

2次元空間における立地競争について

吾郷貴紀

On spatial competition over a two-dimensional space

Takanori AGO

Summary

In this paper, I synthesize some results on spatial competition by analyzing the models with multi-dimensional space. To do so, I emphasize that multi-dimensional models should be more taken care of because they are neither obvious nor trivial expansions from a one-dimensional model. We will study the similarity between a one-dimensional model and multi-dimensional models by analyzing Cournot spatial competition models, while we will find the difference between them by dealing with a mixed oligopoly model with spatial choice.

I はじめに

本論文では、2次元空間における立地競争の展開を筆者の最近の研究から概観していく。最初に1次元空間モデルから展望し、次に2次元空間モデルを見ることで、その重要な類似点・相違点を指摘しておく。¹⁾

(1) 1次元空間における立地競争

Hotelling (1929)²⁾ を端緒として、空間的競争モデルの研究は今もなお活発に行われている。このオリジナルの研究は、1次元の線分で表わされる空間を考え（線形都市）、その上に分布する消費者をめぐる2つの企業が利潤最大化を目指して立地点を選択するものであった。価格競争のない、単に同じ価格で売られている同質財を販売する場合、消費者は自分により近い企業を選ぶため、ちょうど2企業の中点が商圈の境界となる。企業はより多くの消費者を獲得するために、お互いにライバル企業に近づいていく。結果として、このゲームのいわゆる均衡は、両企業がちょうど都市の中心に隣り合って立地するということになる。（図1は、企業Aと企業Bが線分[0, 1]で表わさ

れる都市の中心 1/2 に集まる状況を描いている。)

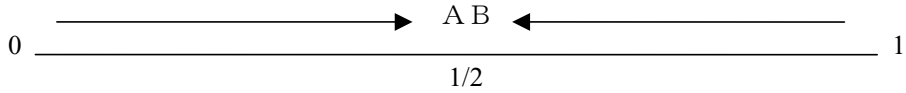


図1 製品差別化最小の原理

ところで、このモデルは空間を地理的なものではなく、企業の選ぶ製品の「特性」と考えることも可能である。例えば缶コーヒーを作る2つの企業がどの程度「甘い」製品を作るかを考えよう。空間の左端を最も甘い成分配合とし、右に移動するにつれて甘みが抑えられ、右端では最も苦い成分配合になっていると解釈する。消費者の好みは様々であり、甘いものが好きな人もいれば、苦いものが好きな人もいとすれば、企業がある特性を選んだときに消費者は自分のより好みにあう製品を選択するでしょう。言い換えれば、消費者は特性空間上で「より近い」企業から財を買うのである。したがって、これは地理的なモデルと本質的に類似しており、同じ分析が適用できる。よって、同じく両企業がちょうど特性空間において中央を選択するという結果が得られる。

以上のような中心集中の結果は、「製品差別化最小の原理」として知られている。これはなぜある地域にレストランや小売店が集中するのか、コンビニエンスストアやガソリンスタンドがしばしば極めて近いところに立地するのか、同じような味のコーヒーやアイスクリームが生産されるのか、といった現実の事例を描く興味深いものである。他の応用例として、空間を「政策空間」として解釈し、文字通り左端を左翼的政策、右端を右翼的政策として解釈するものもある。(Downs, 1957)³⁾ これによれば、なぜ2大政党がしばしば中道寄りになるのかを説明することができる。

しかしながら、以上の分析も価格競争を考えるといくらかの修正を迫られる。企業が最初に立地を同時に決定し、次にその立地を所与として同時に価格を決める状況を考えよう。(いわゆる立地-価格競争ゲーム) d'Aspremont et al. (1979)⁴⁾ は、Hotelling(1929)の問題点を指摘し、消費者の移動費用(この文脈ではしばしば「輸送費」と呼ばれる)を距離に通増的な2次関数に修正することで解決した。ただし、これにより結果は「正反対」となり、2つの企業は都市の両端に離れて立地することとなった。これは「製品差別化最大の原理」と呼ばれる。価格競争があるときに、企業が離れるのは極めて自然な結果である。なぜならば、同じ立地点を選べば消費者にとっては両企業の財は無差別となり、1円でも安い方から必ず買うために価格競争が激しくなってしまう、値下げ合戦の結果、企業の利潤は無くなってしまふからである。それよりは両社ともライバルから離れることで、価格競争を緩和し、プラスの利潤を得ることが双方の利益となる。(図2は、製品差別化最大の原理を描いている。)

