寡占立地数量競争における内生的製品差別化

清水　大昌

概要

本論文では、立地後に数量競争を行う設定において、企業が研究開発投資を行うことにより財の差別化を図ることができる状況を考える。よって、立地と財と言う意味で二つの次元での差別化を扱う。先行研究においてはある次元における最大差別化は他次元での差別化を減少させることが多く見られている。本論文では、寡占市場での立地を所与とし、輸送費用が線形の場合と二次関数である場合の2パターンを分析した結果、いずれも立地の差別化の度合いが大きい設定のほうが、研究開発投資水準が低く収まり、先行研究との整合性が取れていることを示した。

1　はじめに

近年、企業による競争が一段と激しくなる中、企業間の製品差別化をどの程度行うかはより一層重要となってきている。コンビニエンスストア業界や薬事法改正で影響を受けたドラッグストア関連企業は、どのように他社と差別化を図り、消費者の心をつかめるかを競っている。一方、製品差別化が進んでいたファストフード業界では、独自路線を取りやめて最大手に追随する企業もあれば、より品質を上げ差別化を図る企業も出てきた。このように、製品差別化の影響を考慮する必要は増してきている。

製品差別化を経済学のモデルで定式化したのは Hotelling (1929)にさかのぼる。ここでは、企業立地を扱い、立地の範囲を製品差別化をし得る製品の種類として考えた。Hotellingの設定では、企業同士は均衡では中央集積するため、製品差別化の文脈では「最小差別化の原理」が得られたと考える。ここでは立地のみの競争で価格競争などがないため、他社と似た製品を作るほうが、自社の顧客を失わずに他社の顧客を奪うことが出来るため、このような結果が導かれる。その後、d'Aspremont, Gabszewicz, and Thisse (1979)は立地の後に価格競争が行われるモデル(立地-価格競争モデル)を定式化した。ここでは中央に移動するインセンティブはあるものの、価格競争を恐れる効果のほうが強く利くため、均衡では最大に離れて立地することが示された。これを製品差別化の文脈では「最大差別化の原理」という。このように、差別化の度合いが最小、最大、ならびにその間のどのようになるかは、産業組織理論においては重要なトピックとなった。

本論文で扱うような複数次元で製品差別化を行う分析は、主に立地の文脈で扱われた。Neven and Thisse (1990)は、企業が財について水平的差別化(色や好みのように、ある消費者は一つの財を、また

ある消費者は違う財を好むような状況)と垂直的差別化(品質が違い、同じ価格であれば全ての消費者は片方の財を必ず好む状況)の双方で差別化を図れる設定を考察した。ここでの均衡は、片方の次元で最大差別化、もう片方で最小差別化が起こるというものであった。Tabuchi (1994)では2次元での立地-価格競争モデルにおいて、同様の結果を導いた。つまり、1次元で最大差別化をすることにより価格競争が十分緩和され、もう1次元では集積するのが最適になった。(1)

製品差別化を産業組織で扱うもう一つの手法は、Singh and Vives (1984)によって編み出された製品差別化を許容した需要関数である。この設定を使いLin and Saggi (2002)は製品差別化の水準を内生化した。つまり、企業は立地のときのように、非立地的な差別化の度合いも自分で決めることが出来るはずである。この文脈を含んだ複数次元製品差別化は、先行研究ではあまりなされていない。これはある意味、立地競争モデルは価格競争が主流であり、最大差別化の原理が強く利いたからである。しかし、立地後に数量競争を行うモデルも、立地研究においてより一般的になってきたことにより、立地と非立地の複数次元差別化問題を考えることが出来るようになったと言えよう。

立地の文脈においては価格競争が主流であったが、数量競争も考えることは産業組織の観点からは重要である。一般に寡占モデルにおいては数量競争と価格競争のどちらが起こるかは市場の性質によって決まる。立地の文脈でも数量競争を考えた方が現実に当てはまりが良いケースが多々ある。(2)

立地-数量競争分析は比較的近年、Anderson and Neven (1991)とHamilton, Thisse, and Weskamp (1989)によって始まったといえる。市場が線形都市に連続的に存在する設定において、企業が自社の工場から各市場に供給し、その輸送費用を負担する。企業は最初にどこに工場を設定するかを同時に選択し、その後数量競争を各市場で行う。彼らの結論は立地のみを戦略変数とした競争を考えたHotellingと同様、企業は線形市場の中央に集積するというものであり、最小差別化の法則が支持された。その後、この設定を変更または拡張したモデルも次々と現れた。例えば、円環市場を考えたPal (1998)は、均衡では2企業は最大離散の立地を行う。これは最大差別化の法則と整合的である。Gupta, et al. (2004)とShimizu and Matsumura (2003)は円環市場でn企業が競争する状況を考え、最大差別化は均衡となるが、それ以外の均衡も多数存在することを示した。(3)

