率は50%を超える。日本海ガスでは原料に占める液化天然ガスの比率は0%から88%、山口合同ガスでは0%から97%に上昇しており、この10年間に原料を液化石油ガスから液化天然ガスに急速に移行させていることがわかる。

表4に示されるとおり、原料種別の構成比率に

大きな変化がない事業者は、原料を液化天然ガスに移行中の事業者と比較して、効率値が平均で約0.2ポイント高い。順位和検定の結果、3種類の効率性すべてについて1%の有意水準で移行を完了した、あるいは燃料種別の変更を行っていない事業者の方が、移行中の事業者の効率性よりも高い。原料を液化天然ガスに転換することは、経済性の点で有利ではあるが、移行期間中は二重投資や保安サービスの点から費用を要し、効率性の向上を期待することは難しいと言える。

また、燃料構成比の変化が小さいガス事業者8社に限定して効率性の再計測を行った結果、10年間の8社の効率値平均は、企業全体で0.758、製造部門で0.729、供給部門で0.802であった。3種類すべてに関し効率性の平均値を上回るのが、大阪瓦斯と弘前ガスである。八戸ガスは製造部門の効率性が平均をわずかに下回るが、他の2つの効率値では平均を上回る。つまり、八戸ガスや弘前ガスは、原料として液化石油ガスを使用しているものの、比較的高い効率性を達成していると言えることができる。図2で示されるとおり、ガスの販売量は全体としては増加しているが、八戸ガスと弘前ガスでは減少傾向にあり、大規模な設備投資は行われていない。これら2社の効率性が相対的に高い要因に関しては、詳細な分析が必要であるが、市場の低迷による投入の抑制に加え、これらの企業が置かれている競争環境も影響していると考えられる。供給区域内世帯数に対するメーター取り付け数の比率で定義したガスの世帯普及率は、大阪瓦斯ではほぼ100%であるのに対し⁷⁾、八戸ガスの普及率は、2006年度で36.6%、弘前ガスでは40.8%である。本論文の対象である一般ガス事業者は、導管を通じてガスを供給する。これ以外の主たるガスの提供形態として、液化石油ガスを入れたボンベを需要家の近隣に設置してガスを供給する方式がある。このような液化石油ガス販売業は、ガス事業法ではなく、液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律で規定され、一般ガス事業者と比べ簡素化された規制下にある。この液化石油ガス販売業者には供給義務はなく、導管の敷設を必要としないため、需要密度

表4 原料に占める LNG 比率変化別の効率性

年度	全体		製造部門		供給部門	
	10%以下	10%超	10%以下	10%超	10%以下	10%超
1997	0.703	0.466	0.664	0.427	0.762	0.525
1998	0.684	0.464	0.637	0.427	0.753	0.520
1999	0.683	0.482	0.639	0.454	0.748	0.523
2000	0.703	0.500	0.665	0.483	0.759	0.526
2001	0.701	0.493	0.661	0.482	0.761	0.509
2002	0.676	0.496	0.613	0.477	0.771	0.526
2003	0.694	0.519	0.639	0.494	0.777	0.556
2004	0.745	0.514	0.682	0.423	0.839	0.650
2005	0.796	0.640	0.754	0.666	0.859	0.601
2006	0.875	0.527	0.853	0.475	0.907	0.604
平均	0.726	0.510	0.681	0.481	0.794	0.554

の低い地域にも参入可能であり、また、一般ガス事業者の供給区域内にも参入することができる。家計や企業のエネルギー源としては、石油、電気、ガスがあり、ガスの中でも一般ガス事業者とボンベによる販売とは競合関係にある。普及率が低い一般ガス事業者の場合、石油や電気に加え、液化石油ガス販売業者からの競争圧力を受けていることも考えられる。

6 おわりに

本論文では、ネットワーク DEA によって都市ガス事業の技術効率性の計測を行い、10年間の効率性の変化について分析した。ガス市場では1995年より段階的に新規参入が認められているが、自由化対象が拡大された2004年以降のガス会社の効率性については改善が見られる。効率性の向上には景気回復や他のエネルギーからの転換に伴う需要の増大が影響していると思われるが、競争が既存事業者の効率化のインセンティブになった可能性も考えられる。また、原料の種別を変更中のガス会社は、既に液化天然ガスへの移行を終えた企業あるいは移行を行っていない企業よりも効率性

