

【論文】

都市ガス市場の自由化が設備投資に与える影響の考察

花 田 真 一¹

1. はじめに

本論文は、都市ガス市場の自由化が設備投資に与える影響を理論的に考察したものである。1990年代後半より進められてきたエネルギー市場の自由化はほぼ完了し、都市ガス市場も2017年に小売市場の全面自由化が行われた。電力市場と都市ガス市場は同列に論じられることが多いが、実際には都市ガスにはネットワークが地域的に分割されていることやLPガスという代替財との競争が存在するなど、大きな差がある。電力市場に関する研究と比べるとあまり行われていない都市ガス市場について、特にLPガスとの競争や市場拡大と競争の観点から論じることが本稿の目的である。

分析のために、需要家、小売事業者、導管事業者、LPガス事業者の4種の主体が存在する状況を想定し、導管の長さがどのように決定されるかを静学モデルを用いて検証した。分析の結果、LPガスとの直接の競争にさらされないことが市場拡大効果の減少を生み、自由化により導管に対する投資が減少する可能性が示唆された。また、それを防ぐために託送料金の調整などが必要であることも示された。

2. 研究の背景

本論文は、都市ガス市場の自由化が設備投資に与える影響を静学モデルを用いて理論的に考察するものである。それに先立って、本章では都市ガス市場の特徴とエネルギー市場の自由化について概観する。まず、第1節で本研究と関連する日本の都市ガス市場の特徴について述べ、次いで第2節で他の生活インフラ市場と比較しつつ、自由化が市場の競争に与える影響と設備投資に関する問題を指摘する。第3節ではガス導管投資についての先行研究を概観する。

2.1 ガス市場の特徴

日本において、家庭におけるガスの利用は電気・水道と並んで生活に必要なインフラに位置付け

¹ 本研究を行うにあたり、大阪ガスの規制と競争研究会で行われた報告とディスカッションから大変有意義な示唆をいただいた。また、大阪ガスの平沼誠氏にはガス市場の現状について、示唆に富む様々な情報を提供いただいた。感謝の意を表したい。本研究は大阪ガス「規制と競争」研究会第4期分科会研究助成およびJSPS若手研究B（研究課題番号22K13378）の研究助成を受けている。なお、論文に含まれる誤りはすべて筆者にのみ帰属する。

られている。オール電化などの一部の住宅を除き、多くの家庭がガスを調理や給湯のために利用している。家庭におけるガスの利用は、大きく2つに分類されると考えられる²。

まず、1つ目の利用形態は都市ガスの利用である。都市ガスは、主にメタンから生成され、気体として地中に埋設されたガス導管を通して各家庭にガスを供給するものである。ガス製造所で製造されたガスがガスホルダーに貯蔵され、ガス導管を通じて各世帯に配送され、利用される。後述するLPガスと比較すると、各家庭への配送にかかる費用は少なくすむ。そのため、ガス料金は一般的にはLPガスよりも低い傾向にある。また、料金体系は通常は使用量に応じた従量料金を中心となる³。一方で、ガス管によって接続されていない家庭には通常は供給ができない。ガス管の埋設には一定の費用がかかり、ある程度の需要密度がないとガス管の埋設費用を回収することができない。需要密度が高くなるほど1世帯当たりにかかる基幹となるガス管の設置費用が相対的に安くなるため、費用逓減産業としての特徴を持つ。また、通常は少なくともガスホルダーと接続する必要があるため、とびとびに導管を設置するのは効率が悪い。

2つ目の利用形態がLPガスの利用である。LPガスはプロパンやブタンを主成分とした液化石油ガスであり、配送車によって利用施設に備え付けられた貯蔵ボンベへ配送する形で供給されるものである。ガス導管に接続されていない建物にも供給可能であるが、配送車を利用して定期的に補充やボンベの交換を行う必要があるため、配送費用自体は都市ガスと比較すると高い傾向にある。そのため、消費者が直面する価格も都市ガスと比較すると高い傾向にある。個別配送が基本となるため、都市ガスと比較すると規模の経済の影響が小さく、費用逓減産業としての側面は弱いと考えられる⁴。また、料金体系も通常は配送や機器の貸し出し部分を考慮した使用量にかかわらず固定費にあたる基本料金に、ガス使用量を反映した従量料金を加えたものになることが多い。

以上みたように、日本ではガス市場に2種類のガスが存在しているのが特徴であり、各ガス会社は3種類の競争に直面していると考えられる。まず1つ目が、同一種類ガス市場内での競争である。従来、都市ガス会社は規模の経済を考慮して地域独占が認められてきた。しかし、1990年代後半より段階的に自由化がすすめられ、2017年には一般家庭を含めた自由化が完了している。よって、都市ガスの導管が埋設されているエリアにおいて、都市ガス会社同士の競争が行われている。LPガスについては、従来より競争が行われてきた。このように、通常の財・サービスと同様の市場内の競争が存在する。

2つ目は、ガス市場間での競争である。前述のように、都市ガスは導管を通じて配送される。したがって、ガス導管が埋設されていないエリアにおいてはLPガスが基本的な選択肢となる。一方、ガス導管が導入されているエリアにおいては、理論上はLPガスを契約することも可能である

