「応用地域学研究」No.11, pp. 95〜107, 2006

歯科診療所の空間的競争と立地均衡

西田喜平次[1]・吉田あつし[2]

[1] 学生会員　修士（社会工）　筑波大学博士課程　システム情報工学研究科（〒305-8573　つくば市天王台1-1-1）
[2] 正会員　博士（経済学）　筑波大学教授　システム情報工学研究科（〒305-8573　つくば市天王台 1-1-1）

本稿では、Hotelling の空間的競争モデルを拡張し、日本の公的医療制度の下での歯科診療所の競争立地均衡を求めた。歯科医師は、第一段階で立地を決め、第二段階で提供する歯科サービス量を決めるとする二段階の意思決定モデルを用いた。消費者および歯科医師の効用関数を定式化し、消費者は通院日数を、歯科医師は歯科サービス量をコントロールすることにより、それぞれが効用最大化するが、歯科医師のみが消費者の反応関数を知っている場合（Stackelberg のケース）と、両者ともに相手の反応関数を知っているケース（Nash のケース）の場合を考察した。消費者や歯科医師の効用に影響を与えるキー・パラメータについてシミュレーションを行った結果、歯科診療所の立地は、Stackelberg のケースでも Nash のケースでも、市場の中心に集中立地する場合と、市場の中心から対称的に分離して立地する場合があることが示された。さらに、診療報酬単価や自己負担率を大きくすると、消費者の効用が大きくなる場合があることがシミュレーションの結果わかった。

Key Words: *spatial competition, discriminatory pricing, dispersed equilibrium, dental clinic*

1.　はじめに

近年、日本の歯科医療を取り巻く環境は変化しつつある。図 1 は、歯科医師数の推移と歯科診療医療費の推移を表したものであるが、歯科医師数は増加傾向にあるのに対して、この期間に数回の診療報酬引き上げが行われているにもかかわらず、歯科診療医療費は頭打ちの状態にあることがうかがえる。この表から、歯科医師間の競争は年々厳しくなっていると推測できる。本稿では、歯科医師間の競争が、歯科医療費の水準や歯科診療所の立地、患者の効用水準にどのような影響を与えるか、そして診療報酬や患者一部負担の改定が、競争均衡における歯科医師や患者の効用水準にどのように影響するかという点を分析する。

本稿では、Hotelling（1929）や d'Aspremont et al.（1979）に代表される空間的競争モデルの

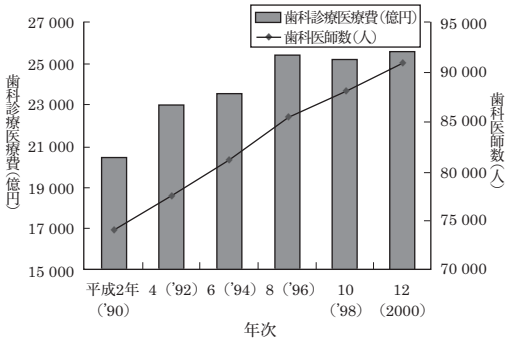


図1　歯科医師数と歯科診療医療費の推移
（医師歯科医師薬剤師調査及び国民医療費より筆者作成）

フレームワークを用いて、歯科診療所の競争立地問題を定式化する。公的医療保険制度の下では、診療所が提供する歯科サービスの単位価格が固定されている一方、「出来高払い制」なので、消費者に提供するサービス量を歯科医師が自由にコントロールし、自分の効用を最大にすることが可能で

ある。他方、歯科診療所の参入退出は自由であり、診療所間の距離制限もないから、診療所は消費者の獲得をめぐって互いに競争しなければならない。したがって、提供するサービス量を歯科医師が自由に決定できるとしても、歯科医師間の競争があるために、どのような競争が行われるかに依存してサービス量が決定される。本稿では、消費者および歯科医師の効用関数を導入することにより、固定されたサービス価格の下で消費者と歯科医師との間の歯科サービス需要と供給の関係を明らかにする。さらに、提供する歯科サービス量と立地を操作して効用を最大化する複占診療所を導入し、歯科医療サービス市場における診療所の立地分析を行う。

最初に消費者の歯科サービス需要を考えよう。本稿では第１に、各診療所は同質的な歯科サービスを提供し、かつ消費者はそのサービスの限界効用を知っていると仮定する。したがって、各診療所は、診療所間の競争において独占的なパワーを持つことはない。また、消費者は、提供されるサービスが健康にどれだけ貢献するかに関して、歯科医師と同じ程度の情報を持っている。第２に、通院１回当たりどの程度のサービス量を提供するかは医師が決定できるために、消費者は通院の回数をコントロールすることにより、消費する歯科サービス総量を決定すると仮定する。第３に、通院するための距離に応じて通院コストが発生すると仮定する。この仮定から、診療所は立地点周辺の消費者を独占することが可能になる。以上の仮定の下で、消費者は効用を最大にするために通院回数を、通院コストを含めた予算制約下で決定する。このとき、通院一回当りに提供される医療サービスの量（診療密度）が多い（少ない）ならば、消費者は通院コストを節約することが可能であるため、通院回数は少なく（多く）なり、より多くの（少ない）医療サービスを消費することができるので、消費者の効用水準は上昇（下落）する。

次に、歯科医師の歯科サービス供給を考えよう。歯科医師の効用は、歯科サービスを提供することによる収入と、診療密度が高くなることによって自由な時間が少なくなることによる不効用から構成される。収入および時間に関する不効用ともに、診療密度が高くなり、消費者の通院回数が多くなれば大きくなる。歯科医師は診療密度を操作して効用を最大にするように行動しているので、仮に歯科医師が、消費者の効用関数の形状や予算制約に関する情報を持っており、ある診療密度の下で消費者が何回通院するかを知っていたならば、その情報を用いて効用を最大にする診療密度を決定するであろう。他方、消費者も歯科医師の効用関数についての情報を持っており、消費者が決めた通院回数の下で、どの程度の診療密度を提供するかを予測できると仮定した場合、歯科医師は、消費者が歯科医師の行動を知った上で通院回数を決めてくるという前提で、効用最大となる診療密度を提供するであろう。前者の場合をStackelbergのケース、後者の場合をNashのケースと呼ぶことにする。これら二つの場合では、提供される診療密度は当然異なってくる。

診療所は市場で消費者獲得の競争をしているので、通院回数も診療密度も消費者と歯科医師との関係のみで決まるのではなく、歯科医師間でどのように競争を行うかがそれらの決定に影響をする。歯科医師の効用は、自分の立地点と、競争相手となる診療所の立地との相対的な位置関係にも影響を受ける。競争相手となる診療所が存在しない場合、診療密度は消費者の居住地と自分の立地点のみを考慮して決定することができる。しかし、競争相手が存在する場合、歯科医師は診療密度を上げて消費者の効用を高くすることにより、競争相手よりも多くの消費者を獲得しようとするであろう。診療密度が高くなるとその分余暇時間が短くなり、歯科医師の限界不効用は大きくなるので、結局この競争は、片方の歯科医師の効用が留保効用以下になるまで続くと考えられる。

本稿では、歯科医師が立地場所を選択できる場合について、消費者および歯科医師が上記のような行動を取るとき、均衡立地がどうなるかについて考察する。均衡の概念として、部分ゲーム完全均衡を採用する。二つの診療所が、第一段階で立地を、第二段階で診療密度を決定し、同時に市場に参入すると仮定する。第二段階において、診療所の立地点を所与とし、各診療所は市場内に居住