どの程度企業が離れて立地するかはモデルの設定によって変化する。1つ確定的なことは、価格競争がある場合には、決して企業は集中しないということである。

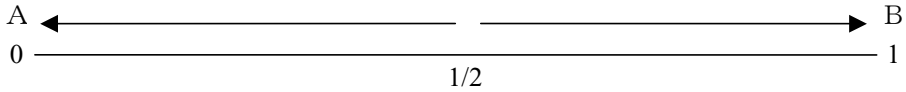


図2 製品差別化最大の原理

(2) 2次元空間、N次元における立地競争

1次元モデルは、単純ながらも様々な場面で観察される企業の集積現象を表わすものとして、大きな意義を持っている。しかしながら、現実の世界を描写するうえでは2次元空間が最も望ましいと考えられる。高さを考慮した3次元モデルは人間が空を自由に飛べるようにならない限り、それほど良いモデルとは言えない。

2次元モデルが望ましいのはもちろんだが、問題は分析の困難さである。この困難さゆえに、経済学者は1次元モデルで分析し、その結果から2次元空間の現実世界を類推することを期待する。しかしながら、低次元モデルから高次元モデルを類推することは、逆の高次元モデルを低次元に「射影」すること以上に本質的な難しさを持っている。

そのような状況下において、いくつかの複数次元モデルが存在する。最初に Hotelling モデルを直接的に2次元空間へ拡張した研究が Tabuchi (1994)⁵⁾ である。長方形の空間に一様に消費者が分布し、d'Aspremont et al. (1979) 流の2次の輸送費を考えた時、1次元モデルから直接類推することが難しい均衡を得ている。すなわち、2つの企業は1つの次元（線分の長い）においては製品差別化最大にするが、もう一方の次元においては製品差別化最小にする。図3がそれを示している。企業Aと企業Bは短い辺の中心に立地し、水平軸については距離最大にまで離れている一方で、垂直軸においては両企業とも中心を選択し同じ行動を取っている。

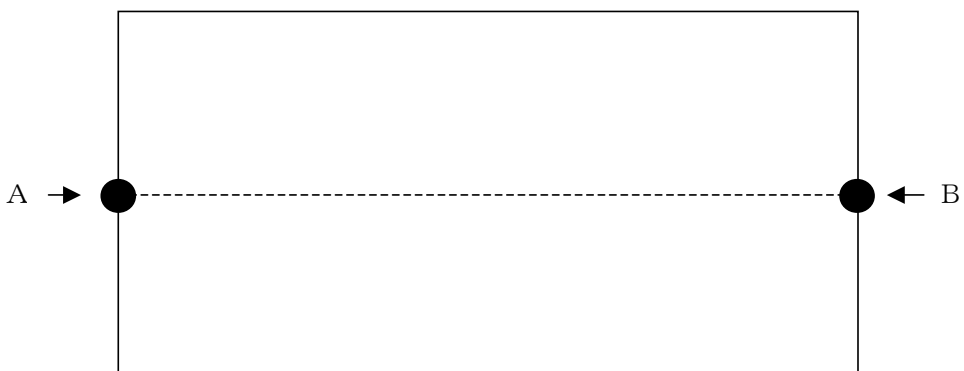


図3 2次元空間における立地均衡

さらに特性空間として、一般のN次元（Nは2以上の自然数）を扱った Irmen and Thisse (1998) においても興味深い結果が得られている。すなわち、企業は1つの次元（特性）においてのみ製品

差別化最大にするが、残りの全ての次元（特性）については製品差別化最小にするというものである。全ての次元について差別化しないことは全く同じ製品を作ることになり、これは再び激しい価格競争を引き起こすために立地均衡とはなりえない。とはいえ、価格競争を避けるためには、わずか1つの次元においてのみ差別化してやれば十分であり、複数の次元においての差別化は意味を持たないという結果である。