² 他の利用形態としては、携帯ガスボンベを利用したものや簡易ガスを利用したものなどがあるが、割合としては大きくないため本稿では省略する。

³ ただし、会社によっては基本料金を設定している場合もある。

⁴ よって、地域独占は認められておらず、自由価格が採用されている。

が、通常は都市ガスのほうが支出が少なくて済むため、都市ガスが選ばれる⁵。このように、一見エリアごとにすみわけが行われているように見えるが、都市ガス会社はガス導管の延伸という形で市場を拡大できる。もちろん、ガス導管の延伸にはかなりの費用がかかるため、一定の需要密度が必要である。また、ガス導管のうちガス本管とよばれる部分はガス会社の所有となるが、ガス本管と各世帯を結ぶ引き込み管とよばれる部分は通常は各世帯が工事費を負担することになる。さらに、都市ガスとLPガスは性質が異なるため、同じ機器を利用することができない。ガスの種類を変えることは、消費者にとっても機器の買い替えなどのスイッチング・コストが必要になる。このようなハードルが存在するが、都市ガス会社は導管に対する投資という形で市場を拡大することができる。一方で、LPガス会社は従来より自由料金制であり個別契約が可能のため、理論的には都市ガスエリアの周辺部分の世帯に安いLPガス価格を提示し、都市ガスの延伸を防ぐことが可能となる。このように、ガス市場間での競争が行われている。なお、都市ガスエリアが日本の国土に占める面積は約6%と小さいが、需要密度が高い地域が都市ガスエリアであるため、世帯数では都市ガスが約2,600万世帯に対してLPガスが約2,400万世帯と、都市ガスのほうがやや多くなっている⁶。

3つ目の競争は、他のエネルギーとの競争である。家庭内でのガス利用の中心は調理、給湯、暖房機器などであると考えられるが、これらはいずれも電気で代替可能である。ガスコンロの代わりにIHクッキングヒーターなどを利用し、ガス給湯器の代わりに電気給湯機を利用し、ガストーブの代わりにエアコンを利用することで、ガスを利用しないことが可能である。実際にオール電化住宅とよばれるガスを利用しない住居が存在している。完全にガスを使わないオール電化住宅については、富士経済研究所の2020年の調査では約25.3万戸と数としては多くはない。しかし、家庭内での機器の置換えによる個別用途ごとの競争は存在していると考えられる⁷。電力市場もガス市場と同様、自由化が行われており、他のエネルギーとの競争は存在している。

本論文は、この3つの競争のうち、特に2つ目の点に着目し、自由化の影響について論じることを目的とするものである。なお、1つ目の競争に関する研究は数多く行われてきており、3つ目の点についても Alberini (2011)、花田 (2020) などで需要の代替の価格弾力性に注目した研究が行われている。

⁵ 石油情報センターの液化石油ガス価格分布状況によれば、2022年4月の東京都におけるLPガス5㎡の平均価格は約4,667円である。都市ガスとLPガスの熱量を比較すると、LPガスは都市ガスの約2.18倍であるため、LPガスの5㎡は都市ガスの10.9㎡と熱量的には等価である。都市ガス最大手の1つである東京ガスの一般契約料金では、10.9㎡の使用料金は約2,606円である。青森県の場合、LPガスの5㎡の平均価格は2023年4月において約8,102円であるのに対し、弘前ガスの10.9㎡の価格は約4,063円である。

⁶ 都市ガスについては日本ガス協会、LPガスについては日本LPガス協会の公表資料を参照した。

⁷ 経済産業省の生産動態統計によれば、2021年のガスこんろの販売数量は約315万台である。クッキングヒーターの販売数量は約74万台であり、2021年に機器の購入を行った世帯の2割弱は調理を電気で行うことを選択していることになる。

2.2 ガス市場の自由化が設備投資に与える影響

本節では、他のインフラ市場とガス市場の特徴を対比しながら、自由化が設備投資に与える影響について考察する。まず、自由化が進行しているインフラ市場として電力市場を挙げ、ガス市場の特徴を示す。次いで、その特徴が電力市場と比較して、自由化にどのような影響をもたらすかについて考察する。なお、以下では特に本研究に関連する部分に絞って議論を行うが、より全体的なエネルギー市場改革や電力市場とガス市場の比較については、例えば小柳（2018）などを参照のこと。

ガス市場と同様、自由化が進行しているインフラ市場に電力市場がある。電力と都市ガスはいずれもエネルギーに関連する市場であり、全面自由化が行われた時期や配送部門の分離の方法なども似通っている。しかし、両者にはその特徴に大きな違いがある。以下に、その点を述べる。

両者の最大の違いは、ネットワークの構造にある。電力市場については、ネットワークはほぼ日本全体に張り巡らされている⁸。一方で、ガス導管については都市部に限定されている。また、各エリア間の接続も完全には行われていない⁹ため、現状は独立したネットワークが日本の各所に散らばっている構造になっている。このような差が生まれた理由については都市ガスにはLPガスという代替財が存在しているため電気と比べてネットワーク拡大の必要性が小さかったこと、ガス管は地中に埋設する必要があるため山間部をまたぐ接続については空中の架線に対処できる電力と比較して膨大な費用がかかるため地域間の接続が行われなかったこと、などさまざまな点が挙げられている。経緯はともあれ、ネットワークが地域的に独立し分散している、という点は、特に供給面において大きな差をもたらすことになる。

小売市場の自由化に伴い、事業者が地域を越えた販売が可能になった点は電力市場も都市ガス市場も同様である。小売事業者は各消費者と契約し、需要を満たすだけのサービスをネットワークに供給する。ネットワークに投入された財は投入者と利用者の直接的な関係は把握できないが、ネットワーク全体の需要と供給が釣り合っている限り、契約事業者が投入したサービスを、契約消費者が利用しているとみなすことでやり取りが成立することになる。電力市場の場合は小売事業者が発電事業者と契約して電力を調達し、発電事業者はその契約に従って発電した電力を系統へと流す。都市ガス市場の場合は小売事業者が都市ガスを調達してガスホルダーに供給することになる。このとき、電力市場については系統が全国に張り巡らされているため、発電事業者の立地については基本的に問題とならない。例えば東京の世帯と小売契約を結んでいる小売事業者は、その契約を満たすための電力を青森県の事業者から調達することも、東京都内の事業者から調達することも、可能

⁸ 厳密に言えば周波数の違いにより、東日本と西日本に分割されている。しかし、連携線によって限定的ながら両ネットワーク間のやり取りが可能であり、ガスと比較すれば全国的に張り巡らされたネットワークであるといえる。

