

ガス事業者、電気事業者間のエネルギー需要 スイッチング競争と政策介入のモデル分析¹⁾

—「エコウィル」VS.「オール電化」をめぐる—

新 海 哲 哉
岡 村 誠
大 川 隆 夫

概 要

本研究では非対称な輸送費用を導入した簡単なホテリングモデルを用いて、家庭用エネルギーを需要する消費者市場をめくり、ガスによるエネルギーを供給するガス事業者と電気エネルギーを供給する2企業の価格を戦略とする市場競争、とりわけライバル企業のエネルギー需要獲得競争と政府の補助金による政策介入の分析を試みた。ナッシュ均衡状態を社会的に次善な状態にするためには、政府は何らかの政策的介入により各企業の単位輸送費用間の非対称性を縮小させる必要があることを示した。さらに現実的な2段階ゲームの枠組みで、均衡では2企業間の単位輸送費用格差が大きい時には、大きな輸送費用削減政策をとらずに、消費者に電気事業者（企業2）のサービスを多く需要させ、逆に2企業間の単位輸送費用格差が小さい時には、大きな輸送費用削減政策を取り、消費者にガス事業者（企業1）のサービスを多く需要させるように誘導されることを示した。

キーワード

スイッチング競争、ガス会社、電力会社、家庭エネルギー、補助金政策

I. はじめに

近年、アメリカ、ヨーロッパの先進国の経済活動だけでなく、急激な経済成長を続けるブラジル、ロシア、中国、インドといった新興国の活発な経済活動に伴い、世界のエネルギー

1) 本研究にあたり、著者3名（新海、岡村は研究分担者として、大川は連携研究者）は日本学術振興会から平成19年度科学研究費補助金基盤研究（A）（課題番号19203015）より研究助成を受けた。

ギー需要はこれまで以上に高まってきている。このため、石油や石炭、天然ガスといった化石エネルギー資源の需給が逼迫し、これらの資源価格は急騰し、それは世界的な景気停滞の一因をなしている。加えて、こうした地球規模での経済活動を支える化石燃料の大量消費は、地球規模で極めて多くの二酸化炭素を排出し、オゾンホール拡大化、地球温暖化など地球の生態系へも様々な悪影響を及ぼし、その排出量削減をめぐり、新たな先進国と発展途上国間の対立を生む国際問題に発展している。

近年の技術進歩により、家計による給湯システム、エアコン、パソコン、電化製品の使用頻度が増し、住宅の質が向上すると、家計部門の電力、ガスなどのエネルギー需要は増加するようになる。また年々都市部のオフィスビルや工場など、直接経済活動を支える企業部門でのエネルギー需要も増加してきている。

こうしたなかで、エネルギー価格の急騰と環境問題への関心の高まりや政府や企業の二酸化炭素排出量削減への取り組みが盛んになると、現代の2つの代替的なエネルギー供給者である電気事業者たる電力会社とガス事業者たるガス会社は、互いにライバル企業のサービス需要を自社のサービス需要に転換させることにより、需要を増加させようとしている。例えば、実際、ガス事業者、電気事業者はより自社サービスの消費者の購入量を増やすべく、前者はガスエンジンによる給湯システムの利用により発電をする「エコウィル」や、電気事業者はIHクッキングヒーターなどの電磁調理器具導入や空気と電気による給湯システム「エコキュート」と太陽光発電を組み合わせ、家計がライバル企業のエネルギーサービスへの需要を自らのエネルギーサービスへの需要に代替させる戦略をとるようになっていく。²⁾

十数年前までは、電気事業者たる電力会社とガス事業者たるガス会社のサービスは、冷暖房など代替性はあったが、互いの市場は技術的制約でほぼ分断されていた。しかし、近年の技術進歩により、ガスの熱用による比較的安価な発電設備や太陽光発電設備が開発されたことから、こうしたライバル会社のサービス需要から自社の供給するサービス需要への消費者のスイッチングコストが下がり、化石燃料などエネルギー価格の高騰と環境問題への関心の高まりや、政府の「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業」などによる補助金政策もあり、そうした企業のライバル企業の需要を取り合うと思われる戦略が現実に行われるようになった。³⁾

2) 東京電力の「オール電化」については、次の URL の HP を参照。 <http://www.tepco-switch.com/>、東京ガスの「エコウィル」事業については次の URL の HP を参照のこと。 <http://home.tokyo-gas.co.jp/ecowill/>

3) 現実にガス会社の勧める「エコウィル」システムを家計の導入については、平成 20 年度には「ガスエンジン給湯機」を設置すると 138000 円の補助金が支給される。 <http://www.gasproc.or.jp/gasengine/index.html> を参照。また、報道によれば 2008 年 8 月 27 日には、経済産業省は 27 日、2009 年度予算の概算