する消費者の通院距離と、競争相手となる診療所との距離に応じて、診療密度を決定する。消費者は診療所から受ける診療密度に応じて、どちらの診療所に何回通院するかを決定する。第一段階では、消費者の歯科サービス需要と診療所間の競争を前提にして、歯科医師の効用を最大にする競争立地点を求める。以上のように、歯科医師の立地と診療密度の決定プロセスを第二段階から逆向きに解くことにより、均衡立地点を求めることができる。しかしながら、均衡立地点を解析的に求めることができなかったので、本稿ではシミュレーションを用いた。その結果、診療所の立地が集中立地、または対称分離立地することが示された。

空間的競争モデルには、価格-立地競争を行う Bertrand 競争モデル（Hotelling（1929）や d'Aspremont et al.（1979）等）と、数量-立地競争を行う Cournot 競争のモデル（Hamilton et al.（1989）や Anderson and Neven（1991）等）がある。本稿で扱うモデルは、診療密度-立地の競争を行うが、診療密度は消費者の実質的な通院コストの一部であり、消費者はこれを見て通院回数を決定するので、Bertrand 競争モデルに分類される。多くの Bertrand 競争モデルは、消費者の需要は価格非弾力的な需要構造を持つと仮定している。価格弾力的な需要構造を持つ場合の均衡立地については、Smithies（1941）や Eaton（1972）等がある。これらの研究では、各消費者は財の配達価格に対して線形の需要関数を持つと仮定し、二企業が価格-立地競争を行う結果、市場の地理的サイズが大きい時は集中立地、小さい時は対称分離立地になることを示している。Hurter and Lederer（1985）や Kats（1987）は差別価格のケースを扱っている。Hurter and Lederer（1985）は、ある条件の下で 差別価格-立地競争における均衡が存在することを示した。Kats（1987）は、価格非弾力的な消費者需要を仮定し、企業は第一段階で立地を決定し、第二段階で消費者毎に m パターンの異なる価格を決定する。このとき、m 種類の均衡価格を求め、二企業の均衡立地点がそれぞれ、線分市場の第一四分位点と第三四分位点、(1/4, 3/4)、となることを示している。本研究は弾力的な需要関数を持つ消費者に、診療所が消費者ごとに異なる診療密度を提供する差別価格のモデルであり、かつ、具体的な歯科サービス市場を想定している点で、上記の先行研究とは異なる。

以後、2 節で競争相手の存在しない場合の、診療所と消費者のモデルを説明し、3 節で複占モデルを導入し、4 節では立地均衡を求め、5 節で厚生分析を行い、6 節で結論をまとめる。

2. モデル

いま $L=[0, 1]$ で表される線形の都市を考える。同質的な医療サービス財を供給する 2 つの診療所（$i=1, 2$）が存在し、その立地を一般性を失わず、それぞれ x_1 と x_2（$x_2<x_2$）で表す。消費者は L 上に一様に分布し、その人口を 1 とする。

$x \in L$ に居住する消費者はそれぞれ、歯科サービス財 q と、それ以外の合成財 c を消費し、以下の効用最大化問題に直面する。

$$\begin{aligned} &\max_{n} u(nq, c)=\alpha \ln(nq)+(1-\alpha)\ln(c) \\ &s.t. \quad p\phi nq+c \leq Y-n\gamma t \\ &0<\alpha<1 \end{aligned} \tag{1}$$

ここで、n は通院回数、q は通院一回当り診療密度、p は消費者の医療費自己負担率、Y は所得、ϕ は平均的な診療報酬、t は消費者の居住地から診療所までの距離、γ は単位距離当り通院コスト（通院の機会費用）、α は効用関数のパラメータである。予算制約式では、合成財 c の価格を 1 に標準化している。一階の条件を求めると、消費者が提供された診療密度に対して何回通院するかを表す反応関数を得ることができる。

$$n(q, t)=\frac{\alpha Y}{p\phi q+\gamma t} \tag{2}$$

式(2)右辺の分母は、消費者が 1 回通院するときにかかる実質のコスト（医療費の一部負担額＋通院の機会費用）をあらわしており、実質のコストが大きくなれば、通院回数は減少することになる。

この反応関数および合成財の消費量を効用関数に代入することにより、以下の間接効用関数を得る。

$$V(q)=\alpha \ln\left(\frac{\alpha Yq}{p\phi q+\gamma t}\right)+Const \tag{3}$$

式⑶より、間接効用関数が診療密度 q の増加関数であることがわかる。すなわち、診療密度が高くなれば、式⑵より、通院回数を節約することができ、総通院コストを下げることができる分、効用を上げることが可能になるのである。二つの診療所が利用可能であるとき、消費者はより高い効用を与えてくれる診療所を選択する。

他方、歯科医師は以下の様に表される効用 $\pi(q)$ を最大にするように q を決定する。

$$\max_{q} \pi(q)=n\phi q-\beta n q^2,\ q\geq 0,\ \pi(q)\geq\bar{\pi} \qquad (4)$$

ここで、$n\phi q$ は歯科医師の患者一人当たりの所得、$\beta n q^2$ は診療を行うことによる歯科医師の不効用を金銭で評価したものである（β は医療サービス財供給の不効用パラメータ）。診療密度 q が大きくなれば診療時間が長くなり、その分余暇時間が短くなる。その限界不効用が逓増することをここでは仮定している。また、$\bar{\pi}$ は留保効用である。他診療所と消費者の獲得競争を行うとき、ある q を提供することによって消費者を獲得したときの効用がこの留保効用よりも低ければ、その消費者を獲得することを断念することになる。単純化のために $\bar{\pi}=0$ と仮定する。ここで、$\bar{\pi}=0$ となる診療密度が