⁹ 首都圏と中京圏、関西圏のように主要なエリアはパイプラインで接続されているが、弘前のように独立したエリアも多い。

である¹⁰。したがって、ほぼ日本全体、少なくとも東日本・西日本のエリアごとの、発電事業者が調達先の候補としてあがり、その意味で小売事業者もどのエリアにも理論上は制約なく参入することができる¹¹。また、系統の利用料として託送料を送電事業者に支払う必要があるものの、基本的に供給地に関係なく一括して電力を調達すればよいことになる。一方、都市ガスについてはネットワークが地域的に独立しているため、小売事業者はネットワークごとにガスを確保し、供給する必要がある。電力であれば、東京の需要と盛岡の需要を合わせて青森からの供給で賄うことが可能であるが、ガスについては東京は東京、盛岡は盛岡とそれぞれのガスホルダーに供給する必要がある。また、都市ガスの製造所の多くは海外からのLNGタンカーが到着する港湾部に設置されており、場所が限られる。港湾部の製造所に接続していない地域についてはLNGローリーなどでその地域のガス製造所までLNGを運搬する必要がある。よって、こうした施設を持たない小売事業者の場合、製造されたLNGを購入し、ガスホルダーの使用料とガス導管の託送料を負担する必要がある。すでにガスホルダーや製造所を所有している都市ガス会社であれば、この部分の負担が小さくなる。よって、電力と比べると調達の範囲が限られ、設備を所有する既存の会社に比べて新規参入のハードルが高いことになる。旧電力会社のようにLNGを発電に利用していたため国内に一定の設備を所有していた場合を除くと、電力市場と比較して参入コストはかなり高くなる。

また、供給者の範囲も電力市場と都市ガス市場では異なる。電力の場合、特に再生可能エネルギーの普及により、多くの発電会社が日本国内に存在している。そのため、発電事業者間での競争も発生し、調達コストがある程度抑えられることが期待される¹²。一方、都市ガスについては製造能力を持つ事業者が限られており、輸送コストによって地域的にも分断される¹³ため、供給会社間での競争が起きにくい。

こうした違いにより、自由化による設備投資にも違いが生まれると考えられる。電力市場の場合、送電事業者の設備投資は基本的に置換え投資が中心となる。つまり、すでに日本中に電力網が張り巡らされているため、新たな送電網構築の費用はほとんど必要なく、老朽化や事故により性能

¹⁰ なお、供給地と需要地の距離が離れても、直接的な送電ロスのような非効率が発生しない。需給が均衡していれば供給地と需要地の対応はあくまで契約上のものであり、実際に青森県で発電した電気を東京まで送電して利用しているわけではないからである。実際には青森県で発電された電気は青森県の近辺で利用されることになり、送電ロスはその意味では小さい。ただし、需要地と供給地のバランスが大きく崩れ、需要地の遠隔地からの供給が多くなれば、間接的に送電ロスは増大していくことになる。

¹¹ 実際には検針などの業務の存在もあり、一定以上の需要が見込めないエリアに参入するのは効率が悪い。ただし、この点についてはスマートメーターの発達と、送電事業者に対する小売事業者への需要情報の提供の義務化などにより、解消することが検討されている。

¹² 近年問題視される電力卸売価格の高騰は、基本的に供給予備力の不足と円安による調整力コストの増大による高需要期の価格高騰の影響であり、競争が制限されていることによるものではないと考えられる。

¹³ 理論上は新潟の製造所で生成した都市ガスを弘前で利用することも可能であるが、輸送コストがかかるため、現実には難しい。

を發揮できなくなった電力系統を置き換えることが中心となる¹⁴。また、電力は代替財が存在しないため、ユニバーサル・サービス規制¹⁵により必要とするすべての需要家に送電網を提供することが義務付けられている。したがって、系統に対する設備投資に経営判断が占める余地は比較的小さい。一方、都市ガス市場の場合はLPガスという代替財が存在していること、エネルギー利用としては電力で代替可能なことなどから、ユニバーサル・サービス規制は課されていない。よって、置換え投資だけでなく、系統の拡大・縮小も経営判断として必要になる。

従来は都市ガスについては地域独占が認められており、総費用に一定の利益を加えて料金を決定する総括原価方式がとられていた。そのため、基本的に導管の拡大・縮小の費用は料金でカバーされており、あとはその料金で需要密度を確保できるか、が投資決定の基礎となっていた。総括原価方式は、基本的には平均費用に基づいて価格を決定する仕組みであり、平均費用が上がれば料金も上がることになる¹⁶。上がった料金がLPガスの料金や引き込み工事の費用、機器の置換え費用を上回った場合は系統を拡大しても需要が見込まれない。こうしたエリアに導管を延伸すると利益が減少するため、このバランスが系統規模の決定の要因となっていた。

都市ガス市場の自由化により、導管部門の製造・小売部門からの分離が進められている。東京ガス・大阪ガス・東邦ガスの大手3社については法的分離が行われ、それ以外のガス会社についても会計分離が行われた。法的分離については制度上は完全に切り離されるため、一定の独立性の確保が期待されるが、会計分離については持株会社としてのグループ企業化が認められるため、完全な経営の独立にはならない可能性もある。経営の独立が十分に行われず、一方で小売りの自由化が行われた場合、新規参入による利益の減少を考慮し、導管の延伸が適切に行われない可能性がある。この点を理論的に考察するのが、本論文の目的である。

2.3 ガス導管投資をめぐる先行研究

ガス導管に関する投資行動については、以前より関心もたれており、実務家の視点、および理論的な側面から研究が行われてきた。しかし、電力網に比較すると日本の独自性が強いこと、対象となるエリアが一部に限られること、などから、電力市場に比較するとその数は少ないように思わ

¹⁴ 新たな発電所を系統に接続する投資は必要になるが、これは基本的には義務化されているため経営判断ではない。また、原子力発電所のような大規模な発電所が新設されるのでない限り、接続に必要な系統の費用は全体の系統維持費用に比べると小さい部分であると考えられる。