そこで、本稿では簡単な経済モデルを用いて、家庭用エネルギーを需要する消費者市場をめぐり、ガスによるエネルギーを供給するガス事業者と電気エネルギーを供給する電気事業者2企業の価格を戦略とする市場競争と政府による政策介入が市場に与える効果の分析を試みる。

本稿で用いるモデルは、2企業（ガス事業者と電気事業者）の差別化分析を立地問題として産業組織論でよく分析に用いられているホテリングモデルに、非対称な輸送費用を導入したものである。

ここでは線分上の左端の点にガス事業者（企業1）が立地し、右端に電気事業者（企業2）が立地しその線分上を消費者が一様に分布していて、両企業は立地を変えないものと想定する。そのうえで各消費者がガス事業者（企業1）の点への単位距離当たりの輸送費用と電気事業者の点への単位距離当たりの輸送費用が異なると仮定して、両企業が価格競争を行うモデルを考える。消費者のガス企業への輸送費用を消費者がガス化する「エコウィル」へのスイッチングコストを反映し、電気事業者（企業2）への輸送費用が「オール電化（含む太陽光発電）」へのスイッチングコストを反映するものとする。

本論文のような2企業の価格競争という文脈で、代替的なエネルギーサービスの供給戦略をホテリングモデルで分析した先行研究はこれまでにあまりないと思われる。しかし、この節で述べた現在の電気事業者とガス事業者の代替的なエネルギーサービスの供給戦略をめぐる問題の特徴をうまく表現でき、かつ簡単に扱いやすいモデルとして輸送費用の異なるホテリングモデルは有用である。輸送費用の削減政策をモデルに導入することによって、先の脚注1)、2)で述べた政府の「エコウィル」、「オール電化」への補助金政策をも考察できる。

ホテリングモデルに非対称な輸送コストを入れて、立地問題を考えた先行研究としては Nilssen(1997) と Nilssen and Sorgard(1996) がある。(ただし、これらの論文ではいずれも価格付けの競争は扱われていない。) また、ホテリングモデルで非対称な輸送費用のある立地問題をテレビ番組（テレビ局）のスケジュール決定問題に応用した、比較的新しいものとして Barros(2008)、同じテレビ番組のスケジューリングで一方向の輸送費用が無限大であるケースを扱った Cancian et al.(1995) などがある。

次節では、モデルを構成し、政府の介入のない価格に関するナッシュ均衡を分析し、均衡での各企業のサービスの価格、需要、利潤を求める。第3節では介入政策のベンチマークとして、政府が各企業のサービスの供給価格のみを決定できる社会的次善状態と均衡での各企業のサービスの価格、需要、利潤を導出する。さらに、第4節では政府の輸送費用

要求で、家庭用の太陽光発電の普及を支援する補助金を4年ぶりに復活させると発表した。太陽光発電の補助金は05年度で打ち切られたが、09年度は05年度の約9倍の238億円を要求したという。

への介入政策を考慮しつつ、政府が価格、輸送費用の削減幅をすべて決定できる次善均衡を、第5節ではより現実的な、第一段階で政府が輸送費用削減幅のみを決定し、その政策を所与として2企業が価格競争する2段階ゲームの均衡を導出し、均衡での各企業のサービスの価格、需要、利潤を2節で求めた競争均衡でのそれらと比較し、最終節で結論を述べる。

II. モデルと価格競争均衡

本節では、家庭用エネルギーを需要する消費者市場をめぐる、後の節でガスによるエネルギーを供給するガス事業者と電気エネルギーを供給する2企業の市場競争と政府による規制の厚生効果を分析するため、複占市場モデルを設定しその価格に関するナッシュ均衡を導出する。

ガス事業者である企業1と、電気事業者である企業2からなるホテリング複占市場を考える。市場は消費者の嗜好を表す長さ1の線分に消費者が一様に分布し、一般性を失うことなく消費者総数を1と基準化する。嗜好線分上の各点に位置する消費者1人は、高々1個の財を購入するものとする。また、各消費者の財に対する評価額 v は十分に大きく各消費者は与えられた価格で必ず財を消費するものとする。また簡単化のため各企業の技術は規模に関して収穫一定でかつ平均費用＝限界費用＝0であるものとする⁴⁾。

さらに本稿で考察する問題の性格から、以下では完全に差別化されたケースに分析を限定する。すなわち、市場の線分の左端の点0にはガス事業者である企業1が、右端の点1には電気事業者である企業2が位置しているものと仮定し、両企業は立地を変えないものと仮定する。

また、消費者の各企業からの嗜好への財1単位を消費するのに要する距離1単位あたりの輸送費用が非対称であって、ガス事業者（企業1）の距離1単位あたりの輸送費用 t は電気事業者（企業2）の距離1単位あたりの輸送費用1を上回る（ $t > 1$ ）と仮定する⁵⁾。そ