$$\bar{q}(t)=\frac{\phi}{\beta} \qquad (5)$$

と求められる。この診療密度以上になると、歯科医師は消費者の獲得をあきらめるので、$\bar{q}(t)$ は、歯科医師のサービス供給分岐点である。

以上の消費者と歯科医師の設定の下で、診療所は、距離 t だけ離れた所に居住する消費者に対

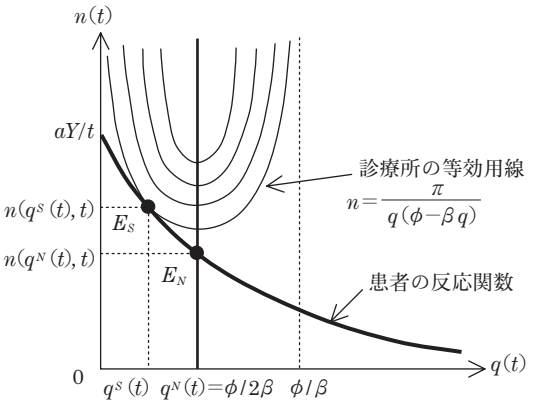


図2　StackelbergのケースとNashのケース

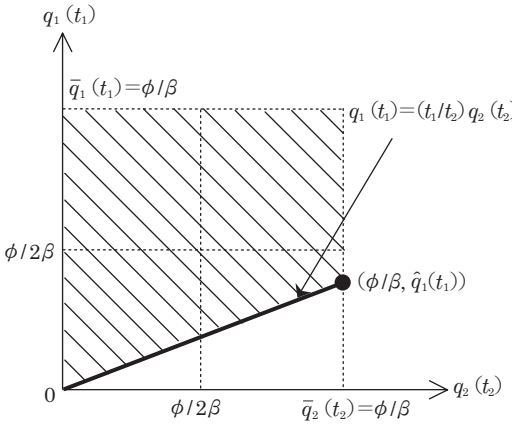


図3　診療所1が消費者を獲得する範囲

して、どのような診療密度を提供するのか、Stackelberg のケースと Nash のケースで考えてみよう。

⑴　Stackelberg のケース

消費者が診療所からどれぐらい離れて居住しているかに応じて、所得から通院コストを引いた消費者の実質所得が決まる。消費者は、実質所得が大きいほど、より多くの医療サービスを消費できる。他方、歯科医師はある診療密度の下で消費者が何回診療所に来るかがわかっているので、その情報を活用して、効用を最大にする診療密度を求めることができる。すなわち、Stackelberg のケースでは、歯科医師が先手として診療密度を決定し、消費者は後手として、提示された診療密度に応じて通院回数を決定する Stackelberg ゲームと考えられる。つまり、⑵を所与として診療所の利潤最大化問題⑷を解くことに等しい。従って、Stackelberg のケースの診療密度 $q^S(t)$、通院回数 $n(q^S(t), t)$ は、

$$q^S(t)=\frac{\gamma}{p\phi}\left(\sqrt{t^2+\frac{p\phi^2}{\beta\gamma}}t-t\right) \qquad (6)$$

$$n(q^S(t), t)=\frac{\alpha Y}{\gamma\sqrt{t^2+\frac{p\phi^2}{\beta\gamma}}t} \qquad (7)$$

と求められる。

⑵　Nash のケース

歯科医師の効用最大化一階の条件から、医師の

反応関数が求められる。

$$q(t)=\frac{\phi}{2\beta} \tag{8}$$

注意すべきは、式⑷で与えられる効用関数の下では、医師は消費者の通院回数に関係なく診療密度を決定している点である。

診療所も消費者もお互いがどのような反応関数を持っているかについて知っているので、歯科医師は消費者の通院回数を予測して診療密度を決定する一方、消費者も診療所が提供する診療密度を予測して、通院回数を決定する。従って、Nashのケースの問題は、診療所が診療密度を、消費者が通院回数を、それぞれ同時に決定するNashゲームと考えられる。つまり、⑵と⑻を同時決定するような診療密度と通院回数を求めることに等しい。そこで、Nashのケースの診療密度$q^N(t)$、通院回数$n(q^N(t), t)$は、

$$q^N(t)=\frac{\phi}{2\beta} \tag{9}$$

$$n(q^N(t), t)=\frac{\alpha Y}{\frac{p\phi^2}{2\beta}+\gamma t} \tag{10}$$

と求められる。

図2は、Stackelbergのケースの均衡点E_SとNashのケースの均衡点E_Nを図示したものであるが、$n(q^N(t), t)<n(q^S(t), t)$, $q^N(t)>q^S(t)$が成り立つことが図よりわかる。すなわち、歯科医師が消費者の情報を利用している分、Stackelbergのケースの方がNashのケースと比べて、歯科医師の効用は高く、消費者の効用は低くなっている。

3. 歯科診療所の空間的競争

ここまで、消費者の居住地と診療所までの距離tを固定して、診療所と消費者との間の関係を議論してきた。この節ではさらに、複占診療所i(i=1, 2）の間で行われる消費者獲得競争について考える。複占診療所は、消費者xを獲得するため、診療密度の競争を行う。診療所iが、消費者xに提供する診療密度を$q_i(t)$とし、消費者xから診療所iまでの距離を$t_i=|x_i-x|$とすると、消費者xが診療所iに通院することによって得られる効用は、⑶より、

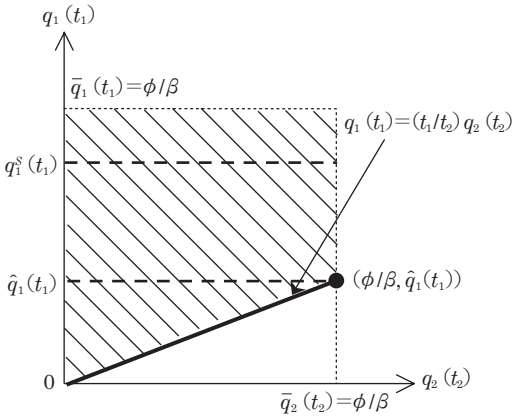


図4　Stackelbergのケース（ケース1）

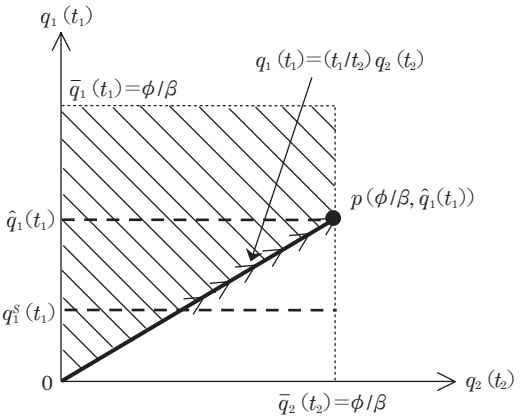


図5　Stackelbergのケース（ケース2）

$$V(q_i(t_i))$$
$$=\alpha\log\left(\frac{\alpha Y q_i(t_i)}{p\phi q_i(t_i)+\gamma t_i}\right)+Const \quad i=1, 2 \tag{11}$$

となる。消費者は効用が高くなる診療所に通院するので、診療所1が消費者xを獲得するための条件は、$V(q_1(t_1))\geq V(q_2(t_2))$より、

$$q_1(t_1)\geq\frac{t_1}{t_2}q_2(t_2) \tag{12}$$

となる。診療所iが供給可能な診療密度の範囲は、⑸より$0\leq q_i(t_i)\leq\phi/\beta$であるので、診療所1が消費者$x$を獲得するための$(q_2, q_1)$の組み合わせは、

$$R_1(q_2, q_1)=$$
$$\left\{(q_2(t_2), q_1(t_1))\;\middle|\;\begin{array}{l} q_1(t_1)\geq(t_1/t_2)q_2(t_2) \\ 0\leq q_1(t_1)\leq\phi/\beta \\ 0\leq q_2(t_2)\leq\phi/\beta \end{array}\right\} \tag{13}$$

である。図3斜線部分領域に含まれる（q_2, q_1）が選ばれた時、診療所1が消費者xを獲得している。$\phi/\beta \leq q_2(t_2)$ の場合が式(13)から除外されているのは、このとき診療所2では不効用が効用を上回るので、診療所2はこのような行動を取らないからである。

以下、競争の結果である均衡において、消費者の居住地によって供給される診療密度がどのように変わるかを、Stackelbergのケースと Nashのケースについて求めてみる。

最初に、参入阻止密度 $\hat{q}_1(t_1)$ および $\hat{q}_2(t_2)$ を

$$\hat{q}_1(t_1) \equiv \frac{t_1}{t_2}\frac{\phi}{\beta},\ \hat{q}_2(t_2) \equiv \frac{t_2}{t_1}\frac{\phi}{\beta}$$