立地−数量競争と製品差別化を含む需要関数の双方を考慮した分析としては、Shimizu (2002)とYu and Lai (2003)が挙げられる。彼らは、非立地的な差別化を外生的に需要関数に取り入れ、立地について均衡を求めた。結果、財の差別化が進み、補完財的な性質まで出る場合には円環市場でも集積が起こりうることを示した。ただし、実際には企業にとって、立地以外の差別化水準を決

(1) 他にあげられる先行研究としては、Economides (1989)の質と多様性の差別化、Ansari et al.(1998)の2、3次元での差別化、Irmen and Thisse (1998)のn次元の差別化がある。どの設定においても企業同士は1次元で最大差別化を図り、残りの次元では最小差別化が均衡で得られる。

(2) 価格より数量の調整のほうが難しい産業においては、数量競争の分析がもっともらしい。鉄、自動車、セメントや、一般的な製造業はこちらに属す。逆に価格の調整がより難しい、カタログ販売のような場合には価格競争がもっともらしい。Friedman (1983,1988)を参照。

(3) 円環市場での立地-数量競争の他の文献として、Chamorro-Rivas (2000)、Matsushima (2001)、Pal and Sarkar (2006)、Gupta, Pal, and Sarkar (2006)、Matsumura and Shimizu (2006)が挙げられる。

められないことはないだろうと考えられる。Ebina and Shimizu (2009)では、2企業が立地と需要関数の係数の双方で差別化を図れる設定を紹介した。本論文はこの論文の寡占(n企業)モデルへの拡張である。

本論文は、Shimizu (2002)をn企業に拡張したモデルに、需要関数の製品差別化パラメータを内生化したLin and Saggi (2002)の考え方をあわせたものである。立地選択は数量競争の限界費用に影響を与えるため、これは供給側の側面である。一方、需要関数は当然需要側の側面である。複数次元の差別化についての先行研究は輸送費用による需要側の側面のみを見てきたため、本論文での焦点は先行研究と違うとも言えるだろう。

本論文では立地パターンは外生で与えることとする。これには二つ理由がある。まずn企業の設定では、最大差別化がもっとも安定的であることが円環市場の分析で分かってきた。たとえばMatsumura, Ohkawa, and Shimizu (2005)では、輸送費用が非線形の場合、最大差別化では利潤が最大になり、均衡となりうるパラメータも最も広くなることが分かった。よって、これを扱うのは自然である。また、第4節で扱うように、立地パターン間で比較することができることも重要である。本論文では明示的には示していないが、立地を内生にしても、これらのパターンはサブゲーム完全均衡としては成立する。

本論文の結果は、先行研究の流れと沿うものとなった。つまり、立地による差別化の度合いが大きい方が、需要関数による差別化が小さくなった。需要関数による差別化は、本論文では研究開発投資の水準によって表される。投資をすることにより自社の財の特徴や強みを明らかにして、他者の財と差別化を図れるということである。また、立地については、最大差別化立地と立地効果がない状況を扱う。本論文で示したことは、立地効果があるほうが、研究開発投資水準が低くなることである。また、第4節の分析では、最大差別化と、立地効果がない状況の間にあたる立地をも考えるが、そこでの研究開発投資は、他の二つの中間に来る。よって、これらの結果は先行研究と整合的であるといえる。

この結果の直観としては、差別化を行って競争を緩和する際、もう既に一次元で競争が緩和されている場合には、もう一次元で差別化を行うインセンティブが削がれているということである。この結果、これらの二種類の差別化はお互いに代替的なものであることが分かる。これは先行研究と同じであるが、その理由は少々異なる。

本論文では、企業が局地独占を行いたい傾向が見られる。単位輸送費用が上昇するにつれて、企業の本拠地は相手にとって高い輸送費用を払う必要があるため、利潤を上げやすい場所となる。逆に他者の本拠地では自社は不利になる。一方、立地効果を考えない、輸送費用を一定にしてある状況では、このような場所による価格差別は起こらない。ゆえに、利潤は地点によらず一定となる。本論文の結論としては、需要関数の差別化の度合いを上げると、それぞれの本拠地近くの利潤はより上がるが、相手の本拠地近くでの利潤はより下がり、合計すると、輸送費用が一定にされている方が総利潤が高くなる。よって、立地の文脈がない方が、研究開発投資を行うインセンティブが多くなり、本論文の結果が支持されるのである。

本論文の構成は以下の通りである。第2節でモデルを定式化する。第3節で数量競争の均衡を導出する。第4節では輸送費用が線形の場合を扱い、第5節では輸送費用が二次関数の場合を扱う。第6節で結論および今後の課題について述べる。