4) 現実的には、ガス会社はガスの生産に化石燃料を使い、電力会社が化石燃料のみならず原子力発電をするすべし限界費用は電力会社のほうが低いかもしれない。その意味では、両企業に輸送費用のみならず生産費用にも差があるケースも考慮する必要はあるが、ここでは「エコウィル」や「オール電化」により需要を取り合う競争の分析に注目するため、輸送費用だけが非対称で生産費用の対称性（両企業の限界費用は等しく0であること）を仮定している。Ino and Matsumura (2008) では電力市場に、ガス会社が新規参入したときの電力会社の発電時に使用する、化石燃料（天然ガス）と原子力の構成に与える影響を分析している。

5) 本稿では、たまたまガス事業者の輸送費用が電気事業者のそれを上回ると仮定したが、この仮定は逆であっても差し支えない。両者の輸送費用に差があり、コストの高いほうに政府の輸送費用削減政策があれば、分析の目的にかなう。ただ、平成20年度（2008年度）については、脚注2）で述べたように、政府の補助金に

ここで、いま企業 1, 2 のエネルギー製品に対して無差別な消費者の左端からの位置を z ($0 < z < 1$) とする。消費者 z はどちらの企業から財を購入しても同一の効用を得ている。するとホテリングモデルでは市場で消費者 z が企業 1 の製品、企業 2 の製品を購入する際の移動費用は図 1 のように表現できる。

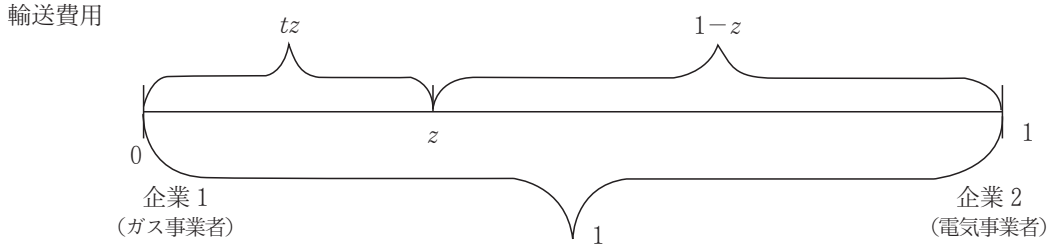


図 1 ホテリングモデル

このとき、企業 1, 2 の戦略変数である価格をそれぞれ p_1, p_2 とすれば、

$$p_1 + tz = p_2 + 1 - z$$

ゆえに

$$z = \frac{1}{1+t} \{p_2 - p_1 + 1\}. \quad (1)$$

したがって、企業 1, 2 の需要はそれぞれ、

$$D_1 = z, D_2 = 1 - z \quad (2)$$

で与えられる。ここで各企業はライバル企業の価格を所与として利潤を最大のように価格を選択する。

限界費用＝平均費用＝0 と仮定したので、企業 i ($= 1, 2$) の利潤関数は

$$\pi_i(p_1, p_2) = p_i D_i$$

であるから、(1), (2)式、企業 1 の 1 階条件 $\partial \pi_1 / \partial p_1 = D_1 + \partial D_1 / \partial p_1 \cdot p_1 = D_1 - \frac{1}{1+t} p_1 = 0$ より

$$2p_1 - p_2 = 0 \quad (3)$$

を得る。同様にして企業 2 の利潤関数と利潤最大化の 1 階条件から

$$-p_1 + 2p_2 = t \quad (4)$$

を得る。2 階条件は明らかに満たされることが確認できるので、(3), (4)を p_1, p_2 について解けばナッシュ均衡価格

$$p_1^s = \frac{1}{3} (t+2), p_2^s = \frac{1}{3} (2t+1) \quad (5)$$

よる家庭での発電への政策的介入は「ガスエンジン給湯機」へのみであったので、本稿ではガス事業者である企業 1 の輸送費用 t を電気事業者の企業 2 のそれより高く仮定し、政府の介入を表現した。

を得る. (5)より $p_2^e - p_1^e = \frac{1}{3}(t-1) > 0$ ($\because t > 1$) であるから,

$$p_2^e > p_1^e \quad (6)$$

であることがわかる. (1), (2)より各企業の均衡での需要は

$$D_1^e = \frac{t+2}{3(t+1)}, \quad D_2^e = \frac{2t+1}{3(t+1)} \quad (7)$$

となり, $t > 1$ より

$$D_2^e > \frac{1}{2} > D_1^e$$

を得る. また, 均衡利潤は利潤関数の定義から

$$\pi_1^e = \frac{1}{9(t+1)}(t+2)^2, \quad \pi_2^e = \frac{1}{9(t+1)}(2t+1)^2 \quad (8)$$

であり, $t > 1$ から

$$\pi_2^e > \pi_1^e$$

であることがわかる. これらの議論をまとめると複占市場競争均衡について次の命題を得る.

[命題 1] ホテリング複占競争ゲームで, 各企業のナッシュ均衡での価格, 需要, 利潤については $p_2^e > p_1^e$, $D_1^e < \frac{1}{2} < D_2^e$, $\pi_2^e > \pi_1^e$ が成立する.