と定義しよう。これらは、消費者が、競争相手の診療所よりも自分に近いところに居住している時に、その消費者を獲得するために提供しなければならない最小限の歯科診療密度である。すなわち、この診療密度を消費者に提供すると、競争相手の診療所が対抗上提供しなければならない診療密度は、せいぜい留保効用しか実現できないレベルになってしまうので、競争相手は、消費者獲得をあきらめることになる。

(1) Stackelbergのケース

診療所1の場合を考えれば、一般性を失うことがなく議論できる。消費者は、診療所2よりも診療所1により近いところに居住しているとする。消費者がどの程度診療所1に近いかによって、歯科医師が提示する診療密度は異なってくる。すなわち、参入阻止密度と Stackelberg均衡解の大小関係により、診療密度は異なる。

［ケース1］ $\hat{q}_1(t_1) \leq q_1^S(t_1)$ の場合

この状況を表したのが図4である。図より、診療所1の効用が最大となる診療密度$q_1^S(t_1)$ が領域R_1に含まれていることがわかる。このとき、診療所1が Stackelberg診療密度を供給している限り、診療所2はどのような診療密度を供給しても、消費者xを獲得することは出来ない。従って、診療所1が Stackelberg診療密度を供給して消費者xを獲得することになる。消費者が診療所1により近いところに住んでいる場合にはこのような状況になりえる。このような消費者が居住する市場の範囲は $\hat{q}_1(t_1) \leq q_1^S(t_1)$ より、

$$0 < x < r_1 \tag{14}$$

$$r_1 = \frac{p\phi^2 + 2\beta\gamma x_1 + 4\beta\gamma x_2 - \sqrt{(p\phi^2 + 2\beta\gamma x_1 + 4\beta\gamma x_2)^2 - 12\beta\gamma(p\phi^2 x_1 + 2\beta\gamma x_1 x_2 + \beta\gamma x_2^2)}}{6\beta\gamma}$$

と求められる（ただし、r_1は $\hat{q}_1(t_1) = q_1^S(t_1)$ を満たすx）。

他方、診療所2は、この領域で消費者を獲得することができないので、歯科医療サービスを供給すると損失が生じる。従って、この領域において、診療所2はサービスを供給しない。

［ケース2］ $q_1^S(t_1) \leq \hat{q}_1(t_1) \leq \bar{q}_1(t_1)$ の場合

この状況を表したのが図5である。診療所1が消費者xに対して、$q_1^S(t_1)$ を供給したとする。このとき診療所2は、$(t_2/t_1)q_1^S(t_1)$ よりわずかに$\varepsilon(\varepsilon > 0)$ だけ大きい診療密度 $(t_2/t_1)q_1^S(t_1) + \varepsilon$ を供給すれば、消費者xを獲得出来る。これに対して、消費者を奪われた診療所1は、$(t_1/t_2)[(t_2/t_1)q_1^S(t_1) + \varepsilon]$ よりわずかにεだけ大きい診療密度 $(t_1/t_2)[(t_2/t_1)q_1^S(t_1) + \varepsilon] + \varepsilon$ を供給することによって、消費者xを獲得出来る。このような消費者の奪い合いが繰り返し行われ、最終的に直線 $q_1(t_1) = (t_1/t_2)q_2(t_2)$ に沿って、点 $P(q_2(t_2), q_1(t_1)) = (\phi/\beta, \hat{q}_1(t_1))$ に行き着く。点Pにおいて、診療所2がϕ/βより大きい診療密度を供給すると留保効用を下回ってしまうので、診療所1が$\hat{q}_1(t_1)$を供給することによって、消費者xを獲得することになる。

また、このような消費者が居住する市場の範囲は$q_1^S(t_1) \leq \hat{q}_1(t_1) \leq \bar{q}_1(t_1)$ より、

$$r_1 \leq x \leq \frac{x_1 + x_2}{2} \tag{15}$$

となる。

他方、診療所2は、この領域においても、消費者を獲得することができないので、損失を出さないために、医療サービスを供給しない。

対称性より、診療所2についてもケース1、2と同様の議論が出来るので、均衡診療密度を以下の様に求めることが出来る （ただし、r_2は

$$r_2 = \frac{-p\phi^2 + 2\beta\gamma x_2 + 4\beta\gamma x_1 + \sqrt{(p\phi^2 - 2\beta\gamma x_2 - 4\beta\gamma x_1)^2 - 12\beta\gamma(-p\phi^2 x_2 + 2\beta\gamma x_1 x_2 + \beta\gamma x_1^2)}}{6\beta\gamma}$$

であり、$\hat{q}_1(t_2)=q_2^S(t_2)$ を満たす x)。

$$q_1^{S*}(|x_1-x|)=\begin{cases} q_1^S(|x_1-x|) & (0\le x\le r_1) \\ \hat{q}_1(|x_1-x|) & (r_1\le x\le (x_1+x_2)/2) \\ 0 & ((x_1+x_2)/2\le x\le r_2) \\ 0 & (r_2\le x\le 1) \end{cases}$$

$$q_2^{S*}(|x_2-x|)=\begin{cases} 0 & (0\le x\le r_1) \\ 0 & (r_1\le x\le (x_1+x_2)/2) \\ \hat{q}_2(|x_2-x|) & ((x_1+x_2)/2\le x\le r_2) \\ q_2^S(|x_2-x|) & (r_2\le x\le 1) \end{cases} \quad (16)$$

均衡における消費者の通院回数は、(2)と(16)を用いて、以下のように求められる。

$$n^{S*}(x)=\begin{cases} \dfrac{\alpha Y}{\gamma\sqrt{|x_1-x|^2+\dfrac{p\phi^2}{\beta\gamma}|x_1-x|}} & (0\le x\le r_1) \\ \dfrac{\alpha Y}{\left(\gamma|x_1-x|+\dfrac{p\phi^2}{\beta}\right)} & (r_1\le x\le (x_1+x_2)/2) \\ \dfrac{\alpha Y}{\left(\gamma|x_2-x|+\dfrac{p\phi^2}{\beta}\right)} & ((x_1+x_2)/2\le x\le r_2) \\ \dfrac{\alpha Y}{\gamma\sqrt{|x_2-x|^2+\dfrac{p\phi^2}{\beta\gamma}|x_2-x|}} & (r_2\le x\le 1) \end{cases} \quad (17)$$

(2) Nash のケース

Stackelberg のケースと同様に、一般性を失わず診療所 1 の場合を考えればよく、以下の 2 ケースに集約される。

［ケース 1］$\hat{q}_1(t_1)\le q_1^N(t_1)$ の場合

この状況を表したのが図 6 である。図より、診療所 1 と消費者 x との間で同時決定される診療密度 $q_1^N(t_1)$ が、領域 R_1 に含まれていることがわかる。このとき、診療所 1 が Nash 診療密度を供給している限り、診療所 2 はどのような診療密度を供給しても、消費者 x を獲得することは出来ない。従って、診療所 1 が Nash 診療密度を供給することによって、消費者 x を獲得する。このような消費者が居住する市場の範囲は、

$$0<x<s_1 \quad (18)$$

である（$s_1=(2x_1+x_2)/3$ は $\hat{q}_1(t_1)=q_1^N(t_1)$ を満たす x)。また、診療所 2 は、Stackelberg のケースの場合と同様の理由により、この領域においてサービスを供給しない。