は平均で低いという結果が得られた。液化天然ガスは経済性が高い原料ではあるが、移行に伴う非効率性は加味する必要がある。

ここで、同じネットワーク産業であり、競争が進展している情報通信産業の競争形態とガス産業とを比較してみよう。都市ガスと呼ばれる一般ガス事業は、1995年に始まる段階的な自由化以前から、石油、電力、液化石油ガス販売業者と競争関係にあった。つまり、ガス事業では、いわゆるモード間競争が以前から存在し、これに加えて大口需要家を対象とする自由化によって、市場は限定されるが、モード内競争が発生するようになった。これは情報通信産業の競争とは異なる経路をたどっている。情報通信産業の場合は、日本電信電話公社の民営化とともに、大口・小口という利用者層やサービスの区分なく、すべての分野に新規参入が認められた。その結果、長距離通信や移動体通信等、同種のサービスを提供する事業者が出現し、既存事業者である NTT との間でモード内競争が機能するようになった。その後、ブロードバンド・インターネットの普及を背景に、通信と放送の融合や固定通信と移動体通信の融合というネットワーク統合が進みつつあり、これに伴っ

て、従来の市場の枠を超えたモード間競争が起こっている。これまでの情報通信市場におけるモード内競争は、サービス内容の差別化が長期にわたって維持しにくく、競争は主として価格競争であり、それぞれの市場で事業者が互いの行動を意識する、いわゆる顔の見える競争が行われてきた。一方、エネルギー市場において従来から存在しているモード間競争では、電気やガスというようなエネルギーの種別によって、消費者が購入する機器が特定される。これらの機器は、相当の価格がつけられた耐久消費財であるため、いったん設置された機器は、消費者が種別を超えて事業者を変更する際の障壁となり、モード間競争の機能の制約にもなり得る。ガス事業の場合、モード内競争は始まって間がないが、これはモード間競争よりも企業に対し直接的な影響を与えると想定される。一般ガス事業者は、大口需要家市場における競争の進捗状況によっては、これまで以上に効率化を求められることになるであろう。

最後に、本論文の計測の問題点を挙げておきたい。日本の一般ガス事業には、2006年度末で180の私営事業者、34の公営事業者が存在する。しかし、2006年度時点で『有価証券報告書』を提出している企業は22社に限られ、また、過去にさかのぼって報告書を提出している企業であり、かつ、一定程度、自社でガスを製造している企業を対象にした結果、今回の計測対象は13社に限定されることとなった。今回の対象企業の2006年度時点の生産量は、日本の私営一般ガス事業者全体の81.6%を占め、生産量ベースでは市場の大半を反映しているが、企業数の観点では、ごく一部の企業を対象とした分析であることは認識しておく必要がある。

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究B、課題番号19310098）による研究助成を受けている。

注

- 1) ガス事業の制度改革については、井手・岡本（2004）および藤原（2007）参照。

- 2) メガジュールはガス1 m³の熱量であり、1メガジュール=238kcalである。
- 3) 一般ガス事業者とは、ガス事業法第2条で、「一般の需要に応じ導管によりガスを供給し、経済産業大臣から許可を受けた事業者」と定義される。
- 4) ガス需要については、経済産業省『エネルギーに関する年次報告書』、資源エネルギー庁の『制度改革評価小委員会報告書』の参考資料等で分析が行われている。
- 5) 資本データについては、一般的にベンチマークとなる資本データをもとに、恒久棚卸法を使って系列を作成する方法がとられるが、今回は適切なベンチマークのデータが存在しない。また、ガスの製造方法が異なるため、資本全体を代表する物量ベースのデータも見あたらぬ。資本データの代理変数として減価償却費等の費用データを採用することも考えたが、とりわけ小規模なガス事業者においては、会計方法の変更等により減価償却費は大きく変動する。資本設備が毎年著しい変動をすることは現実的ではないことから、本論文では貸借対照表の製造設備、供給設備を実質化した上で使用した。資本に関するデータの精緻化については、今後の課題である。
- 6) 液化天然ガスへの移行については、1977年の総合エネルギー調査会基本問題懇談会の中間答申で明記され、現在、財団法人天然ガス導入促進センターで液化天然ガスへの転換の支援措置がとられている。
- 7) 大阪瓦斯全体としての普及率は100%ではあるが、奈良県の普及率は2006年度末現在、74.0%、滋賀県で63.2%、和歌山県では47.5%である。大阪瓦斯の場合、大阪府、京都府、兵庫県の3県の需要家で大阪瓦斯の需要家全体の95%を占めるため、普及率は高くなるが、大都市を含まない地域では、導管によるガス供給が全域的に行われているわけではない。また、世帯普及率は、どの範囲までを業務区域とするかという設定によっても影響を受ける。