(5)式より $p_2^e - p_1^e = \frac{1}{3}(t-1)$, (7)式より $D_2^e - D_1^e = \frac{t-1}{3(t+1)}$ であるから

$$\frac{\partial (p_2^e - p_1^e)}{\partial t} = \frac{1}{3} > 0, \quad \frac{\partial (D_2^e - D_1^e)}{\partial t} = \frac{2}{3(t+1)^2} > 0.$$

ゆえに次の命題が成り立つ.

[命題 2] 企業 2 と企業 1 の価格差 $p_2^e - p_1^e$, 需要の差 $D_2^e - D_1^e$, 利潤の差 $\pi_2^e - \pi_1^e$ は消費者の企業 1 への単位輸送費用 t が増加すればするほど増加する.

また, (8)式より

$$d\pi_1^e/dt = \frac{t(t+2)}{9(t+1)^2} > 0, \quad d\pi_2^e/dt = \frac{(2t+1)(2t+3)}{9(t+1)^2} > 0, \quad d\pi_2^e/dt - d\pi_1^e/dt = 1/3 > 0$$

となるので, 次の命題も得られる.

[命題 3] ホテリング複占競争均衡において，各企業は消費者の企業 1 への単位輸送費用 t (> 1) を減少させるインセンティブを持たず，上昇させるインセンティブを持つ．

命題 2 は(5)，(7)式から t を増加させると，企業 2 と企業 1 の正の価格，及び正の需要の差は $t > 1$ である限りともに増加することがわかる．加えて，命題 3 の結論は，直観的には電気事業者である企業 2 にとっては，消費者の企業 1 への単位輸送費用 t (< 1) が高いほど望ましい自社製品への需要が増加するのみならず価格も上昇するので当然だが，企業 1 の需要は減少するのに，価格はそれ以上に上昇するので，企業 1 にとっても t を下げるインセンティブは存在しないことを主張している．

Ⅲ．社会的次善均衡 I と複占市場競争均衡

本節では，ガス事業者（企業 1），電気事業者（企業 2）が完全差別化をしているような前節のホテリング複占市場において，政府が両企業の価格 p_1, p_2 のみを制御できる社会的次善均衡（以下での分析と区別するためこの後この均衡を「社会的次善均衡 I」と表現する．）を導出し，前節で求めた複占市場均衡をこれと比較して評価する．

この次善均衡では，政府が両企業の価格 p_1, p_2 を決定できれば各企業の需要 $D_1^{SB}(p_1, p_2)$ ， $D_2^{SB}(p_1, p_2)$ が決まる．総需要は一定 (=1) であるので，社会的余剰の最大化は社会的費用最小化と同値である．各企業の生産費用は仮定より 0 であるから，唯一社会的に生じる費用は各消費者が支払う輸送費用である．したがって，政府が解く問題は

$$SC(p_1, p_2) \equiv \int_0^{D_1(p_1, p_2)} ts \, ds + \int_0^{1-D_1(p_1, p_2)} s \, ds = -\frac{1}{2}t(D_1(p_1, p_2))^2 + \frac{1}{2}(1-D_1(p_1, p_2))^2$$

を p_1, p_2 について最小化する問題となる．1 階条件は

$$\partial SC / \partial p_1 = (tD_1 - 1 + D_1) \cdot \partial D_1 / \partial p_1 = 0$$

$$\partial SC / \partial p_2 = (tD_1 - 1 + D_1) \cdot \partial D_1 / \partial p_2 = 0$$

ここで(1)，(2)より $\partial D_1 / \partial p_1 \neq 0$ ， $\partial D_1 / \partial p_2 \neq 0$ であるから社会的次善均衡 I の D_1^{SB} は $D_1^{SB} = \frac{1}{1+t}$ となり， $t > 1$ より $D_1^{SB} = \frac{1}{1+t} < \frac{1}{2}$ であることがわかる．また，(1)，(2)から $D_1^c(p_1, p_2) = \frac{1}{1+t} \{p_2 - p_1 + 1\}$ であることから， $D_1^{SB} = \frac{1}{1+t}$ であるとき， $p_1^{SB} = p_2^{SB}$ でなければならない．他方，(6)より $p_2^c > p_1^c$ であるから

$$D_1^c(p_1^c, p_2^c) = \frac{1}{1+t} \{p_2^c - p_1^c + 1\} > \frac{1}{1+t} \{p_2^{SB} - p_1^{SB} + 1\} = \frac{1}{1+t} = D_1^{SB}$$

となり、ただちに次の命題を得る.

[命題 4] 社会的次善均衡 I における, 各企業の均衡での価格, 需要, 利潤については

$$p_2^{SB} = p_1^{SB}, D_2^{SB} > D_2^E > \frac{1}{2} > D_1^E > D_1^{SB}, \pi_1^E > \pi_1^{SB} > \pi_2^{SB} > \pi_2^E$$

が成立する.