2 モデル

長さ1の円環都市を考えよう。消費者が存在する市場はこの線上の各地点に存在して、一様分布している。各市場xは $x \in [0,1]$ とし、企業iの立地はx_iとおくこととする。この産業に企業はn社存在し、それぞれが差別化された財を全ての市場に供給する。各企業は一定の限界費用(ここでは0に基準化)で財を生産し、それを距離について増加する輸送費用を掛けて供給する。つまり、企業iがx_iに立地しているとすれば、市場xへの供給には一単位当たり $\tau(|x-x_i|)$ の輸送費が掛かる。ここで τ は増加関数である。またノルム記号 $|\cdot|$ は、円環都市のため、輸送費がかからない方向に輸送することを考慮した距離である。つまり、最大値は1/2となる。

消費者は全ての差別化された財とニュメレール財 mから効用を得る。地点xに立地した消費者は、次の式で示される効用を得ることとなる。

$$u(\bar{q},m)=a(\sum_{i=1}^{n} q_i)-(\sum_{i=1}^{n} q_i^2)/2-\sum_{i=1}^{n}\sum_{j\neq i} s_{ij}q_iq_j/2\ +m. \tag{1}$$

ここでaはある定数、q_iは企業iの生産量、 $\bar{q}$ は$\{q_1, ..., q_n\}$を表す生産量ベクトル、s_{ij}は企業iとjの財の相対的差別化水準を表す。代表的消費者の効用最大化問題を解くと、次の差別化された逆需要関数が導出される。

$$p_i=a-q_i-\sum_{j\neq i} s_{ij}q_i. \tag{2}$$

ここでp_iは財iの価格を表す。(4) s_{ij}=1の場合には財iとjは完全代替財であり、s_{ij}=0の場合には財iとjは完全独立財である。その間にある財は、sが減少するにつれ、製品間の差別化の度合いが高まり、各財の需要が高まることになる。最後に、aは需要切片であり、需要の大きさを表す。ここで、全ての企業が全ての市場に正の供給を行うようにするため $a>2n\tau(1/2)$ の仮定を置く。以上の設定は立地数量競争の既存文献では標準的なものである。

財の差別化の度合いは研究開発投資を行うことにより増やすことが出来る。つまりその場合にはsは減少する。企業iの研究開発投資額をd_iと置こう。するとLin and Saggi (2002)と同様に、sは $s_{ij}=\bar{s}-(d_i+d_j)$ と与えられる。ここで $0<\bar{s}\leq 1$ は初期時点での差別化の度合いであり、$0\leq d_i\leq \bar{s}/2$ が成立すると仮定する。一方この投資の費用は$F(d_i)$という関数で与えられる。ここでF'は非負、非減少、弱い意味で凸関数である。つまり $F'\geq 0$、 $F''\geq 0$ そして $F'''\geq 0$ が成立するとする。また、内点解を得るため$F'(0)=0$と $F'(\bar{s}/2)$ が十分大きい(例えば$F'(\bar{s}/2)=\infty$)ことを仮定する。

ゲームは次のように進む。まずゲームが始まる前の第0期に全ての企業が立地を決める。これは各分析の前に紹介される。次に第1期に各企業は独立かつ同時に自社の投資量 d_iを決定する。そし

(4) この設定はSingh and Vives (1984)からのものである。$s_{ij}<1$という制約が必要となる。これは自社の生産量の変化が、他社からの交差効果を上回ることが均衡で必要だからである。

て第2期に数量競争を各市場で行う。ここでの各市場での逆需要関数は (2)である。

以下の分析では、比較対象として輸送費用や立地の面での製品差別化がない場合をも扱う。それにより、立地による製品差別化が、需要関数の製品差別化の度合いにどのような影響を与えるかを考察することが可能となる。ただし、比較をするためにはある程度の基準を設ける必要がある。ここでは「同一平均費用」基準を使う。これにより、平均費用の大小による偏りをなくすことが出来る。以下の分析では、輸送費用が線形の場合と二次関数の場合を扱う。線形の場合では、市場全体での平均輸送費用は $(\int_0^1 |0-x|dx)=1/4$ となるため、輸送費用の代わりとして全ての市場 x における輸送費用 $|x_i-x|$ を 1/4 と置く。同じように、二次関数の場合には、平均輸送費用が$(\int_0^1 |0-x|^2dx)=1/12$ となるため、1/12をその一定の費用とする。このように、立地による輸送費用はないが、その分だけの平均費用が一定分加算される設定を比較対象としていく。