以上のように、1次元モデルをベースに高次元への拡張は、ときに予期せぬ結果をもたらさう。1次元で構築されてきた数多くのモデルをきちんと高次元へ拡張して分析することは、実は非常に重要であるといえる。

本論文の残りは以下のような構成になっている。Ⅱ章では、モデルを説明する。Ⅲ章ではモデルをもとに図による余剰の表現を分析する。Ⅳ章では本論文をまとめる。

Ⅱ 空間的数量競争

第Ⅰ章では、企業が立地を決定し、その後に価格を決定する2段階ゲームについて考えてきた。経済分析において、価格競争と双壁をなす数量競争をこの立地競争モデルに取り入れた研究をこの章では取り上げる。この立地-数量の2段階競争モデルを分析したのは、Hamilton et al. (1989)⁶⁾とAnderson and Neven (1991)⁷⁾である。これらの基本的な設定は以下のとおりである。

1. $x \in [0,1]$ を空間上の点としたとき、各 x において独立に数量競争市場が存在している。
2. 各 x における逆需要関数は、 $P(x) = a - bQ(x)$ で与えられる。ここで、 $P(x), Q(x)$ はそれぞれ各地点における財の価格と数量であり、 $Q(x) = \sum q_i(x)$ は全ての企業のその地点への供給量の合計である。（ $q_i(x)$ は企業 i の供給量）
3. 企業の限界費用は一定でゼロに標準化し、固定費用もゼロとする。輸送費用は企業が負担し、単位輸送量あたりの単位距離輸送費用は距離にのみ依存し、 $t(x:x_i)$ で与えられる。ただし、 x_i は企業の立地点である。
4. このとき、企業 i の利潤は

$$\Pi_i(x_i) = \int [P(x) - t(x:x_i)] q_i(x) dx$$
 で与えられ、これを最大にするように立地と各地点への財の供給量を2段階ゲームとして決定する。
5. 輸送費用は大きすぎないものとして、すべての地点への正の供給量を仮定する⁸⁾。

図4は、これを模式化したもので、企業Aと企業Bが2つの地点へ輸送している。

詳細は省略するが、これらの設定のもとで企業の立地均衡は、全ての企業が中心に集中する結果となる。すなわち、製品差別化最小の原理と同様の立地が得られることになる。このように、競争

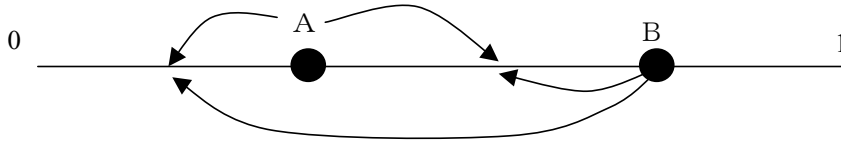


図4 空間的数量競争

手段を価格から数量へと変更したことによって、大きな違いが生まれる。価格競争の場合にはライバルと同じ地点への立地は激しい価格競争により利潤がゼロになってしまうが、数量競争の場合には正の利潤が成立する。また、市場全体へ供給するために、できるだけ輸送費を安くしようというインセンティブも存在している。これらの要因から、数量競争においては中心への集中立地が実現するのである。

Ⅲ 2次元空間における数量競争モデル

第Ⅱ章で取り上げた数量競争モデルを2次元空間に拡張して考えよう。この章の分析はAgo (2008)⁹⁾による。1次元モデルとの違いは、空間が長方形で与えられるという1点のみである。その他の構造は第Ⅱ章と全く同じである。図5はそれを模式化したものである。