¹⁵ 生活に必要なサービスについて、地域間の格差をなくし均一に提供することを義務付ける規制。例えば都市部に比べて需要密度が低い地方部に供給を行う場合、需要量に対して長い送電線が必要になり、費用がかかるのに対して収入が低くなる。また、この費用を地方部の需要家に転嫁した場合、価格の上昇が発生し、利用が制限される可能性がある。そのため、制度的な規制を課し、都市部の利益で地方部の費用を補填することで、居住地による不均衡を小さくしている。

¹⁶ もちろん、許容された利益率を下回るとは認められるため、料金を上げないことも可能である。しかしこの場合は単に利益が減ることになるため、通常こうした判断は行われないと考えられる。

れる。また、エネルギーの自由化や配送部門の分離について論じた論文も、ガス市場を視野に入れつつ、その中心は電力市場である場合が多いように思われる。本節ではそうした状況の中でも、本論文に関連すると思われる研究をいくつか紹介し、本論文の位置づけを明確にすることを試みる。

理論的な面から研究したものとしては、まず、陳腐化する公共財の置換えにフリーライダー問題が及ぼす影響について、実験室実験を行った Battaglini et al. (2016) や、寡占市場における参入の意思決定とフリーライダー的な公共財の存在を扱った Gilbert and Vives (1986) などがある。また、日本のガス市場を念頭に置いた研究としては、託送料金の制度設計が自由化のもとでの投資意思に与える影響を考察した手塚・石井 (2017) や、基幹系統への接続と基幹系統自体への投資を分けて分析を行った水野 (2009) などがある。水野 (2009) は、自由化によって導管部門が一般ガス導管事業者と特定ガス導管事業者に分類された状況¹⁷にも通じており、今後重要になるとと思われる視点を提供する研究である。

実務的な面からガス市場の自由化に伴う問題を論じる場合、その視点は事業者としての経営の視点が中心となるものと、ガス市場自由化に付随して生じる問題について論じたものに大別されると思われる。事業者としての視点から自由化について論じたものとしては、例えば小柳 (2018) がある。小柳 (2018) では電力市場とガス市場における自由化について概要を示し、ネットワーク部門や生産部門における競争の必要性を示している。また、野口 (2018) では、自由化によって変わる制度を考察したうえで、事業者の立場からの行政や制度に対する期待と、今後の展望を述べている。ガス市場自由化に付随して起きる様々な論点について網羅的に論じたものに鷺尾 (2016) がある。鷺尾 (2016) では、諸外国の動向も比較しつつ、マーケティングと市場開拓の側面からエネルギー市場の自由化について論じている。コジェネレーションのように、ガスと電力の境界的な産業まで含めたうえで、地域への波及効果や自治体の施策についても論証している。

本論文に特に関係するのは、手塚・石井 (2017) と水野 (2009) である。想定している産業の状況や、モデルにも共通部分がみられる。一方で、手塚・石井 (2017) は託送料の設定が新規参入者と導管への投資に与える影響を考察したものであり、水野 (2009) は基幹系統への参入と新規系統の開拓を考慮した競争をモデル化したものである。両研究は導管への投資という点で本研究と視座を共有しているが、都市ガス企業同士の競争に注目している。本研究は LP ガス会社との競争に着目しており、その点で両研究とは異なる視点の研究であると考えている。

¹⁷ 従来のガス会社が所有していた導管部門については、一般ガス導管事業者として分離される。導管部門については地域独占的な性質が強いが、例えば新規参入者が独自の導管網を整備し、一般ガス導管事業者の基幹導管に接続することは妨げられていない。こうした独自に構築した導管網を基幹系統に接続する導管事業者は特定ガス導管事業者に分類される。

3. 分析モデル

本章では、本論文で用いる分析モデルについて説明する。まず、第1節で本論文の研究の理論的背景となった公共財のフリーライダー問題と、広告経済学における理論を紹介する。ついで第2節でより詳細なモデルを定式化する。

3.1 理論的背景

本論文の理論的背景として、公共財のフリーライダー問題と広告経済学における競争効果と市場拡大効果の議論がある。本節ではこの2つの理論について概観したうえで、理論モデルの基礎的な考え方をまとめる。

経済学における公共財とは、非排除性と非競合性を持つような財・サービスのことである。非排除性とは利用者を制限することができない性質である。非競合性とは利用者の増加によって享受できる財・サービスの質が変化しない性質である。この2つの性質を持つ公共財については、フリーライダー問題が発生し、社会的に最適な水準に比べて低い水準の供給しか行われぬ可能性が指摘されている。

本来、社会的に最適な供給水準はその財・サービスの供給に必要な限界費用と、供給によって得られる社会的限界利益が等しくなる点で決定される。つまり、財・サービスの供給を1単位行うのに必要な費用が、その財・サービスを受け取る中で最も1単位を受け取る利益が低い人の利益を下回っていれば、供給を増やすべきである。限界費用が限界利益を上回っている場合は、社会的にみて損失が拡大しているので供給を減らすべきである。最適な水準は、両者がちょうど釣り合う点になる。このとき前提となるのは、誰かが消費した財・サービスは他の人が消費することができないということと、利用者は対価を支払うということである。つまり、最も限界利益の低い人の支払意思額が、財の供給に必要な費用と釣り合っているので、最後の1財が供給され消費されるのである。一方、公共財は非排除性と非競合性がある。つまり、ある人が対価を払って供給された財・サービスを、対価を払っていない人が利用することを制限できず（非排除性）、利用者は対価を払わなくても対価を払ったのと同等の質の財・サービスを享受できる（非競合性）。したがって、誰かほかの人に対価を払って供給してもらい、自分是对価を払わずにそれを利用しようとするフリーライダーのインセンティブが生まれる。このとき、財を購入するか否かの判断は最もその財を必要とする人の限界利益に基づいて判断され、社会的水準と比べて低い水準の供給しか行われぬことになる。