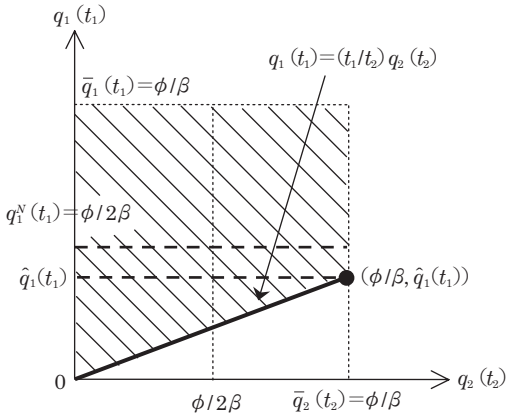


図 6　Nashのケース（ケース1）

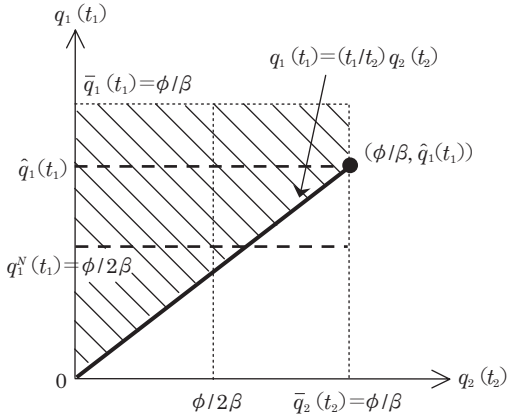
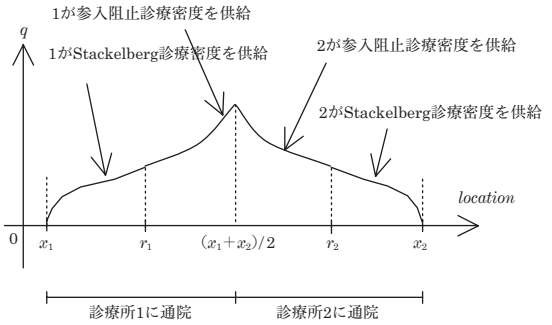


図 7　Nashのケース（ケース2）

［ケース 2］$q_1^N(t_1)\le\hat{q}_1(t_1)\le\bar{q}_1(t_1)$ の場合

この状況を表したのが図7である。Stackelberg のケースのケース 2 における $q_1^S(t_1)$ を $q_1^N(t_1)$ に置き換えることによって、同様の議論を行うことが出来、診療所 1 が参入阻止診療密度 $\hat{q}_1(t_1)$ を供給することによって、消費者 x を獲得する。そして、診療所 2 は、サービスを供給しない。

対称性より、診療所 2 についてもケース 1、2 と同様の議論が出来るので、均衡診療密度を以下のように求めることが出来る（ただし $s_2=(x_1+2x_2)/3$ は $\hat{q}_2(t_2)=q_2^N(t_2)$ を満たす x)。



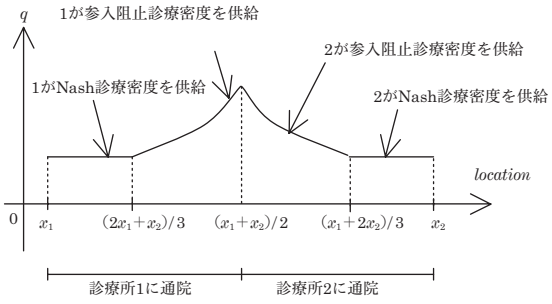


図 8　診療密度の空間的分布

$$q_1^{N*}(|x_1-x|)=\begin{cases} q_1^N(|x_1-x|) & (0\le x\le s_1)\\ \hat{q}_1(|x_1-x|) & (s_1\le x\le (x_1+x_2)/2)\\ 0 & ((x_1+x_2)/2\le x\le s_2)\\ 0 & (s_2\le x\le 1)\end{cases}$$

$$q_2^{N*}(|x_2-x|)=\begin{cases} 0 & (0\le x\le s_1)\\ 0 & (s_1\le x\le (x_1+x_2)/2)\\ \hat{q}_2(|x_2-x|) & ((x_1+x_2)/2\le x\le s_2)\\ q_2^N(|x_2-x|) & (s_2\le x\le 1)\end{cases} \tag{19}$$

均衡における消費者の通院回数は、(2)と(19)を用いて、以下のように求められる。

$$n^{N*}(x)=\begin{cases} \dfrac{\alpha Y}{\left(\gamma|x_1-x|+\dfrac{p\phi^2}{2\beta}\right)} & (0\le x\le s_1)\\ \dfrac{\alpha Y}{\left(\gamma|x_1-x|+\dfrac{p\phi^2}{\beta}\right)} & (s_1\le x\le (x_1+x_2)/2)\\ \dfrac{\alpha Y}{\left(\gamma|x_2-x|+\dfrac{p\phi^2}{\beta}\right)} & ((x_1+x_2)/2\le x\le s_2)\\ \dfrac{\alpha Y}{\left(\gamma|x_2-x|+\dfrac{p\phi^2}{2\beta}\right)} & (s_2\le x\le 1)\end{cases} \tag{20}$$

図 8 は、Stackelberg のケースおよび Nash のケースで歯科医師によって提供される診療密度の分布を示している。それぞれの診療所立地点の外側（$[0, x_1]$、$[x_2, 1]$）については、図示されていない。競争の結果、二つの診療所間の中点に近いところでは、より高い診療密度が提供され、そこから診療所よりに居住している消費者には、より低い診療密度が提供される。すなわち、中点に近く診療所間の競争の厳しい領域の消費者については、診療を行うことによる歯科医師の効用は相対的に低くなる。歯科医師の総効用は、この線分上で各消費者に関する効用関数を積分したものになる。

4.　競争立地均衡

前節で求められた最適な診療密度を前提にして、この節では、各診療所がどのように立地を決定するかについて考えていこう。

第二段階の均衡は第 3 節で既に求めているので、ここでは立地に関する歯科医師の総効用関数を求めればよい。診療所 1、2 の立地に関する総効用関数を、それぞれ $\Pi_1(x_1, x_2)$、$\Pi_2(x_1, x_2)$ とすると、Nash 均衡の定義

$$\Pi_1(x_1^*, x_2^*)\ge \Pi_1(x_1, x_2^*)$$
$$\Pi_2(x_1^*, x_2^*)\ge \Pi_2(x_1^*, x_2) \tag{21}$$

を満たす (x_1, x_2) が競争立地均衡である。歯科医師の総効用は、消費者毎に得られる効用を各診療所が獲得できる消費者の居住地領域全体で足し合わせればよいので、Stackelberg のケースの立地に関する総効用関数は(17)より、以下の様に求められる。

$$\begin{aligned}&\Pi_1^S(x_1, x_2)\\ &=\int_0^{r_1}(\phi n(q_1^S(|x_1-x|),|x_1-x|)q_1^S(|x_1-x|)-\beta n(q_1^S(|x_1-x|),|x_1-x|)(q_1^S(|x_1-x|))^2)dx\\ &+\int_{r_1}^{(x_1+x_2)/2}(\phi n(\hat{q}_1(|x_1-x|),|x_1-x|)\hat{q}_1(|x_1-x|)-\beta n(\hat{q}_1(|x_1-x|),|x_1-x|)(\hat{q}_1(|x_1-x|))^2)dx\\ &\Pi_2^S(x_1, x_2)\\ &=\int_{(x_1+x_2)/2}^{r_2}(\phi n(\hat{q}_2(|x_2-x|),|x_2-x|)\hat{q}_2(|x_2-x|)-\beta n(\hat{q}_2(|x_2-x|),|x_2-x|)(\hat{q}_2(|x_2-x|))^2)dx\\ &+\int_{r_2}^{1}(\phi n(q_2^S(|x_2-x|),|x_2-x|)q_2^S(|x_2-x|)-\beta n(q_2^S(|x_2-x|),|x_2-x|)(q_2^S(|x_2-x|))^2)dx\end{aligned} \tag{22}$$