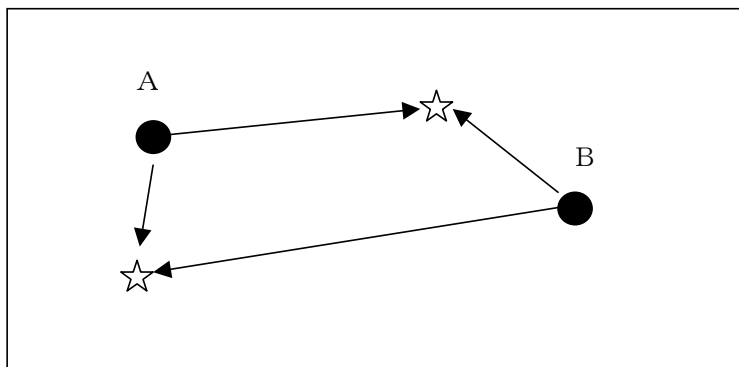


図5 数量競争（2次元）

（星印は市場であり、企業Aと企業Bは各市場に供給する。）

結果として、立地均衡は両企業が中心に集中すると結論づけられる。（図6）この数量競争においては、1次元モデルと本質的には差異を生まないことが分かる。しかしながら、このことをきちんと確認することが理論上では重要であり、価格競争では次元により差異が生まれた一方で、数量競争においてはそうではないという対照的な結果になることが興味深い点である。

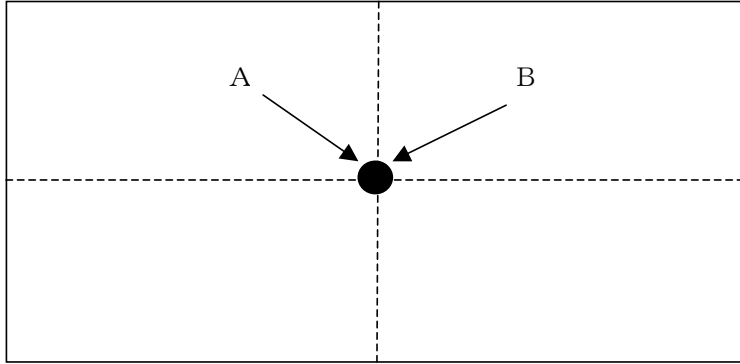


図6 2次元、数量競争における均衡立地（中心集中）

IV 混合寡占モデル

第III章の結果から見えてくるのは、1次元で集中するモデルにおいては2次元でも集中し（数量競争ケース）、1次元で分散するモデルでは2次元になるとどのような分散が起こるか自明ではない（価格競争ケース）ということである。この章では、それを確認するために1次元で分散を引き起こす「混合寡占モデル」を取り上げる。最初に1次元モデルを説明しておく。

混合寡占とは、市場に民間企業だけでなく、公企業が存在している状況をいう。ここでの混合寡占における空間的競争モデルの基礎になっているのは、Matsushima and Matsumura (2003)¹⁰⁾である。その基本的な構造は空間的数量競争と類似しており、異なるのは利潤最大化する民間企業の代わりに余剰を最大化することを目的とする公企業が存在している点である。また、輸送費用は十分小さく、公企業は市場全体に財を供給できるものと想定される。

分析が示すように、公企業の行動は民間企業と大きく異なり、価格が自らの限界費用（この場合単位輸送費）になるように供給量を調節するところにある。また、民間と公企業は生産性は等しく、輸送費も同じ関数が想定される。したがって、ある地点（市場）への民間企業からと公企業からの距離を比較したときに、もしも公企業の方が近いのであれば、民間企業は赤字になってしまうためにその地点へは財を供給しない。このために公企業は民間企業を近くから「追い払う」強大な力を結果的に示すことになる。よって、中心集中を生む数量競争モデルもこの公企業の存在により結果が大きく変わってくる。

図7は1つの公企業と2つの民間企業が存在する状況を示している。民間企業AとBは公企業の近くの市場へは財が供給できず、それぞれ下に付した矢印の範囲内しか供給できない。

結果として、2つのタイプの立地均衡が得られる。1つは公企業が中心に位置し、民間企業が1/10と9/10の地点に分散立地するケースである。（図8）

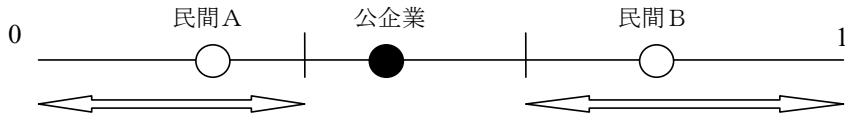


図7 混合寡占モデル (1次元)