まず, 命題 4 の結論から社会的次善均衡に比べ, ガス事業者である企業 1 のガスへの均衡需要は過大であり, 逆に電力需要は過小であることがわかる.

IV. 政府の政策介入投資を考慮した社会的次善均衡 II

政府が企業 1 への単位輸送費用 t を下げるためには, この削減政策実施に伴う投資費用が発生する. 本節では, 政府が単位輸送費用 t を $t-I$ まで削減する削減水準 I と両企業の価格 p_1, p_2 , すなわち D_1 を選択する問題を考え, 社会的次善均衡 (前節およびこれ以後の分析と区別するためこの後この均衡を「社会的次善均衡 II」と表現する.) を導出する.

簡単化のため, 政府が削減水準 I を達成するための政策投資費用関数は, $\frac{1}{2}I^2$ で与えられるものとする. このとき, 政府は前節同様, 総余剰の最大化と同値な社会的費用の最小化問題を解く. ここでの社会的総費用は, 消費者の輸送総費用に加えて, 政府の負担する単位輸送費用の削減投資費用も含まれるので政府の解くべき問題は

$$\tilde{S}\tilde{C}(D_1, I) \equiv \int_0^{D_1} (t-I)s \, ds + \int_0^{1-D_1} s \, ds = \frac{1}{2}(t-I)(D_1)^2 + \frac{1}{2}(1-D_1)^2 + \frac{1}{2}I^2$$

が最小となる D_1 と I の選択となる.

一階の条件は

$$\begin{aligned} \partial \tilde{S}\tilde{C} / \partial D_1 &= (t-I)D_1 - (1-D_1) = 0 \\ \partial \tilde{S}\tilde{C} / \partial I &= -\frac{1}{2}(D_1)^2 + I = 0 \end{aligned}$$

上の第 2 式を I について解き, 第 1 式に代入すると

$$(t - \frac{1}{2}(D_1)^2)D_1 - (1-D_1) = -\frac{1}{2}(D_1)^3 + (t+1)D_1 - 1 = 0 \quad (9)$$

$$f(D_1) \equiv -\frac{1}{2}(D_1)^3 + (t+1)D_1 - 1 \text{ とおくと, (9)式より}$$

$$f(\tilde{D}_1) = 0, 0 \leq \tilde{D}_1 \leq 1 \text{ なる } \tilde{D}_1 \text{ を求めればよい.}$$

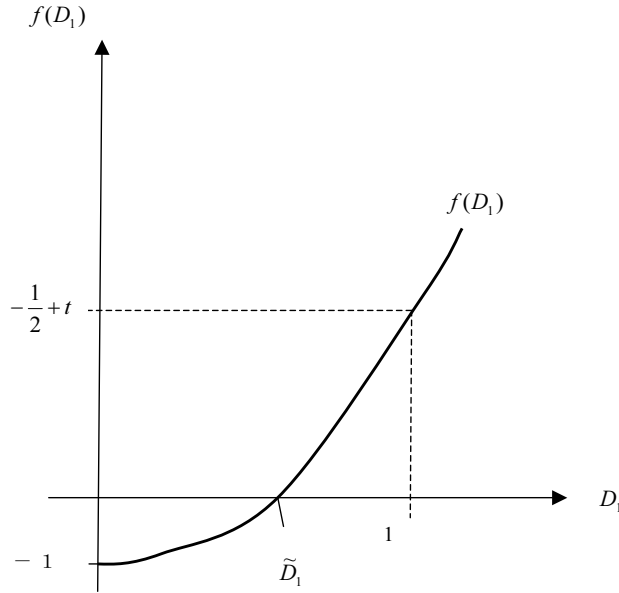


図2 政府の投資介入投資のある次善均衡Ⅱ

$f(0) = -1, f(1) = -\frac{1}{2} + t, f'(D_1) = -\frac{3}{2}(D_1)^2 + (t+1) > 0$ ($\because 0 \leq D_1 \leq 1$)である．すると $f(D_1)$ は以下の図2のような曲線として描ける．

したがって，(9)式を満たす $\tilde{D}_1$ ($0 < \tilde{D}_1 < 1$) が1つだけ存在することがわかる．また， $\tilde{I} = \frac{1}{2}(\tilde{D}_1)^2 > 0$ であるから，政府は政策介入を許す次善均衡で正の輸送費用削減政策をとることがわかる．

他方，前節での分析より，政府の投資政策のない社会的次善均衡Ⅰでの企業1のサービスへの需要は $D_1^{sb} = \frac{1}{1+t}$ であったが， $f(D_1^{sb}) = f(\frac{1}{t+1}) = -\frac{1}{2(t+1)^3} < 0 = f(\tilde{D}_1)$ であることから， f の単調性より $D_1^{sb} = \frac{1}{1+t} < \tilde{D}_1$ であることがわかる．これらをまとめると次の命題を得る．