同様に、Nash のケースの総効用関数は(19)より、以下の様に求められる。

$$\begin{aligned}&\Pi_1^N(x_1, x_2)\\ &=\int_0^{s_1}(\phi n(q_1^N(|x_1-x|),|x_1-x|)q_1^N(|x_1-x|)-\beta n(q_1^N(|x_1-x|),|x_1-x|)(q_1^N(|x_1-x|))^2)dx\\ &+\int_{s_1}^{(x_1+x_2)/2}(\phi n(\hat{q}_1(|x_1-x|),|x_1-x|)\hat{q}_1(|x_1-x|)-\beta n(\hat{q}_1(|x_1-x|),|x_1-x|)(\hat{q}_1(|x_1-x|))^2)dx\end{aligned}$$

$$\Pi_2^N(x_1, x_2)$$
$$=\int_{(x_1+x_2)/2}^{s_2}(\phi n(\hat{q}_2(|x_2-x|),|x_2-x|)\hat{q}_2(|x_2-x|)-\beta n(\hat{q}_2(|x_2-x|),|x_2-x|)(\hat{q}_2(|x_2-x|))^2)dx$$
$$=\int_{s_2}^{1}(\phi n(q_2^N(|x_2-x|),|x_2-x|)q_2^N(|x_2-x|)-\beta n(q_2^N(|x_2-x|),|x_2-x|)(q_2^N(|x_2-x|))^2)dx \quad (23)$$

本モデルでは、総効用関数が非常に複雑な形をしているため、均衡立地を解析的に求めることは出来なかった。そこで、パラメータに適切な値を代入し、均衡立地のシミュレーションを行った。

(1) 均衡立地のシミュレーション

基本的なパラメータの値は、所得 $Y=20$、効用関数パラメータ $\alpha=0.2$ とした。代入した数値により、消費者の単位期間当り可処分所得を 20 万円（$Y=20$）、歯科医療サービスに支払われる額を 4 万円（$\alpha=0.2$；式(2)より $\alpha Y=4$ が歯科サービスへの支出になる）とした仮想的な状況を考察している。そのときに、パラメータ ϕ（平均的な診療報酬）、β（医療サービス財供給の不効用パラメータ）、γ（単位距離当り通院コスト）、p（消費者の医療費自己負担率）を変化させた場合の均衡立地を、それぞれ図 9、10、11、12 にプロットした。

ϕ を変化させた時

$\beta=1$, $\gamma=1$, $p=0.3$ として、ϕ を変化させた場合のシミュレーション結果を図 9 で示す。所得 20 万円でスケールを取っているので、$\gamma=1$ 万円、$\beta=1$ 万円、医療費の自己負担率を $p=0.3$ とした仮想的状況を考えている。政策的には、ϕ の変化は、政府が診療報酬を改定することを意味する。Stackelberg のケース、Nash のケースともに、ϕ の値が小さい間は、市場の中心から離れて対称的に立地する（対称分離立地）が、ϕ の値が大きくなると、市場の中心に集中立地する。Stackelberg のケースの均衡立地点は、Nash のケースの均衡立地点より、市場の外側に位置することがわかる。

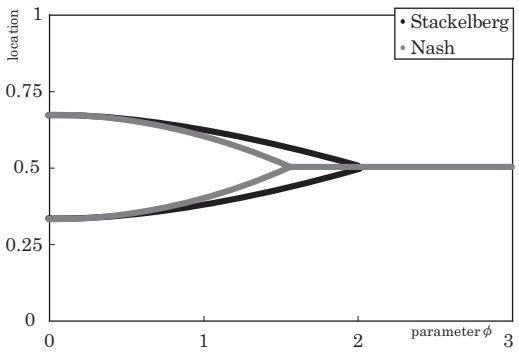


図 9　ϕ を変化させた時の均衡立地

β を変化させた時

$\phi=1.5$, $\gamma=1$, $p=0.3$ として、β を変化させる。診療報酬単価 $\phi=1.5$ 万円、単位距離当り移動費用 $\gamma=1$ 万円、自己負担率 $p=0.3$ の仮想的状況を考えている。シミュレーション結果を図 10 で示す。Stackelberg のケース、Nash のケース同様に、β の値が小さい間は、市場の中心に集中立地し、β の値が大きくなるにつれて、対称分離立地する。Nash のケースの均衡立地点は、Stackelberg のケースの均衡立地点より、市場の外側に位置することがわかる。別のパラメータの組み合わせでも、同様の結果が得られる傾向があった。

γ を変化させた時

$\phi=1.5$, $\beta=1$, $p=0.3$ として、γ を変化させる。診療報酬単価 $\phi=1.5$ 万円、医療サービス財供給の不効用パラメータ $\beta=1$ 万円、自己負担率 $p=0.3$ の仮想的状況を考えている。政策的には、γ の変化は、患者の高齢化に伴う移動費負担増とも解釈できる。シミュレーション結果を図 11 で示す。Stackelberg のケース、Nash のケース同様に、γ の値が小さい間は、市場の中心に集中立地し、γ の値が大きくなるにつれて、対称分離立地する。Nash のケースの均衡立地点は、Stackelberg のケースの均衡立地点より、市場の外側に位置することがうかがえる。別のパラメータの組み合わせでも、同様の結果が得られる傾向があった。

p を変化させた時

$\phi=1.5$, $\beta=1$, $\gamma=1$ として、p を変化させる。診療報酬単価 $\phi=1.5$ 万円、単位距離当り移動費用 $\gamma=1$ 万円、医療サービス財供給の不効用パラメータ $\beta=1$ 万円の仮想的状況を考えている。政策的には、p の変化は、政府が患者の自己負担率

を改定することを意味する。シミュレーション結果を図 12 で示す。Stackelberg のケース、Nash のケース同様に、p の値が小さい間は、対称分離立地し、p の値が大きくなるにつれて、市場の中心に集中立地する。 Nash のケースの均衡立地点は、Stackelberg のケースの均衡立地点より、市場の外側に位置することがうかがえる。