3 均衡分析1：数量競争段階

本論文での均衡概念は部分ゲーム完全ナッシュ均衡である。よって後方帰納法を用いる。この節では、最終期における数量競争の結果を紹介し、企業利潤を立地と研究開発投資水準の関数として表す。限界生産費用が一定(0)であるため、各市場は独立に分析可能である。よってまず第2期までにおける立地と投資量を所与としたときの局所的な数量競争を分析する。前述したように、企業 i の立地は x_i、企業 i の市場 x での供給量を $q_i(x)$とする。また、第2期で得られた差別化の度合い s_{ij} が対称的になる場合に今回は注目する。よって、ここでは $s=s_{ij},\ \forall i,\ j$ を仮定する。以上の設定において、市場 x での企業 i の利潤は

$$\pi_i(s,\bar{q};x)=(a-q_i-s\sum_{j\neq i}q_j-\tau(|x-x_i|))q_i.$$

で与えられる。一階条件よりクールノー均衡が

$$\hat{q}_i(s;x)=\frac{(2-s)a-(ns-2s+2)\tau(|x_i-x|)+s\sum_{j\neq i}\tau(|x_j-x|)}{(ns-s+2)(2-s)},$$

$$\hat{p}_i(s;x)=\frac{(2-s)a+(ns-ns^2-2s+s^2+2)\tau(|x_i-x|)+s\sum_{j\neq i}\tau(|x_j-x|)}{(ns-s+2)(2-s)},$$

$$\pi_i(s,\hat{q}_1(s;x),\hat{q}_2(s;x);x)=[\hat{q}_i(s;x)]^2$$

として得られる。$\hat{q}_i(s;x)$ 、$\hat{p}_i(s;x)$ 、そして $\pi_i(s,\hat{q}_1(s;x),\hat{q}_2(s;x);x)$ はクールノー均衡における各企業の生産量、価格、局地利潤である。企業 i の総利潤 Π_i は局地利潤の合計、つまり

$$\Pi_i(x_i,x_{-i})=\int_0^1 \pi_i(s,\hat{q}_1(s;x),\hat{q}_2(s;x);x)dx$$

で与えられる。この利潤は、第2期での研究開発投資に掛かる費用を引いていないという意味で粗利潤である。

4 均衡分析2：研究開発投資水準—線形輸送費用の場合

この節では、均衡で各企業が研究開発投資をどのくらい行うかを導出する。ここで輸送費用は線形である。つまり $\tau(|x-x_i|)=t|x-x_i|$ と置く。ここで $t>0$ は正の定数である。輸送費用が掛かるケースを上付きの T で示す（Transportの意)。一方、比較対象とする輸送費用が一定の（立地の影響がない）ケースでは、「同一平均費用」基準を使うため、各地点で1/4の費用が掛かる、つまり $\tau(|x-x_i|)=1/4$ として分析を進める。ここでの結果は上付きの N で表す(No transportの意)。

各企業は第0期に立地を決めているが、これは最大差別化立地であるとしよう。つまり、$\bar{x}=(x_1,\ x_2,\ x_3,\ \cdots,\ x_n)=(0,\ 1/n,\ 2/n,\ \cdots,\ (n-1)/n)$ である。Pal (1998)からの研究により、これは均衡であり、なおかつある意味もっとも安定的な均衡であるといえることが分かってきた。このような立地において企業1が0に立地している場合の企業1の粗利潤は次の式で表される。

$$\begin{aligned}\Pi_1^T(\bar{x};s) &= \int_0^1 \left[\frac{(2-s)a-(ns-2s+2)tx+s\sum_{j\neq i}t|x_j-x|}{(ns-s+2)(2-s)}\right]^2 dx \\ &= 2\int_0^{1/2}\left[\frac{(2-s)a-(ns-2s+2)tx+st(n/4-x)}{(ns-s+2)(2-s)}\right]^2 dx \\ &= \frac{48(2-s)^2a^2-24(2-s)^2at+[16+4(n-4)s+(n^2-2n+4)s^2]t^2}{48(ns-s+2)^2(2-s)^2}\end{aligned}$$

また、輸送費用一定のケースでは次のようになる。

$$\begin{aligned}\Pi_1^N(\bar{x};s) &= \int_0^1\left[\frac{(2-s)a-(ns-2s+2)t/4+s\sum_{j\neq i}t/4}{(ns-s+2)(2-s)}\right]^2 dx \\ &= \left(\frac{4a-t}{4(ns-s+2)}\right)^2\end{aligned}$$

企業1以外の粗利潤も同様に得られる。次の命題は、これらの粗利潤についての性質を紹介している。

命題1　輸送費用が掛かるケースでの粗利潤は、一定のケースよりも高い。また、その差は差別化の度合いが上がる、もしくは単位輸送費用が下がるにつれて、下がっていく。

証明：$t>0$ と置いたとき、二つのケースの利潤の差は次のようになる。

$$\Pi_i^T(s)-\Pi_i^N(s)=\frac{t^2}{48(2-s)^2}>0.$$

これを s で微分していくと、

$$\begin{aligned}\frac{\partial(\Pi_i^T(s)-\Pi_i^N(s))}{\partial s} &= \frac{t^2}{24(2-s)^3}>0, \\ \frac{\partial^2(\Pi_i^T(s)-\Pi_i^N(s))}{\partial s^2} &= \frac{t^2}{8(2-s)^4}>0.\end{aligned}$$