[命題5] 政府の政策介入投資を考慮した社会的次善均衡Ⅱにおいて，正の輸送費用削減政策をとる均衡 $(\tilde{D}_1, \tilde{I})$ がただ一つ存在し，企業1の均衡での需要 $\tilde{D}_1$ については $\tilde{D}_1 > D_1^{sb}$ が成立する．

V. 政府の政策介入投資を考慮した社会的次善均衡Ⅲ—2 段階ゲーム分析—

命題5より、政府が輸送費用削減投資をするときの社会的次善均衡Ⅱでの、企業1のサービスへの需要は、第3節で求めた投資なしでの社会的次善均衡よりも増加することがわかる。しかし、前節で政府が輸送費用削減水準 I と両企業の価格 p_1, p_2 、すなわち D_1 を選択できるという想定は、現実的には実行可能性は低いと考えざるを得ない。そこで、本節ではこれまでのモデルを第1段階で政府が輸送費用削減水準 I を決定し、第2段階で各企業が第1段階での政府の決定した輸送費用削減水準 I を所与として、それぞれのサービスの価格を選択する2段階ゲームを分析する。

まず、第1段階で政府が輸送費用削減水準 I を決定し、第2段階で各企業は第1段階で決定された I を所与として、それぞれのサービスの価格 p_1, p_2 を選択するゲームを考え、その社会的次善均衡（前節およびこれ以後の分析と区別するためこの後この均衡を「社会的次善均衡Ⅲ」と表現する。）である部分ゲーム完全均衡を導出する。

第1段階で政府が社会的総費用を最小化するように輸送費用削減水準 I を決定したとしよう。このときガス事業者である企業1への単位輸送費用は $t-I$ となる。これを s とおくと、 $s=t-I$ となる。2節での分析で t を s に読みかえればいいので、この2段階ゲームの第2段階のサブゲームでの均衡における企業1, 2のサービスへの需要 D_1^*, D_2^* はそれぞれ(7)式を参考にすれば

$$D_1^*(s) = \frac{s+2}{3(s+1)}, \quad D_2^*(s) = \frac{2s+1}{3(s+1)} \quad (10)$$

となる。これらをそれぞれ s で微分すると

$$D_1^{*'}(s) = \frac{-1}{3(s+1)^2} < 0, \quad D_2^{*'}(s) = \frac{1}{3(s+1)^2} > 0 \quad (11)$$

$$\text{を得る。また、} \partial s / \partial I = -1 \quad (12)$$

である。各企業が(10)のように反応することを読み込んで、政府は第1段階において、社会的費用 $SC^*(I) = \frac{1}{2}s(I)(D_1^*(s(I))^2 + \frac{1}{2}(D_2^*(s(I))^2 + \frac{1}{2}I^2$ を最小にするように単位輸送費用削減水準 I を決定する。1階の条件は

$$\begin{aligned} \partial SC^* / \partial I &= \left\{ \frac{1}{2}(D_1^*)^2 + sD_1^*D_1^{*'} + D_2^*D_2^{*'} \right\} \frac{\partial s}{\partial I} + I \\ &= \left\{ \frac{1}{2}(D_1^*)^2 + \frac{1}{3(1+s)^2}(D_2^* - sD_1^*) \right\} (-1) + I \\ &= \frac{-1}{18(1+s)^2}(s^2 + 2s + 6) - s + t \equiv g(s) = 0 \end{aligned}$$

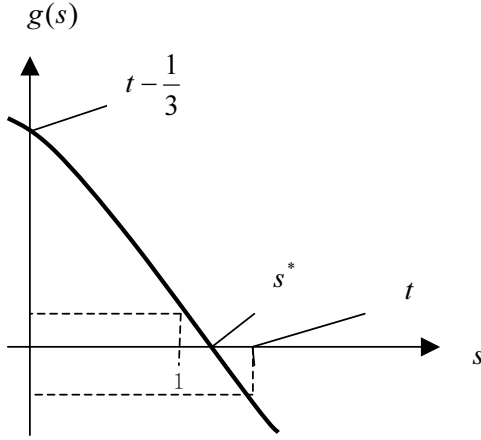


図 3.1 政府が輸送費用削減水準のみが選べる均衡
 $t > \frac{9}{8}$ のケース

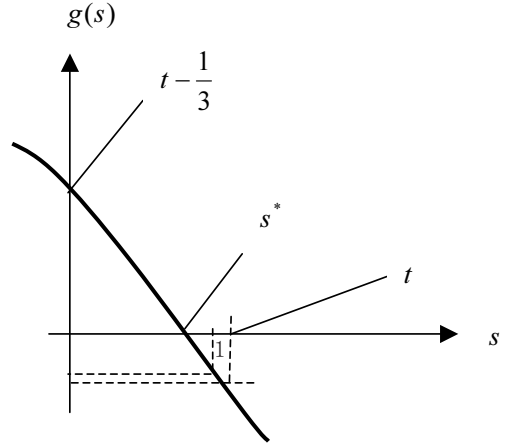


図 3.2 政府が輸送費用削減水準のみが選べる均衡
 $-1 < t < \frac{9}{8}$ のケース

となる。ただし，1 番目の等号は(11)，(12)を用いた，上式より

$$g'(s) = \frac{5}{9(1+s)^3} - 1 < \frac{5}{9} - 1 = -\frac{4}{9} < 0, (\because s = t - I \geq 0),$$

$$g(0) = t - \frac{1}{3} > 0, (\because t > 1), g(t) = -\frac{5}{18(1+t)^2} - \frac{1}{18} < 0$$