この点を都市ガス市場に当てはめてみる。導管部門については地域独占が認められているが、その代わり託送料金を支払った利用者（この場合、小売事業者）の利用を妨げないことが義務付けられている。そのため、導管部門には一定の非排除性が存在する。また、需要と供給が釣り合っている限りにおいて、利用者の数によって質が低下するわけでもないため一定の非競合性も存在する。よって、導管部門には公共財的な性質が存在することになる。導管部門についても一定の自由化は行われており、新規事業者が導管を設置することは妨げられていない。しかし、導管の設置費用が

膨大になり、ガスホルダーと接続する必要があるため現実的には既存の導管と接続する必要があること、などを踏まえると、新規参入に期待することは現実的ではないだろう。つまり、新規参入を目指す小売事業者は、自ら導管を設置するのではなく、既存の導管網を利用することが予想される。この場合、公共財の理論の観点から、社会的に最適な水準よりも低い水準、つまり狭いエリアの供給しか行われない可能性がある。

本研究に関連するもう一つの理論的背景として、広告における競争効果がある。経済学においても広告はさまざまな観点から議論が行われてきたが、競争の側面からは競合他社に対する効果と市場を拡大する効果の2つが指摘されている。競合他社に対する効果については、いくつかの説明の仕方はあるが¹⁸、基本的に広告を行うことで自社の財・サービスを他社の財・サービスに対して優位に立たせることができる、というものである。市場拡大効果については、新しいジャンルの財・サービスについて、その財・サービス自体の認知度を高め、市場を拡大するというものである。Akerberg (2001) では、広告を経済学的に分析し、その効果の一つとして認知が低い財の情報を提供することによる市場拡大効果を指摘している。

この状況は、都市ガスの導管延伸問題と共通する部分がある。つまり、ガス導管の延伸は、LPガスに対する都市ガスの供給範囲の拡大という意味で、そのまま市場拡大効果を持つことになる。また、競合他社に対して優位に立つ直接的な効果はないかもしれないが、延伸を自社の需要家が多い地域を中心にするすることで、検針の費用などを抑えることができる可能性がある。そのため、他の競争相手に対して優位に立つ可能性がある。

この2つの状況を踏まえると、以下のようなことが予測される。まず、公共財的性質を踏まえて、自由化によって導管部門に接続されている小売部門の利益が減少し、導管延伸に対する設備投資が抑制される可能性がある。一方で、自由化によってある程度シェアを奪われたとしても、市場が拡大することで需要の大きさ全体が増加することを考慮すると、他社に利用される部分があるにせよ、導管への投資を行うインセンティブが発生しうる。この点を考慮して静学モデルを構築し、その効果を分析する。なお、本研究は今後の発展研究への基礎を提供するものであるため、極力単純化したモデルを採用している。

3.2 モデルの設定

3.2.1 モデルの概要

本研究では、市場におけるプレイヤーとして、需要家、小売事業者、導管事業者、LPガス事業者、の4者を想定する。需要家、LPガス事業者は無数に存在し、導管事業者は1社のみであると想定する。(潜在的)ガス小売事業者は無数に存在するが、地域独占の状況においては参入できな

¹⁸ 例えば他社の製品に比べて自社の製品を印象付ける効果を指摘するものがある。また、広告という費用を事前に支払うことで、その費用を回収できるだけの利益を上げられる自信を見せ、消費者の信頼を得るという理論もある。後者の場合、費用をかければ広告の内容は関係ない。

いため、実質的に垂直に統合された1社のみであると考え。また、自由化後においても小売事業者のうち1社は導管事業者と一定の利益共有関係にあり、必ず供給を行うと考える。

需要家については、以下のきわめて単純な状況を想定する。需要家は一端を中心部、もう一端を郊外部とする直線上に分布しているとする。需要家の密度は一様ではなく、中心部から郊外部に進むにつれて減少していくとする。需要家は都市ガスとLPガスのうち安いほうの財を利用するものとする。また、需要量については各需要家で差がないとする¹⁹。

企業については、以下の手順で行動すると考える。まず第1ステージで導管事業者の導管に対する投資が決定されネットワーク規模が決定すると考える。次いで、自由化の下では第2ステージで小売事業者の新規参入・退出行動が起きると考える。自由化が行われていない地域独占の状況においては新規参入・退出の決定は「しない」に固定され、導管事業者と垂直的統合された小売事業者のみが存在するとする。そして、第3ステージで価格の決定が行われる。

小売事業者の利益は、契約需要家からの料金収入になる。都市ガスは基本的に同質財であるため、事業者間の品質の差はないとする。このため、価格に差をつけることはできず、すべての事業者が同一価格で提供することになる。費用は都市ガスの調達コストと導管事業者に支払う託送料である。託送料は、本論文では単純化のために従量料金のみとし、事業者間に差はつけられないと仮定する²⁰。

導管事業者は、託送料収入から利益を得る。また、利益共有関係にある小売事業者の利益の一部も自社の利益であると認識する。費用は導管の設置費用のみとする。設置費用は距離に比例するとする。また、導管は中心部から連続的に設置することとする²¹。

LPガス事業者については、都市ガスエリアの境界の需要家に対して一定の価格を提供する。提供する価格は境界以外の需要家からの収入も考慮したうえで事業者が提示できる最低価格であるとする。

3.2.2 各主体の定式化

各需要家の需要量を1に基準化する。中心部からの距離 l の需要家の密度は、距離 l の単調減少関数 $D(l)$ にしたがうものとする。導管の長さを L とすると、総需要 D は以下で決定される

$$D = \int_0^L D(l) dl$$

¹⁹ かなり単純化されているが、例えば直線の中心部を中心部とし、両端を郊外とする拡張を行っても結論は変わらない。また、各需要家の需要量には差がないが、需要家密度が異なるため、各地点での需要は異なる。