よって、差別化の度合いが大きくなると(s が下がると)、二つのケースの利潤の差は減っていく。

またtで微分すると

$$\frac{\partial(\Pi_i^T(s)-\Pi_i^N(s))}{\partial t}=\frac{t}{24(2-s)^2}>0$$

となる。

(Q.E.D.)

sに対する二階微分も正であるため、限界的な投資は、差別化の度合いが低い(sが大きい)ときのほうが利潤の差により大きな影響を与える。

次に、実際の研究開発投資水準を求めよう。二つのケースにおける第2期での一階の条件は次のようになる。(ここでも $s=\bar{s}-d_i-d_j$ である。)

$$T: F'(d_i)=\frac{(n-1)(4a-t)^2}{8(ns-s+2)^3}-\frac{t^2}{24(2-s)^3}, \tag{3}$$

$$N: F'(d_i)=\frac{(n-1)(4a-t)^2}{8(ns-s+2)^3} \tag{4}$$

(3)式の右辺は、輸送費用があるケースにおいて、追加的に研究開発投資を行った際に得られる限界粗利潤である。関係式 $s=\bar{s}-d_i-d_j$ を使い、これを$MP^T(d_i)$と置く。同じように、(4)式の右辺は$MP^N(d_i)$となる。最後に d_i^T を、(3)式が成り立つ投資レベルと仮定し、 d_i^N を(4)が成立するときの投資レベルとする。これらの投資レベルの大小を比べるのが次の命題である。なお、これらの点がそれぞれ唯一であることは、命題の証明の中で示されている。

命題2 各企業による研究開発投資水準は、輸送費用が一定になっているケースのほうが、輸送費用がかかるケースよりも大きくなる。

証明は、数値がEbina and Shimizu (2009)の命題2の証明と一致するため、そこを参照してもらいたい。流れをまとめると、(3)式と(4)式の右辺は、投資水準を追加的に一単位増やした際の限界粗利潤を表している。一方、左辺は限界投資費用であり、d_iの増加凸関数である。 $s\in[0,1]$ がどの値を取ろうとも、輸送費用が一定のケースのほうが輸送費用が普通に掛かるケースよりも限界粗利潤が高い。それに対して、限界費用関数は同じである。よって、これらの式を満たすためには、命題が満たされる必要があるのである。(図1を参照。)

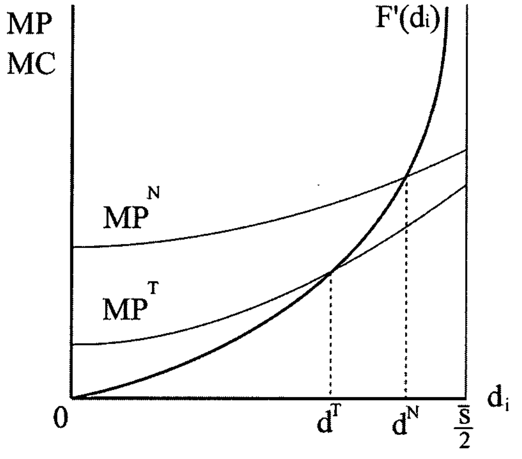

図 1: 輸送費用が一定のケースのほうが、輸送費用が普通に掛かるケースの場合より、研究開発投資水準が高くなる。つまり、$d^T < d^N$ が成立する。

この結果の経済学的直観を紹介する。単位輸送費用 t と財の差別化の度合い s はどちらも差別化の程度に影響するパラメータという意味では同じである。t の上昇と s の下落は、財をより差別化することとなる。ただし、t は費用関数に影響を与え、s は効用関数に影響を与える。よって、t の上昇により、競争は緩和され、企業が投資をしてさらに差別化を図ろうとするインセンティブが軽減されるのである。ただし、先行研究の多くとは違い、最小差別化とはならない。これは費用関数 F の形状による。

この結果はEbina and Shimizu (2009)とほぼ同一となった。また、Neven and Thisse (1990) やTabuchi (1994)とも、最大差別化が別次元における差別化の度合いを低めたという意味では似ていると考えられる。最小差別化ではないが、本論文が考える差別化の二つの手法にも代替性が存在することが分かった。

5　均衡分析3：研究開発投資水準ー二次関数輸送費用の場合

この節では、前節に続き研究開発投資水準を扱う第2期を扱う。ここで輸送費用を二次関数としよう。つまり、$\tau(|x - x_i|) = t(|x - x_i|)^2$ と置く。ここで $t > 0$ は正の定数である。