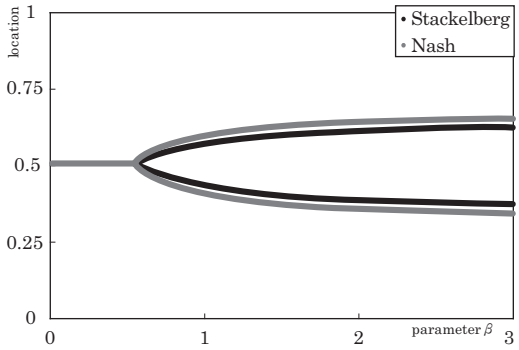


図 10　β を変化させた時の均衡立地

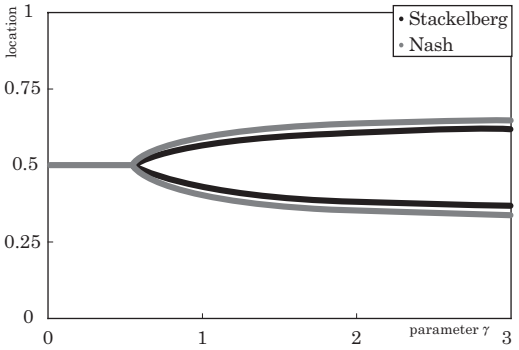


図 11　γ を変化させた時の均衡立地

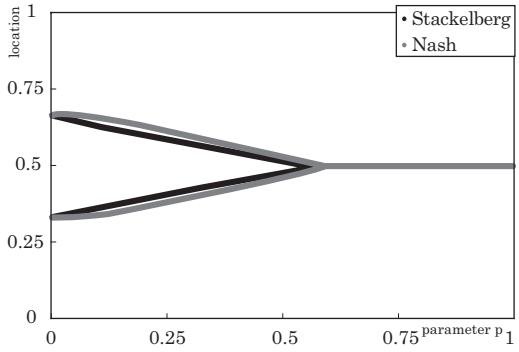


図 12　pを変化させた時の均衡立地

αY を変化させた時

パラメータ ϕ、β、γ、p に任意の値を代入し、αY を変化させる。政策的には、消費者の所得が変化した場合を意味している。この場合、αY にどのような値を代入しても、ϕ、β、γ、p の組み合わせで生じる立地均衡に、変化は無かった。パラメータ Y、α は、立地均衡に影響を与えないことがわかる。

⑵　立地均衡の性質について

図 8 より、Stackelberg のケースでは、市場は独占的に Stackelberg 診療密度を供給する領域（独占領域）と、消費者獲得競争の結果として参入阻止診療密度を供給する領域（競争領域）に分かれることがわかる。Nash のケースでも同様に、市場は独占的に Nash 診療密度を供給する領域（独占領域）と、参入阻止診療密度を供給する領域（競争領域）に分かれる。参入阻止診療密度の定義から明らかなように、Stackelberg のケースと Nash のケースとを問わず、独占的領域から得られる歯科医師の効用は、競争的領域から得られる効用より大きい。従って、診療所は独占領域を増加させるため、集中立地するインセンティブを持つ。その反面、集中立地すると、市場の縁辺に居住する消費者の通院回数が減少するので、分散立地するインセンティブも持つ。

ϕ が大きいということは、歯科サービスの利益率が高いということであるので、集中立地することで、独占領域から得られる利益も大きなものとなる。この効果が、市場の縁辺に居住する消費者の通院回数が減少することで生じる利益の減少を上回るということを意味する。従って、ϕ の上昇は診療所の集中立地を促すことになる。

β が大きいということは、診療密度を増やすことの限界不効用が大きいことを意味している。集中立地すると、市場の縁辺に居住する消費者の通院回数は減少するが、彼らに供給する診療密度は大きくなるため、歯科サービスを供給するための限界不効用が大きくなる。診療所は、この限界不効用を小さくするために、分散立地するインセン

ティブが働く。従って、βの上昇は診療所の分散立地を促すことになる。

γが大きい時、診療所が集中立地すると、市場の縁辺に居住する消費者の通院コストが大きくなるから、通院回数が著しく減少する。こうした需要の減少を食い止めるため、診療所は分散立地するインセンティブが働く。従って、γの上昇は診療所の分散立地を促すことになる。

自己負担率pが大きい時、消費者の医療費負担は大きくなるので、消費者の通院回数は減少する。こうした収入の減少を補うために、集中立地することで、独占領域を拡大するインセンティブが働く。従って、pの上昇は診療所の集中立地を促すことになる。

シミュレーションの結果より、ϕを変化させた場合を除いて、Nashのケースの均衡立地はStackelbergのケースの均衡立地より、外側に位置することが見て取れる。これは、Stackelbergのケースの方がNashのケースよりも、独占領域から得られる利潤が大きいため、集中するインセンティブがより強いからである。こうした傾向は、特定のパラメータの組合せに依存しないということもうかがえる。

5. 厚生分析

前節で得た均衡立地における、市場全体での消費者の効用水準と、歯科医師の効用水準をシミュレーションにより分析する。市場全体での消費者の効用とは、(3)より得られる各消費者の効用水準を市場全体で足し合わせたものであり、(3)を用いることによって、Stackelbergの場合は(24)、Nashの場合は(25)で表される。また、市場全体での歯科医師の効用は、Stackelbergの場合は(22)、Nashの場合は(23)である。

$$U_1^S(x_1^*, x_2^*) = \int_0^{r_1}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y q_1^S(|x_1^*-x|)}{p\phi q_1^S(|x_1^*-x|)+\gamma|x_1^*-x|}\right)\right)dx + \int_{r_1}^{(x_1^*+x_2^*)/2}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y \hat{q}_1(|x_1^*-x|)}{p\phi \hat{q}_1(|x_1^*-x|)+\gamma|x_1^*-x|}\right)\right)dx+(1-\alpha)Y$$

$$U_2^S(x_1^*, x_2^*) = \int_{(x_1^*+x_2^*)/2}^{r_2}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y \hat{q}_2(|x_2^*-x|)}{p\phi \hat{q}_2(|x_2^*-x|)+\gamma|x_2^*-x|}\right)\right)dx + \int_{r_2}^{1}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y q_2^S(|x_2^*-x|)}{p\phi q_2^S(|x_2^*-x|)+\gamma|x_2^*-x|}\right)\right)dx+(1-\alpha)Y \quad (24)$$

$$U_1^N(x_1^*, x_2^*) = \int_0^{s_1}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y q_1^N(|x_1^*-x|)}{p\phi q_1^N(|x_1^*-x|)+\gamma|x_1^*-x|}\right)\right)dx + \int_{s_1}^{(x_1^*+x_2^*)/2}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y \hat{q}_1(|x_1^*-x|)}{p\phi \hat{q}_1(|x_1^*-x|)+\gamma|x_1^*-x|}\right)\right)dx+(1-\alpha)Y$$

$$U_2^N(x_1^*, x_2^*) = \int_{(x_1^*+x_2^*)/2}^{s_2}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y \hat{q}_2(|x_2^*-x|)}{p\phi \hat{q}_2(|x_2^*-x|)+\gamma|x_2^*-x|}\right)\right)dx + \int_{s_2}^{1}\left(\alpha\ln\left(\frac{\alpha Y q_2^N(|x_2^*-x|)}{p\phi q_2^N(|x_2^*-x|)+\gamma|x_2^*-x|}\right)\right)dx+(1-\alpha)Y \quad (25)$$

均衡立地における患者の効用水準と歯科医師の効用水準がパラメータを変化させたときにどう変化するかを、Stackelbergのケースと Nashのケースで求めたものが表1である。パラメータの設定は、4節と同じである。シミュレーションの結果を表1に示す。表中の符号は、パラメータを変化させたときに消費者または歯科医師の効用が、「＋」(「－」)は単調増加(減少)、「＋－」は増加→減少、「－＋－」は減少→増加→減少を意味する。