を得る。ゆえに， $s \in (0, t)$ の範囲で 1 階条件 $g(s) = 0$ を満たす $s^* = t - I^*$ がただ一つ存在する。

ここで $g(1) = t - \frac{9}{8}$ となることに注意すれば， $t > \frac{9}{8}$ ならば $g(1) > 0$ であるから， $s^* > 1$ となる。(図 3.1 参照) また， $t < \frac{9}{8}$ ならば $g(1) < 0$ であるから， $s^* < 1$ となることがわかる。(図 3.2 参照)

以上の議論をまとめると次の命題を得る。

[命題 6] 政府の政策介入が輸送費用削減政策 I だけである社会的次善均衡Ⅲにおいて，正の輸送費用削減政策をとる均衡 (D_1^*, I^*) がただ一つ存在する。またその均衡はガス事業者である企業 1 への単位輸送費用の値 t が $t \geq \frac{9}{8}$ ならば $s^* = t - I^* \geq 1$ となり， $1 < t < \frac{9}{8}$ ならば $s^* = t - I^* < 1$ となる。

また，社会的次善均衡Ⅲにおける各企業のサービスの均衡価格，需要，利潤は 2 節で求めた競争均衡でのそれぞれの式で， t を $s^*(=t - I^*)$ に置き換えるだけでよい。

したがって，社会的次善均衡Ⅲにおける各企業のサービスの均衡価格 p_1^*, p_2^* は(5)式より，

$$p_1^* = \frac{1}{3}(s^* + 2) = \frac{1}{3}(t - I^* + 2) < \frac{1}{3}(t + 2) = p_1^e,$$

$$p_2^* = \frac{1}{3}(2s^* + 1) = \frac{1}{3}(2(t - I^*) + 1) < \frac{1}{3}(2t + 1) = p_2^e$$

これより $p_2^* - p_1^* = \frac{1}{3}(s^* - 1) \geq (<) 0$ $s^* \geq 1 (s^* < 1)$ のとき $t \geq \frac{9}{8} (1 < t < \frac{9}{8})$ であるから、

$$p_2^* \geq (<) p_1^* \Leftrightarrow s^* \geq (<) 1 \Leftrightarrow t \geq \frac{9}{8} (1 < t < \frac{9}{8}) \quad (13)$$

であることがわかる。また、各企業サービスへの需要 D_1^*, D_2^* は(7)式より

$$D_1^* = \frac{s^* + 2}{3(s^* + 1)}, \quad D_2^* = \frac{2s^* + 1}{3(s^* + 1)}$$

となる。ゆえに

$$D_2^* - D_1^* = \frac{s^* - 1}{3(s^* + 1)} \geq (<) 0 \Leftrightarrow s^* \geq (<) 1 \geq \frac{9}{8} (1 < t < \frac{9}{8}) \quad (14)$$

を得る。最後に、各企業の均衡利潤 π_1^*, π_2^* は(9)式より

$$\pi_1^* = \frac{1}{9(s^* + 1)}(s^* + 2)^2, \quad \pi_2^* = \frac{1}{9(s^* + 1)}(2s^* + 1)^2$$

を得る。したがって

$$\begin{aligned} \pi_2^* - \pi_1^* &= \frac{(2s^* + 1)^2}{9(s^* + 1)} - \frac{(s^* + 2)^2}{9(s^* + 1)} \\ &= \frac{(s^* - 1)(s^* + 1)}{3(s^* + 1)} \geq (<) 0 \Leftrightarrow s^* \geq (<) 1 \Leftrightarrow t \geq \frac{9}{8} (1 < t < \frac{9}{8}) \end{aligned} \quad (15)$$

となる。(13), (14), (15)をまとめると、次の命題を得る。

[命題 7] 社会的次善均衡Ⅲにおける、各企業の均衡での価格、需要、利潤については

$$p_2^* \geq (<) p_1^* \Leftrightarrow s^* \geq (<) 1 \Leftrightarrow t \geq \frac{9}{8} (1 < t < \frac{9}{8})$$

$$D_2^* \geq (<) D_1^* \Leftrightarrow s^* \geq (<) 1 \Leftrightarrow t \geq \frac{9}{8} (1 < t < \frac{9}{8})$$

$$\pi_2^* \geq (<) \pi_1^* \Leftrightarrow s^* \geq (<) 1 \Leftrightarrow t \geq \frac{9}{8} (1 < t < \frac{9}{8})$$