²⁰ つまり、利益共有関係にある事業者については安価な託送料を設定する、といった差別的扱いはできないとする。

²¹ なお、本モデルは中心部が最も需要が高く、中心部に向かうにつれて単調に減少していくモデルを想定するため、この仮定は本来必要ない。

基準化された需要量 1 に対応する都市ガス価格を P_g とする。小売事業者は、同質財を提供しているため価格差をつけることはできず、各事業者の販売量は総需要を参入企業数で割ったものとする。また、基準化された需要量 1 の都市ガスの調達コストを C_g 、託送料を P_c とする。小売事業者のうち 1 社は既存の小売業者とし、残りを新規参入企業とする。既存の小売事業者はすでにガスホルダーを所有しており、参入のための費用も必要ないとする。一方、新規参入小売事業者はまず、参入のための費用 F を支払うものとする。また、都市ガスを供給するために必要なガスホルダーを自社で建設する場合はそれに加えて E の費用を負担するとする。ガスホルダーを利用せず、代わりに既存事業者のガスホルダーを利用する場合は供給単位当たり r のレンタル料を支払うとする。すると、参入企業数が M のときの新規小売事業者の利益 π_{NE} は以下ようになる

$$\pi_{NE} = \begin{cases} P_g \frac{D}{M} - (C_g + P_c) \frac{D}{M} - F - E & \text{if } E < r \frac{D}{M} \\ P_g \frac{D}{M} - (C_g + P_c + r) \frac{D}{M} - F & \text{if } E \geq r \frac{D}{M} \end{cases}$$

また、ガスホルダーをレンタルすることを選んだ新規参入企業数を δ とすると、既存小売事業者の利益 π_g は以下ようになる。

$$\pi_g = P_g \frac{D}{M} - (C_g + P_c) \frac{D}{M} + r\delta \frac{D}{M}$$

導管事業者の収入は、小売事業者からの託送料収入である。また、利益共有関係にある小売事業者の利益のうち θ の割合を利益として考慮するとする ($0 \leq \theta \leq 1$)。導管事業者の費用は導管の長さに対して C_c であるとし、需要密度によらず一定であるとする²²。すると、導管事業者の利益 π_c は以下ようになる。

$$\pi_c = (P_c D + \pi_g \theta) - C_c L$$

LP ガス事業者については、境界の需要家に対して価格 P_L を提示するとする。

4. 結果

本章では、前述のモデルに基づいて導管事業者の投資意思決定に自由化が与える影響について考察する。まず、基準となる地域独占における状況を考察し、次いで自由化が行われた状況について考察する。

²² 需要密度が高ければ配送する需要家の数が増えるため、この仮定は強い仮定のように見える。ただし、敷地内への引き込み線工事については原則需要家負担であることを考えると、基幹となる導管の整備が中心であるため、必ずしも非現実的な仮定であるとは言えないと考える。

4.1 地域独占のケース

地域独占においては、小売事業者数は $M = 1$ で固定され、 δ は 0 になる。また、小売事業者と導管事業者は一体となるため、 $\theta = 1$ となる。さらに、託送料は同一企業間のやり取りとなるため発生せず、 $P_c = 0$ となる。よって、導管事業者の利潤関数は以下ようになる

$$\pi_c = \pi_g - C_c L = (P_g - C_g)D - C_c L$$

本論文のモデルでは、ガスは必需品であることから需要家は価格によって需要量を変えず、一律 1 単位の需要を行うと仮定している。よって、需要の価格弾力性は 0 になり、価格支配力のある独占の状況では価格が無限大に発散することになる。ただし、需要家は需要量を減らすことはできないが、利用を LP ガスに切り替えることは可能である。よって、地域独占において都市ガスの価格の上限は LP ガスの境界における価格、すなわち $P_g = P_L$ となり、外生的に与えられる。よって、導管事業者の利潤最大化問題は L の決定問題に集約され、一階の条件により

$$\frac{\partial \pi_c}{\partial L} = (P_L - C_g)D(L^*) - C_c = 0 \Rightarrow D(L^*) = \frac{C_c}{P_L - C_g}$$

となるような L^* が選択される。需要家密度は L の減少関数なので、以下の性質を持つ。まず、導管の距離あたりの費用が高い場合、 L^* は小さくなり、供給エリアは小さくなる。また、LP ガスの価格が高い場合、 L^* は大きくなり、供給エリアが広がる。一方でガスの調達価格が高い場合、 L^* は小さくなり、供給エリアは小さくなる。また、需要家密度関数の定式化にもよるが、距離の増加に対して需要家密度の減少が小さい場合は供給エリアが広がる。この状況は、現実の都市ガス市場の規模の状況と照らし合わせても概ね合致している。

4.2 自由化後のケース

次に、自由化後のケースについて考察する。まず、供給価格であるが、自由競争下において談合等が発生しておらず、同質財である場合、価格は限界費用まで押し下げられることになる。よって、新規参入事業者の価格は以下ようになる。

$$\begin{cases} P_c = C_g + P_c \text{ if } E < r \frac{D}{M} \\ P_c = C_g + P_c + r \text{ if } E \geq r \frac{D}{M} \end{cases}$$

本論文では参入企業に差を設定していないため、実際にはすべての企業がガスホルダーを設置するかレンタルするか、のどちらかを選択することになる。

一方、既存の小売事業者については、以下の 3 つのケースが考えられる。1 つ目は、新規参入企業がガスホルダーを設置したケースで、このときは既存の小売事業者と新規参入事業者の限界費用は変わらないため、上記の関係で価格が決定される。2 つ目は、新規参入事業者がガスホルダーのレンタルを選択した場合で、この場合は既存の小売事業者はレンタル料収入の分だけ価格を下げる