Shimizu and Matsumura (2003)やGupta, et al. (2004)で示したように、円環市場モデルでの均衡は様々なものがある。その中でも、もっともらしいものを2タイプ紹介する。まず、前節のように、企業が最大差別化して立地するパターンを、それが均衡であると予想した論文から Palタイプと呼ぼう。次に、企業の半数が一点、もう半数が最大に離れた点にそれぞれ集積する均衡もある。これも、同様に紹介された論文から、松島タイプと呼ぼう。(5) 図2を参照。

(5) それぞれPal (1998)と Matsushima (2001)より。これらの名称を最初に使った論文としてはMatsumura, Ohkawa, and Shimizu (2005)を参照。

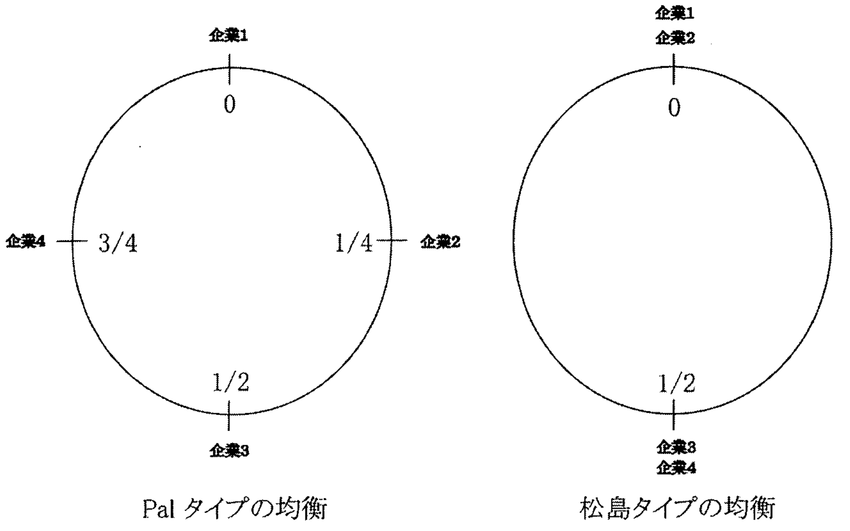

図 2：企業数 4 の場合の均衡立地パターンを 2 つ示す。左が Pal タイプで最大差別化が達成されている。右が松島タイプで、部分集積が成り立っている。

立地－数量競争の円環市場モデルでは、輸送費用が線形の場合、これらの立地の利得が一致することが知られている。他方、輸送費用が厳密に凹、もしくは厳密に凸であれば、Pal タイプのほうが利得が高くなる。このような差を出すために、本節では二次関数の輸送費用を扱う。

また、前節と同じように、輸送費用が一定のケースも扱う。ここでは「同一平均費用」基準を使うため、各地点で 1/12 の費用が掛かる、つまり $\tau(|x-x_i|)=1/12$ として分析を進める。よって、ここでの上付きは P (Pal タイプ)、M (松島タイプ)、そして N (No transport タイプ)の 3 通りある。最大差別化の観点から言うと、Pal タイプが立地から見た差別化の度合いが一番大きく、松島タイプがそれに次ぎ、輸送費用が一定にされているケースは差別化はないといえる。

以下、企業数を 4 として、分析を進める。この分析を行うためには 4 が最小必要企業数であり、またこの分析を一般的な n 企業で進めることも可能であるが、煩雑であるため今回は捨象する。もちろん、以下の結果と同様の結果を導き出すことは可能である。

これらのような立地において企業 1 が 0 に立地している場合の企業 1 の粗利潤は次の式で表される。

$$\begin{aligned}
\Pi_1^P(s) &= \int_0^1 \left[\frac{(2-s)a-(4s-2s+2)tx^2+st[|1/4-x|^2+|1/2-x|^2+|3/4-x|^2]}{(4s-s+2)(2-s)}\right]^2 dx \\
&= \frac{1920(2-s)^2a^2-320(2-s)^2at+[96+745s+109s^2]t^2}{1920(2+3s)^2(2-s)^2}, \\
\Pi_1^M(s) &= \int_0^1 \left[\frac{(2-s)a-(4s-2s+2)tx^2+st[|x|^2+|1/2-x|^2+|1/2-x|^2]}{(4s-s+2)(2-s)}\right]^2 dx \\
&= \frac{240(2-s)^2a^2-40(2-s)^2at+[12+8s+13s^2]t^2}{240(2+3s)^2(2-s)^2}, \\
\Pi_1^N(s) &= \int_0^1 \left[\frac{(2-s)a-(4s-2s+2)t/12+st[1/12+1/12+1/12]}{(4s-s+2)(2-s)}\right]^2 dx \\
&= \frac{(12a-t)^2}{144(2+3s)^2}.
\end{aligned}$$

企業1以外の粗利潤も同様に得られる。次の命題は、これらの粗利潤についての性質を紹介している。

命題3　$\Pi_i^P > \Pi_i^M > \Pi_i^N$ となり、またそれぞれの差は単位輸送費用が下がるにつれて、下がっていく。PとN、ならびにMとNに関しては、差別化の度合いが上がるにつれても、差が下がっていく。