が成立する。

命題 6, 7 は 2 企業間の単位輸送費用格差が大きい時 ($t \geq \frac{9}{8}$) には、あまり大きな輸送費用削減政策 (I^*) をとらないで、消費者に電気事業者 (企業 2) のサービスを多く需要させ、2 企業間の単位輸送費用格差が小さい時 ($1 < t < \frac{9}{8}$) には、大きな輸送費用削

減政策 (I^*) をとり、ガス事業者 (企業 1) のサービスを多く需要させるように誘導することを示している。

VI. むすび

本稿では、近年石油価格の高騰により家庭において、ガスと電気のエネルギーをめぐるガス事業者企業と電気事業者企業間で行われている競争と政府の規制の問題を簡単なホテリングモデルで分析した。すなわち、ここでは線分上の左端の点にガス事業者 (企業 1) が立地し、右端に電気事業者 (企業 2) が立地しその線分上を稠密に消費者が一様に分布している。そこで、両企業は立地を変えないものと想定したうえで、各消費者がガス事業者 (企業 1) の点への単位距離当たりの輸送費用と電気事業者の点への単位距離当たりの輸送費用が異なると仮定して、両企業が価格競争を行うモデルを考えた。

第 2 節では、まず政府の介入のない価格に関するナッシュ均衡を分析し、均衡での各企業のサービスの価格、需要、利潤を求めた。続いて第 3 節では政府が各企業のサービスの供給価格を決定できる社会的次善状態のベンチマークとして、政府の輸送費用の政策介入のないケースの均衡と民間企業の競争での均衡における各企業のサービスの価格、需要、利潤を導出した。その結果「社会的次善均衡に比べ、ガス事業者である企業 1 のガスへの需要は過大であり、逆に電力需要は過小であること」を示した。さらに、「社会的に望ましい経済状態にするためには、政府は何らかの政策的介入により各企業への単位輸送費用 t を引き下げることにより非対称性を縮小させる必要があること」を導いた。第 4 節では「政府の輸送費用への介入政策を考慮しつつ、政府が価格、輸送費用の削減幅をすべて決定できる社会的次善均衡 II がただ一つ存在すること」を証明し、「このときの企業 1 のサービスへの需要は、第 3 節で求めた投資なしでの社会的次善均衡よりも大きいこと」を示した。第 5 節ではより現実的な、第一段階で政府が輸送費用削減幅のみを決定し、その政策を所与として 2 企業が価格競争する 2 段階ゲームの完全ナッシュ均衡を導出した。そしてこの均衡では、「2 企業間の単位輸送費用格差が大きい時には、あまり大きな輸送費用削減政策 (I^*) をとらずに、消費者に電気事業者 (企業 2) のサービスを多く需要させ、逆に 2 企業間の単位輸送費用格差が小さい時には、大きな輸送費用削減政策 (I^*) をとり、消費者にガス事業者 (企業 1) のサービスを多く需要させるように誘導されること」を示した。

しかし、本稿の分析は、脚注 3) で述べたように、両企業の単位輸送費用の非対称性の効果に焦点を集中させるあまり、ガス事業者と電力事業者という異なる生産要素の構成が

考えられることに配慮した、生産費用の非対称性も存在する場合を扱っていない。しかし、主にガスの生産に化石燃料を用い、どちらかといえば可変費用が大きな比重を占めるガス会社と化石燃料のほか固定費用が大きく可変費用が比較的小さい原子力も使える電力会社は、生産費用が異なることも考慮しつつ、「エコウィル」や「オール電化」などの普及により、ライバルのエネルギー需要を奪う戦略をたてていると思われることから、輸送費用、生産費用ともに非対称性を考慮したモデル分析への拡張が残されている。また、「エコウィル」や「オール電化」の普及を進めるにあたって、これらに必要な装置の価格の大幅な引き下げを可能にする電力事業者やガス事業者の技術革新のための研究開発投資競争と輸送費用の非対称性、および政府の政策の影響についても分析を拡張することも重要な課題であろう。これらの分析はわれわれの将来の研究課題である。

参考文献

- [1] Barros Pedro, 2008, "Television news scheduling revisited," *Economics Bulletin*, vol.12, No.1, 1-4.
- [2] Cancian M., A. Bills and T. Bergstrom, 1995, "Hotelling location problems with Directional Constraints: An application to Television News Scheduling," *Journal of Industrial Economics* 43(1), 121-124.
- [3] Ino H. and Matsumura T., 2008, "Growing competition in electricity industry and the power source structure," *mimeo.*, Institute of Social Science, University of Tokyo.
- [4] Nilssen, T., 1997, "Sequential location when transportation costs are asymmetric," *Economics Letters* (54), 191-201.
- [5] Nilssen, T. and L. Sorgard, 1996, "Strategic location with asymmetric transportation cost," *mimeo.*, University of Oslo.