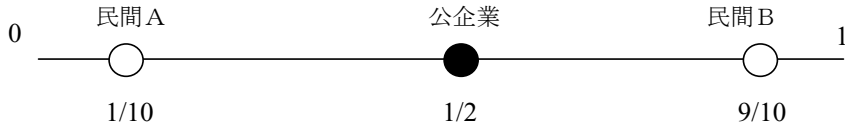


図8 均衡 (対称タイプ)

もう1つのタイプは公企業が中心からわずかにずれ、民間企業が集中するケースである。(図9)

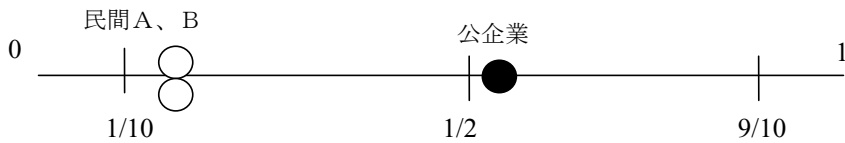


図9 均衡 (集積タイプ)

このように、混合寡占モデルは数量競争モデルとはいえ、かなり性質の異なる結果をもたらし、複雑な均衡を導く。次にこのモデルを2次元に拡張して考える。この分析はAgo (2009)¹¹⁾に依拠している。空間構造以外は全く1次元モデルと同じであるため、多くの性質は1次元と2次元で同じである。図10は2次元モデルを模式化したものである。特徴的なのは長方形の市場のうち、点線が示す境界で民間企業の供給エリアが切り取られることである。例えば民間企業Aは長方形のうち、左の点線よりも左側にしか財を供給しない。民間企業Bは右の点線よりも右側にしか財を供給しない。(点線は公企業と民間企業の垂直二等分線である。影の領域は公企業のみが供給するエリアを示す。)

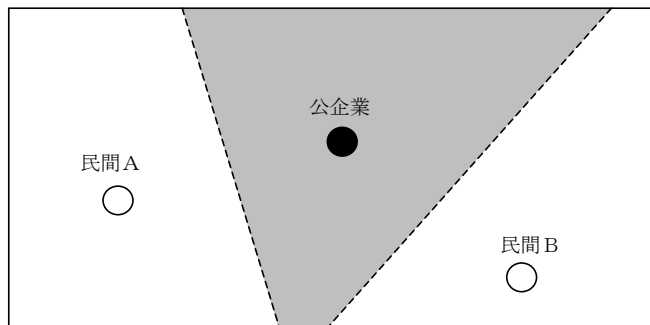


図10 混合寡占モデル (2次元)

この場合の立地均衡は、1次元とよく似た2つのタイプがまず得られる。(図11、図12)

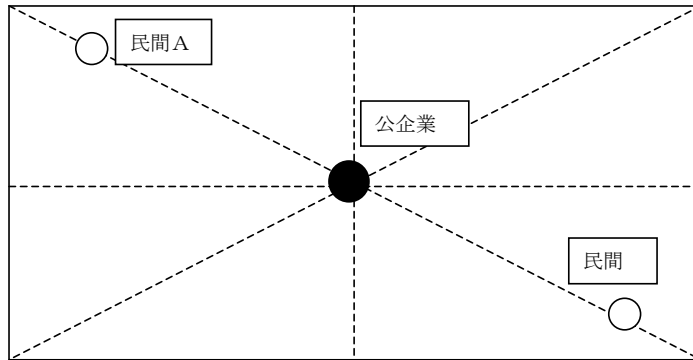


図11 立地均衡 (対称)

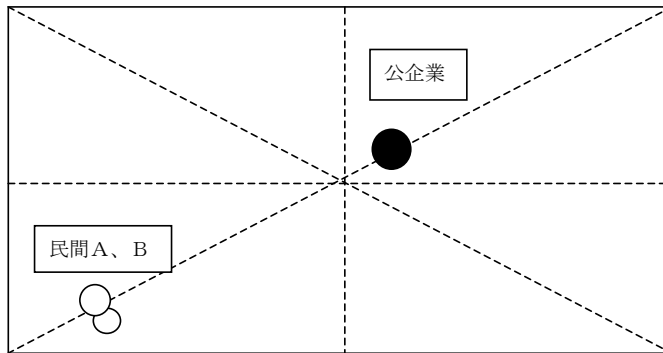


図12 均衡 (集積)