証明：t>0と置いたとき、三つのケースの利潤の差は次のようになる。

$$\Pi_i^P(s)-\Pi_i^M(s) = \frac{s(2+s)t^2}{384(2+3s)^2(2-s)^2} > 0.$$

$$\Pi_i^M(s)-\Pi_i^N(s) = \frac{(8+22s+17s^2)t^2}{360(2+3s)^2(2-s)^2} > 0.$$

これらをsで微分していくと、

$$\begin{aligned}
\frac{\partial(\Pi_i^P(s)-\Pi_i^M(s))}{\partial s} &= \frac{(4+9s+3s^2)t^2}{192(2+3s)^3(2-s)^3} > 0, \\
\frac{\partial^2(\Pi_i^P(s)-\Pi_i^M(s))}{\partial s^2} &= \frac{(-17+48s+36s^3+9s^4)t^2}{64(2+3s)^4(2-s)^4}, \\
\frac{\partial(\Pi_i^M(s)-\Pi_i^N(s))}{\partial s} &= \frac{(4+24s+33s^2+17s^3)t^2}{60(2+3s)^3(2-s)^3} > 0, \\
\frac{\partial^2(\Pi_i^P(s)-\Pi_i^N(s))}{\partial s^2} &= \frac{(176+1008s+2304s^2+2292s^3+861s^4)t^2}{320(2+3s)^4(2-s)^4} > 0. \\
\frac{\partial^2(\Pi_i^M(s)-\Pi_i^N(s))}{\partial s^2} &= \frac{(16+48s+144s^2+132s^3+51s^4)t^2}{20(2+3s)^4(2-s)^4} > 0.
\end{aligned}$$

よって、差別化の度合いが大きくなると(sが下がると)、P対M以外は二つのケースの利潤の差は減っていく。またtで微分すると

$$\frac{\partial(\Pi_i^P(s)-\Pi_i^M(s))}{\partial t}=\frac{s(2+s)t}{192(2+3s)^2(2-s)^2}>0,$$
$$\frac{\partial(\Pi_i^M(s)-\Pi_i^N(s))}{\partial t}=\frac{(8+22s+17s^2)t}{180(2+3s)^2(2-s)^2}>0$$

となるので題意を満たす。

(Q.E.D.)

ここでも、sに対する二階微分も正であるため、限界的な投資は、差別化の度合いが低いときのほうが利潤の差により大きな影響を与える。

次に、前節と同様に実際の研究開発投資水準を求めよう。三つのケースにおける第2期での一階の条件は次のようになる。(ここでも $s=\bar{s}-d_i-d_j$ である。)

$$(P):F'(d_i)=\frac{(12a-t)^2}{144(2+3s)^3}-\frac{(4+24s+33s^2+17s^3)t^2}{60(2-s)^3(2+3s)^3}-\frac{(4+9s^2+3s^2)t^2}{192(2-s)^3(2+3s)^3}, \quad (5)$$
$$(M):F'(d_i)=\frac{(12a-t)^2}{144(2+3s)^3}-\frac{(4+24s+33s^2+17s^3)t^2}{60(2-s)^3(2+3s)^3}, \quad (6)$$
$$(N):F'(d_i)=\frac{(12a-t)^2}{144(2+3s)^3} \quad (7)$$

(5)式の右辺は、Palタイプの立地において、追加的に研究開発投資を行った際に得られる限界粗利潤である。関係式 $s=\bar{s}-d_i-d_j$ を使い、これを$MP^P(d_i)$と置く。同じように、(6)式の右辺は$MP^M(d_i)$として、(7)式の右辺は$MP^N(d_i)$となる。最後に d_i^P を、(5)式が成り立つ投資レベルと仮定し、d_i^M と d_i^N も同様に定義する。これらの投資レベルの大小を比べるのが次の命題である。(6)

命題4 各企業による研究開発投資水準は、輸送費用が一定になっているケースのほうが、輸送費用がかかるケースよりも大きくなる。

(5)式、(6)式、そして(7)式の右辺は、投資水準を追加的に一単位増やした際の限界粗利潤を表している。一方、左辺は限界投資費用である。$s\in[0,1]$ がどの値を取ろうとも、限界粗利潤はN、M、Pの順に高い。それに対して、限界費用関数は同じである。よって、これらの式を満たすためには、命題が満たされる必要があるのである。(図1を参照。)

このように、前節と同様、立地における差別化が大きければ大きいほど、研究開発投資をして財の差別化を図ろうとするインセンティブが下がるのが分かる。この結果は今までの先行研究と整合的である。