余地がある。これはさらに新規参入を許容する、つまり上記の価格を維持するケースと、新規参入を許容しない、つまり上記のケースよりわずかに低い価格を設定するケース、の2つのケースに分けられる。参入を許容するかしらないかは参入によって得られるレンタル料収入（単位当たりレンタル料 r ）がそれによって失われる利益（単位当たり利潤 $P_g - C_g - P_c$ ）を上回るか否かで決定される。この状況をまとめると、以下のようになる

$$\left\{ \begin{array}{ll} P_g = C_g + P_c, & \text{if } E < r \frac{D}{M} \\ P_g = C_g + P_c + r, & \text{if } E \geq r \frac{D}{M} \text{ and } r > (P_g - C_g - P_c) \\ P_g = C_g + P_c + r - \varepsilon, & \text{otherwise} \end{array} \right.$$

ここで ε はごく小さな値である。既存事業者はレンタル料 r の水準を決めることができる。まず、3つのケースのうち1つ目のケースは参入が発生したうえに価格も下がり、レンタル料収入も得られないため既存企業は避けるはずである。よって、 $\frac{EM}{D} \geq r$ が満たされる必要がある。次に、レンタル料を高く設定することはレンタル料収入を上げると同時に価格も上昇させることになり、需要家の価格弾力性は0なのでそのまま既存事業者の利益を上げる。ただし、価格が P_L を越えると需要家がLPガスに切り替えてしまうため、利益が失われる。つまり、 $P_L \geq P_g = C_g + P_c + r$ である。よって、レンタル料は以下の水準で決まる。

$$r = \min\left(\frac{EM}{D}, P_L - C_g - P_c\right)$$

次に参入の決定であるが、新規参入企業は利潤が正である限り参入を続ける。上記のように既存企業はガスホルダーがレンタルされる水準の r を選択するので、

$$\pi_{NE} = P_g \frac{D}{M} - (C_g + P_c + r) \frac{D}{M} - F = (P_g - C_g - P_c - r) \frac{D}{M} - F = 0$$

新規参入企業は無差別であり、既存小売事業者は必ず存在するので企業数は

$$M = \max\left(\left(P_g - C_g - P_c - r\right) \frac{D}{F}, 1\right)$$

まず、参入費用 F が高い場合、参入企業数は少なくなる。また、レンタル料 r が高いほど参入企業は減る。本研究にとって重要なのは、市場規模 D が大きくなるほど参入企業が増えることと、託送料 P_c が高い場合は参入が減ることである。

これらの状況を踏まえたうえで、導管事業者の投資決定を考える。ここで、単純化のために託送料金は外生的に与えられると仮定する²³。また、導管事業者と小売事業者が完全に分離している場合と、利益共有関係がある場合とに分けて分析を行う。

²³ 導管事業者は地域独占が認められる代わりに、総括原価方式により託送料金が規制されている。現実の利益率に即して託送料金を設定することも可能だが、本質的な差は生まれなため、ここでは外生的にしている。なお、託送料金を導管事業者が自由に決められる場合、小売事業者の利益が0になる水準に決まることになる。

4.2.1 導管事業者が小売事業者と完全に分離されている場合

まず、導管事業者が小売事業者と完全に分離されている場合を考える。このとき、導管事業者の利益の $\theta = 0$ となる。よって、導管事業者の利潤最大化の一階の条件より、最適導管距離 L^{PD} は以下のようになる

$$\frac{\partial \pi_c}{\partial L} = P_c D(L^{PD}) - C_c = 0 \Rightarrow D(L^{PD}) = \frac{C_c}{P_c}$$

託送料として認められた P_c が高ければ、 L^{PD} は大きくなる。また、このとき、 L^{PD} は導管設置費用と託送料の関係のみで決まり、LPガスの価格や都市ガスの調達費用、参入企業数などには影響を受けない。

4.2.2 導管事業者が既存小売事業者と利益共有関係にある場合

次に、既存小売事業者と導管事業者に利益共有関係がある場合を考える。十分に E が大きい場合、 $r = P_L - C_g - P_c$ となるため、 $P_g = C_g + P_c + r = P_L$ となる。よって、 $\pi_g = P_L \frac{D}{M} - (C_g + P_c) \frac{D}{M} + (P_L - C_g - P_c) \frac{(M-1)D}{M}$ となり、導管事業者の利潤最大化の一階の条件より、最適導管距離 L^{V1} は以下のようになる

$$\frac{\partial \pi_c}{\partial L} = \left((1 - \theta)P_c + \theta P_L - \theta C_g \right) D(L^{V1}) - C_c = 0 \Rightarrow D(L^{V1}) = \frac{C_c}{\left((1 - \theta)P_c + \theta P_L - \theta C_g \right)}$$

次に、 E が十分に小さい場合、 $r = \frac{EM}{D}$ となるため、 $P_g = C_g + P_c + \frac{EM}{D}$ となる。よって、 $\pi_g = \left(C_g + P_c + \frac{EM}{D} \right) \frac{D}{M} - (C_g + P_c) \frac{D}{M} + \frac{EM}{D} \frac{(M-1)D}{M}$ となり、導管事業者の利潤最大化の一階の条件より最適導管距離 L^{V2} は

$$\frac{\partial \pi_c}{\partial L} = \left(\left(1 - \frac{\theta}{M} \right) P_c + \frac{\theta C_g}{M} \right) D(L^{V2}) - C_c = 0 \Rightarrow D(L^{V2}) = \frac{C_c}{\left(\left(1 - \frac{\theta}{M} \right) P_c + \frac{\theta C_g}{M} \right)}$$

4.3 3つの結果の比較

地域独占の L^* 、完全分離の L^{PD} 、利益共有関係がある場合の L^{VI} 、 L^{V2} は以下のようになる

$$D(L^*) = \frac{C_c}{P_L - C_g}, D(L^{PD}) = \frac{C_c}{P_c},$$

$$D(L^{VI}) = \frac{C_c}{(1 - \theta)P_c + \theta P_L - \theta C_g}, D(L^{V2}) = \frac{C_c}{\left(\left(1 - \frac{\theta}{M} \right) P_c + \frac{\theta C_g}{M} \right)}$$