得られた結果の中で興味深いのは次の点である。診療報酬単価ϕが上昇した場合、その単価が小さい範囲にある場合は、消費者の効用は上昇するが、あるϕの臨界点を超えると、ほとんど変化しなくなる(図13)。これは、ϕの供給に与える正の効果が、需要に与える負の効果を上回るからである。また、自己負担率pを上昇させると、Stackelbergのケースでは、消費者、歯科医師ともに効用水準は低下するが、Nashのケースでは、自己負担率が小さい場合は消費者の効用は上昇するが、ある臨界点を超えるとほとんど変化しなくなる(図14)。これは、この範囲では、pが上昇すると診療所が中心に集まってくるため競争が厳しくなり、診療密度が高くなる結果消費者の効用を上げる効果が、需要を抑制する効果を上回るからである。

最後に、歯科医師の効用は、Stackelbergのケースの方がNashのケースよりも必ず大きくなることが、また、消費者の効用は、概ねNashのケース方がStackelbergのケースを上回ること

が、シミュレーションの結果わかった。

6. おわりに

本稿で得た結果を簡単にまとめると以下の様になる。

複占診療所の均衡立地は、パラメータに応じて、市場の中心に集中立地するか、もしくは市場の中心から対称的に分離して立地することがシミュレーションにより明らかになった。また、Stackelberg のケースの均衡立地と Nash のケースの均衡立地を比較すると、診療報酬 ϕ を変化させた時を除いて、後者の均衡立地の方が、より市場の外側に立地することがシミュレーションにより明らかになった。

さらに、診療報酬単価 ϕ や自己負担率 p を大きくすると、消費者の効用が大きくなる場合があることがシミュレーションの結果わかった。いずれの場合も、サービス供給を増やす効果が需要を抑制する効果を上回るためである。

本稿では、診療所間の競争によって診療所の均衡立地と消費者および歯科医師の効用がどうなるのかを議論してきた。2 軒以上の診療所が市場に参入した場合に、消費者の厚生水準がどうなるかについても、このモデルから予測することができる。ひとつの診療所がサービス提供を独占している場合と比較して、二つの診療所が競争する場合の方が消費者の効用が高くなるのは明らかである。それは、診療所間のサービス提供競争の効果であると同時に、診療所が増えたことによって通院コストが低下した効果でもある。それでは、このまま診療所が増加していったらどうなるであろうか。消費者の効用関数の形状により、医療費への支出額には上限があるので、歯科医師の効用が留保効用に等しくなるような診療所数が決まってくることになる。そこまでは、消費者の効用の総和としての地域全体の厚生水準も上昇することになる。

ただし、このモデルでは、競争によって通院回数は減るものの診療密度が大きくなるために、医療費も増加することになる。近年、医療費の抑制のために、「出来高払い制」の代わりに「定額払い制」が提案されているが、このように、医療の価格システムが変更されたときに、立地や医療費および消費者の厚生水準がどうなるかについては今後の課題とする。

表 1　シミュレーションによる効用分析

	消費者の効用		歯科医師の効用	
	Stackelberg	Nash	Stackelberg	Nash
ϕ	＋−	＋−	＋	＋
β	−	−＋−	−	−
γ	−	−＋−	−	−
p	−	＋−	−	−

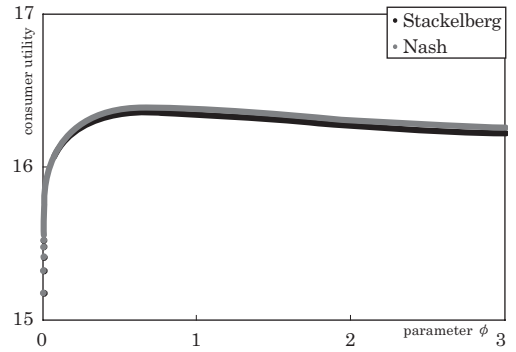


図 13　ϕ を変化させた時の消費者の効用

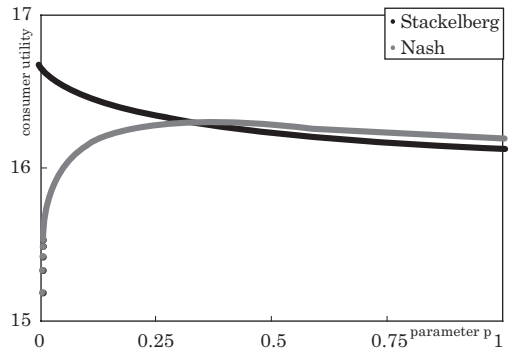


図 14　p を変化させた時の消費者の効用

謝辞：本稿の作成にあたり、京都大学文世一氏、大阪府立大学七條達弘氏、筑波大学川村顕氏から有益なコメントを頂いた。また、編集担当委員および二名の匿名査読者からの修正意見は、本稿の完成度を高めるうえで非常に有益であった。ここに記して感謝したい。また、本研究は、科学研究

費補助金（基盤研究(B) 17330045）および（独）日本学術振興会「人文・社会科学振興プロジェクト」より研究補助金を受けている。

参考文献

1） Hotelling, H.: Stability in competition, *The Economic Journal*, Vol.39, pp.41-57, 1929.
2） d'Aspremont, C., J. J., Gabszewicz and J.-F. Thisse.: On Hotelling's stability in competition, *Econometrica*, Vol.47, pp.1145-1150, 1979.
3） Anderson, S. P. and D. J. Neven: Cournot competition yields spatial agglomeration, *International Economic Review* 32, pp793-808, 1991.
4） Hamilton, J. H., J.-F. Thisse, and A. Weskamp: Spatial discrimination, Bertrand vs. Cournot in a model of location choice, *Regional Science and Urban Economics* 19, pp87-102, 1989.
5） Smithies, A.: Optimal location in spatial competition, *Journal of Political Economy*, 49:3, pp.423-439, 1941.
6） Eaton, B.C.: Spatial competition Revised, *Canadian Journal of Economics*, 5:2, pp.268-278, 1972.
7） Hurter, A. P. Jr and P. J. Lederer: Spatial duopoly with discriminatory pricing, *Regional Science and Urban Economics*, 15, pp.541-553, 1985.
8） Kats, A.: Location price equilibria in a spatial model of discriminatory pricing, *Economics Letters* Vol.25, pp.105-109, 1987.

（2006.4.16 受付）
（2006.7.20 受理）

Spatial competition and locational equilibrium of dental clinics

Kiheiji NISHIDA, Atsushi YOSHIDA

In this paper, we consider the competitive locational equilibrium of dental clinics under the public health systems in Japan with an extended spatial competition model originated to Hotelling. In our two-stage decision tree, the dentists decide the location of their clinics in the first stage and then decide quantity of dental services they provide. Both consumers and dentists maximize their utilities by controlling number of visits and the quantity of the services respectively. We think of two cases, one where only the dentists know the reaction function of consumers, namely the case of Stackelberg, and the other where both dentists and consumers know the functions each other, namely the case of Nash. We conduct simulations with respect to key parameters of utility functions and find that clinics not only concentrate at the center but also locate at symmetrically separated points from the center of the market for both of the cases of Stackelberg and Nash. We also find a case where increasing co-payment rate or unit fee for service enhances consumer's utility.