図11は図8の対称タイプを表わしており、図12は図9の集積タイプを表わしている。もちろん、1次元と2次元で全く同じものというわけではないが、本質的には同じ結果と解釈して良い。しかしながら、もう1つ別のタイプの均衡が存在する。(図13)

図13は公企業が中心からわずかに上に逸れ、民間企業は左右対称に水平軸で差別化し、垂直軸では民間同士同じ特性を選ぶという1つの次元でのみの差別化を示している。これは1次元モデルでは原理上現れることの決してないタイプの均衡である。

このように1次元において分散を示すモデルを2次元に拡張することは何らかの異なる結果を生み出しうることを示された。

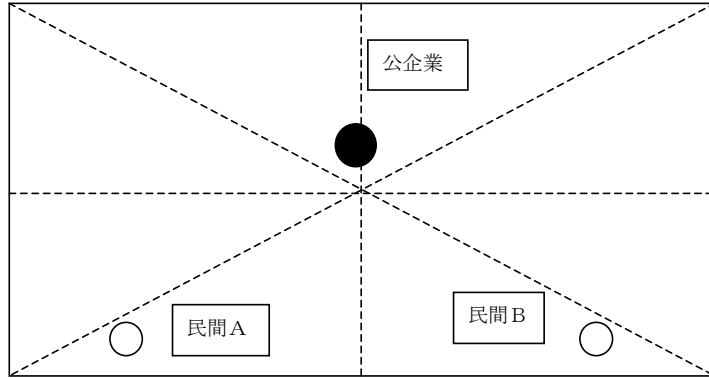


図 13 均衡（分散タイプ）

V おわりに

本論文では、1次元モデルを2次元モデルに拡張することの意義を筆者の研究からいくつかのケースを取り上げることで概観・整理してみた。2次元モデルが現実の空間を示すにはより望ましいモデルである以上、このような拡張は軽視されがちだが重要な研究である。ただし、計算は極めて煩雑になるため、今後の拡張的研究においては時にはコンピュータなども活用するのも有効であろう。1次元の分析は数多く存在するため、それらをすべて2次元にするのは独力では難しい。また、現時点の限定的な分析では空間の拡張を一般化するような「定理」「命題」というところまでは辿りつかない。今後は経済学者全体で地道な拡張的研究が望まれよう。もちろん、筆者自身もそのような普段の努力を引き続き行っていきたい。

（あごう たかのり・高崎経済大学地域政策学部准教授）

- ¹⁾ 展望論文として、「吾郷貴紀，立地競争モデルと経済集積について．日本地域政策研究，第4号：2006．1-8．」も参照せよ。
- ²⁾ Hotelling, H. Stability in competition. *Economic Journal* 39: 1929. 41-57.
- ³⁾ Downs, A. *An Economic Theory of Democracy*, Harper and Row. 1957.
- ⁴⁾ d'Aspremont, C., J. J. Gabszewicz, and J.-F. Thisse. On Hotelling's Stability in competition, *Econometrica* 47(5): 1979. 1045-1050.
- ⁵⁾ Tabuchi, T. Two-stage two-dimensional spatial competition between two firms. *Regional Science and Urban Economics* 24: 1994. 207-227.
- ⁶⁾ Hamilton, J. H., J.-F. Thisse, A. Weskamp. Spatial discrimination, Bertrand vs. Cournot in a model of location choice. *Regional Science and Urban Economics* 19: 1989, 87-102.
- ⁷⁾ Anderson, S. P. and D. J. Neven. Cournot competition yields spatial agglomeration. *International Economic Review* 32: 1991, 793-808.
- ⁸⁾ 具体的な条件式については、前掲の Hamilton et al. (1989) と Anderson and Neven (1991) を参照せよ。
- ⁹⁾ Ago, T. Cournot competition in a two-dimensional city, 高崎経済大学地域政策学会ディスカッションペーパー 08-01: 2008.
- ¹⁰⁾ Matsushima, N. and T. Matsumura. Mixed oligopoly and spatial agglomeration. *Canadian Journal of Economics* 36: 2003. 62-87.
- ¹¹⁾ Ago, T. Mixed oligopoly in a two-dimensional city, mimeographed. 2009.