(6) なお、これらの点がそれぞれ唯一であることを示す必要があるが、それは煩雑なため、本論文からは捨象してある。証明が必要な方は著者に連絡してほしい。

6 結語

本論文では、立地における製品差別化の存在が、研究開発投資を通じた需要曲線上での製品差別化の度合いにどのような影響を与えるかについて、寡占市場の立地-数量競争モデルで分析した。輸送費用が線形であろうとも二次関数であろうとも、立地からの製品差別化が多い設定のほうが、輸送費用を固定してその効果をなくした設定よりも研究開発投資は少なくなった。よって、この設定では、立地のみで複数次元の差別化を分析した先行研究や、複占を扱ったEbina and Shimizu (2009)と整合的な結論を得ることが出来た。

これらの直観としては、企業が立地を通じて製品差別化を図ることに成功したら、その分競争が緩和されるため、需要競争上での製品差別化を図るインセンティブが下がるということがあげられる。これはPalタイプと松島タイプとの立地均衡での研究開発投資水準比較でも同様のことが言える。

今後の課題としては、本論文では扱わなかったプロセス・イノベーションによる限界費用の低減効果が、製品差別化の決定とどのように影響しあうかを、寡占モデルで考えることがあげられる。

参考文献

Anderson, S. P., Neven, D. J., 1991. Cournot competition yields spatial agglomeration. International Economic Review 32, 793-808.

Ansari, A., Economides, N., Steckel J., 1998. The max-min-min principle of product differentiation. Journal of Regional Science 38(2), 207-230.

Chamorro-Rivas, J. M., 2000. Plant proliferation in a spatial model of Cournot competition. Regional Science and Urban Economics 30, 507-18.

d'Aspremont, C., Gabszewicz, J. J., Thisse, J.-F., 1979. On Hotelling's stability in competition. Econometrica 47, 1145-50.

Ebina, T., Shimizu, D., 2009. Endogenous product differentiation in spatial Cournot competition. mimeo.

Economides, N., 1989. Quality variations and maximal variety differentiation. Regional Science and Urban Economics 19, 21-29.

Friedman, James W. 1983 *Oligopoly Theory* (New York: Cambridge University Press).

Friedman, James W. 1988. On the strategic importance of prices versus quantities. *Rand Journal of Economics* 19, 607-22.

Gupta, B., Lai, F.-C., Pal, D., Sarkar, J., Yu, C.-M., 2004. Where to locate in a circular city? International Journal of Industrial Organization 22, 759-82.

Gupta, B., Pal, D., Sarkar, J., 2006. Product differentiation and location choice in a circular city. Journal of Regional Science 46, 313-31.

Hamilton, J. H., Thisse, J.-F., Weskamp, A., 1989. Spatial discrimination: Bertrand vs. Cournot in a model of location choice. Regional Science and Urban Economics 19, 87-102.

Hotelling, H., 1929. Stability in competition. Economic Journal 39, 41-57.

Irmen, A., Thisse, J.-F., 1998. Competition in multi-characteristics spaces: Hotelling was almost right. Journal of Economic Theory 78, 76-102.

Lin, P., Saggi, K., 2002. Product differentiation, process R&D, and the nature of market competition. European Economic Review 46, 201-11.

Matsumura, T., Ohkawa, T., Shimizu, D., 2005, Partial agglomeration or dispersion in spatial Cournot competition, Southern Economic Journal 72(1), 224-235.

Matsumura, T., Shimizu, D., 2006, Cournot and Bertrand in shipping models with circular markets, Papers in Regional Science 85(4), 585-598.

Matsushima, N., 2001. Cournot competition and spatial agglomeration revisited. Economics Letters 73, 175-77.

Neven, D., Thisse, J.-F., 1990. On quality and variety competition. In "Economic decision making: Games, econometrics, and optimization. Contributions in the honour of Jacques H. Drèze", eds by J.J. Gabszewicz, J.-F. Richard, and L. Wolsey. North-Holland, Amsterdam, 175-99.

Pal, D., 1998. Does Cournot competition yield spatial agglomeration? Economics Letters 60, 49-53.

Pal, D., Sarkar, J., 2006. Spatial Cournot competition among multi-plant firms in a circular city. Southern Economic Journal 73, 246-58

Shimizu, D., 2002. Product differentiation in spatial Cournot markets. Economics Letters 76, 317-22.

Shimizu, D., Matsumura, T., 2003. Equilibria for circular spatial Cournot markets. Economics Bulletin 18, 1-9.

Singh, N., Vives, X., 1984. Price and quantity competition in a differentiated duopoly. RAND Journal of Economics 15, 546-54.

Tabuchi, T., 1994. Two-stage two-dimensional spatial competition between two firms. Regional Science and Urban Economics 24, 207-27.

Yu, C.-M., Lai, F.-C., 2003. Cournot competition in spatial markets: Some further results. Papers in Regional Science 82, 569-80.