参考文献

- 浅井澄子 (2008) 「ガス事業の実証分析のサーベイ」『ガス事業研究会報告書』28-45 社団法人都市エネルギー協会
- 井手秀樹・岡本毅 (2004) 「日本のガス産業：構造と変革」植草益編『日本の産業システム エネルギー産業の変革』第7章 NTT 出版
- 経済産業省資源エネルギー庁ガス市場整備課『ガス事業年報 1997-2006年度』社団法人日本ガス協会
- 経済産業省 (2008) 『平成19年度 エネルギーに関する年次報告書』<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2008/index.htm> (2008年8月5日閲覧)
- 衣笠達夫 (2000) 「アメリカ・ガス供給産業の効率性および技術進歩の分析」『公益事業研究』第52巻 第2号 53-60
- 竹中康治・浦野浩 (1994) 「費用分析」植草益・横倉尚編『講座・公的規制と産業② 都市ガス』第3章 NTT 出版
- 竹中康治・長谷川秀夫 (2004) 「世界のガス産業：構造と改革」植草益編『日本の産業システム エネルギー産業の変革』第6章 NTT 出版
- 筒井美樹・刀根薫 (2008) 「環境要因を補正した日米電気事業の効率性比較」『社会経済研究』No. 56 113-130 財団法人電力中央研究所 社会経済研究所
- 内閣府編 (2001) 『政策効果分析レポート 2001』財務省印刷局
- 内閣府経済社会総合研究所編 (2003) 『経済分析 産業別生産性と経済成長：1970-98年』内閣府経済社会総合研究所
- 藤原淳一郎 (2007) 「ガス市場の自由化」藤原淳一郎・矢島正之監修『市場自由化と公益事業』第II部 第2章 白桃書房
- 横倉尚 (1994) 「日本の都市ガス産業」植草益・横山尚編『講座 公的規制と産業② 都市ガス』第1章 NTT 出版
- Carrington, R., T. Coelli and E. Groom (2002) “International Benchmarking for Monopoly Price Regulation: The Case of Australian Gas Distribution,” *Journal of Regulatory Economics*, 21 (2), 191-216.
- Cooper, W. W., L. M. Seiford and K. Tone (2007) *Data Envelopment Analysis*, second edition, Springer.
- Cristensen, L. R. and W. H. Greene (1976) “Economies of Scale in U. S. Electric Generation,” *Journal of Political Economy*, 84, 655-676.
- Färe, R. and S. Grosskopf (2000) “Network DEA,” *Socio-Economic Planning Science*, 34, 35-49.
- Gordon, D. V., K. Gunsch and C. V. Pawluk (2003) “A Natural Monopoly in Natural Gas Transmission,” *Energy Economics*, 25 (5), 473-485.
- Hammond, C. J., G. Johnes and T. Robinson (2002) “Technical Efficiency under Alternative Regulatory Regimes: Evidence from the Inter-war British Gas Industry,” *Journal of Regulatory Economics*, 22 (3), 251-270.
- Lewis, H. F. and T. R. Sexton (2004) “Network DEA: Efficiency Analysis of Organizations with Complex Internal Structure,” *Computers & Operations Research*, 31, 1365-1410.
- Löthgren, M. and M. Tambour (1999) “Productivity and Customer Satisfaction in Swedish Pharmacies: A DEA Network Model,” *European Journal of Operation Research*, 115, 449-458.
- Prieto, A. M. and J. L. Zofio (2007) “Network DEA Efficiency in Input-Output Models: With an Application to OECD Countries,” *European Journal of Operational Research*, 178, 292-304.
- Sexton, T. R. and H. F. Lewis (2003) “Two-stage DEA: An Application to Major League Baseball,” *Journal of Productivity*

- Analysis*, 19, 227–249.
- Sickles, R. and M. L. Streitwieser (1992) “Technical Inefficiency and Productive Decline in the U. S. Interstate Natural Gas Pipeline Industry under the Natural Gas Policy Act,” *The Journal of Productivity Analysis*, 3, 119–133.
- Tone, K. (2001) “A Slack-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis,” *European Journal of Operational Research*, 130, 498–509.
- Tone, K. and M. Tsutsui (2008) “Network DEA : A Slack-based Measure Approach,” *European Journal of Operational Research*, forthcoming.
-

Efficiency of Japanese Gas Business

SUMIKO ASAI

School of Social Information Studies, Otsuma Women's University

Abstract

In the Japanese gas business, new entry to the market for large-scale users has been authorized by the revision of the Gas Business Law in 1995. Continuously, the field of liberalization was expanded between 1999 and 2004. This paper calculates the efficiency of gas companies during the period from 1997 to 2006 using network DEA and evaluates the effect of the regulatory reform in the gas market.

As a result of calculation, the efficiencies in both manufacturing and distribution sectors have improved since 2004. Furthermore, gas companies have recently substituted liquid natural gas (LNG) for liquid petroleum gas (LPG) as material for the manufacture of gas. Although LNG has economic merits, efficiency of the gas companies in transition from LPG to LNG was lower than that of other companies. The result implies that the improvement of efficiency may not be expected when they are in transition.

Key Words (キーワード)

gas (ガス), network DEA (ネットワーク DEA), efficiency (効率性)