まず、 L^{V1} は L^* と L^{PD} の中間に位置し、 θ の割合によってどちらの結果に近いかが決まることになる。これは、 E が大きいいためレンタル料により競争による価格の低下を相殺できるためである。つまり、本論文のモデルの設定では、市場拡大効果が競争効果を相殺していることになる。また、

自由化により L が増加するのは $P_c > (P_L - C_g)$ のときである。一方、 E が小さい場合、レンタル料を十分に高くできない。この場合、距離は参入企業数の影響を受け、 $P_c < C_g$ であれば、参入企業の増加は L を伸ばすことになる。つまり、 E が大きい場合は託送料金を高くすることで導管への投資が増えるが、 E が小さい場合は逆に託送料金を減らすことで参入の拡大と同時に L を伸ばすことにつながる可能性がある。 M は参入費用 F の減少関数であり、市場規模 D の増加関数であった。参入費用を減らすことで参入が促進され、さらに市場規模が拡大することで参入が増える循環が生まれる可能性がある。

5. まとめと今後の課題

本研究は、ガス市場の自由化により導管への投資がどのように変化するかを分析したものである。分析の結果、次のことがわかった。まず、完全に導管部門の分離ができている場合、導管への設備投資を増加させるためには十分高い託送料金が必要である。託送料金が低いと、自由化前に比較して狭いエリアにしか都市ガスが供給されなくなる。一方で、託送料金を上げることは価格の上昇をもたらし、消費者余剰を減少させると考えられる。導管部門の分離が不十分な場合は、ガスホルダーの価格が低い場合は託送料金や参入障壁を下げることで参入が促進され、同時に設備投資が増える場合もある。また、LPガスの価格が高い場合は設備投資を促すためにより高い託送料金が必要になる可能性もある。これは、LPガスの価格が高い場合、地域独占ではより広いエリアに導管網を広げるインセンティブが存在したが、自由化によりそのインセンティブがなくなったことを反映している。

本研究の関心は自由化によるフリーライダー問題の発生により導管への投資が減少する可能性と、市場拡大効果により、競争促進効果があってもなお、投資が増加する可能性を検討することであった。本論文で示された結果は、いずれも上記の仮説を肯定するものとなっている。

本研究は端緒であり、極めて単純なモデルによる分析にとどまっている。外生的に与えられた変数が多く、モデルを解く必要性から簡略化している部分もある。今後の課題としてはまず、今回捨象した要素を取り入れ、より現実に即したモデルを構築することが挙げられる。例えば、本研究では需要の価格弾力性を0としているが、実際には価格の上昇で需要量を減らす行動が起きると考えられる。価格弾力性の仮定により、本研究では消費者が直面する価格は自由化によっても結果的に変化せず、LPガスの価格によって決まる形になり、自由化の本来の効果が得られないモデルになっている。また、静学的なモデルで分析を行っている点も課題となる。本来は長期的な調達費用の変動なども考慮に入れるべきであり、また、導管の置換えと新規ネットワークの構築は費用が変わるはずである。本研究ではある意味ゼロから導管網を設置するモデルとなっており、その意味でも制約が強い。

また、データを用いてこうした示唆が成立しているかを検証することも必要であろう。LPガスの価格や調達コストの影響などが予測の通りになっているか、また、現実の投資行動がどのように

変化したかをデータを用いて検証することも将来的には必要になる。

こうした限界があるが、本研究がさらなる研究の礎となれば幸いである。

【参考文献】

1. Akerberg, D.A., (2001) "Empirically Distinguishing Informative and Prestige Effects of Advertising", *RAND Journal of Economics*, 32 (2), pp.316-333
2. Alberini, A., W. Gans and D. Velez-Lopez (2011) "Residential consumption of gas and electricity in the U.S.: The role of prices and income", *Energy Economics*, 33 (5), pp.870-881
3. Battaglini, M., S. Nunnari and T.R. Palfrey (2016) "The Dynamic Free Rider Problem: A Laboratory Study", *American Economic Journal: Micro Economics*, 8 (4), pp.268-308
4. Gilbert, R., and X. Vives (1986) "Entry Deterrence and the Free Rider Problem", *Review of Economic Studies*, 50 (1), pp.71-83
5. 小柳聡志 (2018) 「電気・ガス市場における競争環境整備」、『日本エネルギー学会機関誌 えねるみくす』、97、pp.704-711
6. 手塚広一郎・石井昌宏 (2017) 「ネットワーク上で供給される財の市場制度設計」、『中央大学経済研究所年報』、49、pp.19-33
7. 野口隆浩 (2018) 「ガス事業者から見たエネルギーシステム改革と今後のガス事業の在り方」、『日本エネルギー学会機関誌 えねるみくす』、97、pp.684-690
8. 花田真一 (2020) 「小売電力市場の自由化が都市ガス市場に与えた影響についての考察」、『弘前大学経済研究』、43、pp.1-11
9. 水野敬三 (2009) 「接続・託送と戦略的インフラ設備投資行動」、『社会科学研究』、60 (3-4)、pp.61-87
10. 鷺尾和紀 (2016) 「エネルギー・サービス・マーケティングエネルギー自由化に向けたマーケティング戦略と政策課題」、『高千穂論叢』、51 (3)、pp.1-45
11. 経済産業省 (2022) 『生産動態統計 2021年報』
12. 富士経済研究所 (2020) 『2020年版 住宅マーケット別建築・機器・サービス市場調査』、富士経済研究所
13. 石油情報センター HP、<https://oil-info.ieej.or.jp/> (最終確認2023年6月1日)
14. 東京ガス HP、<https://www.tokyo-gas.co.jp/index.html> (最終確認2022年5月30日)
15. 日本LPガス協会 HP、<https://www.j-lpgas.gr.jp/> (最終確認2023年6月1日)
16. 日本ガス協会 HP、<https://www.gas.or.jp/> (最終確認2023年6月1日)
17. 弘前ガス HP、<http://hg-group.co.jp/> (最終確認2023年6月1日)