



研究ノート

競合地域における施設の配置について

塩出省吾*

On Locating a Facility on a Competitive Area

Key Words : competitive facility location, Nash equilibrium, Stackelberg equilibrium, medianoid problem, centroid problem

1. はじめに

施設の配置という、工場や店舗のような企業の側に立った配置問題もあれば、郵便局や病院等のような住民のための公共施設の配置問題もある。ここでは、それらの中でも特に解を求めるのが難しい競合状態にある地域での互いに競合する施設の配置について解説する。

2. ナッシュ均衡配置問題

競合する施設を配置する問題は、ホテルリングが1929年に論文を発表して以来、様々な発展・応用がなされてきている。まずこのホテルリングのモデルについて簡単に例で説明すると、ある海水浴場で客が海岸に一樣に分布しているとき、2人のアイスクリームを売りに来た業者が互いにより多くの客を獲得するために良い場所を選ぶという問題が生じる。今、海岸全体を $[0, L]$ の線分で表わし、2人の業者A, Bが図1(a)のような適当な位置で売っているとす。客は近い方のアイスクリーム業者から買うとすると、2人の業者の勢力範囲はAとBの midpoint で分けら

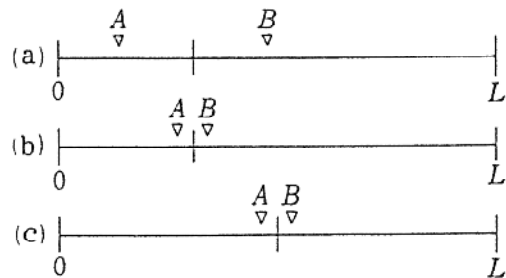


図1 線分上のホテルリング問題

れる。両業者とも、さらに勢力範囲を拡張しようとして接近して図1(b)のように隣接した状態まで進む。そこでAから見るとBの後方領域の方が自分の後方領域より広いので、Bを飛び越える。今度はAの後方領域の方が広いのでBがAを飛び越える。この互いに飛び越す手順を繰り返すことによって、最終的には図1(c)のように線分の中央で両者が接した状態で安定する。このように、現在の場所をどのように変えてもこれ以上現状を改善できない状態をナッシュ均衡解の意味で安定状態であるという。このナッシュ均衡解というのは常に存在しているとは限らなくて、例えば、さらにもう1人の業者Cがこの販売競争に参入してくると、3人は図2のように互いに中央に集まって隣接するのであるが、真ん中に挟まれたBは勢力範囲がないので

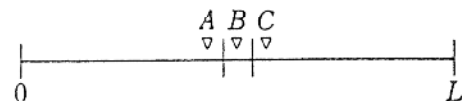


図2 均衡解が存在しない場合

*Shogo SHIODE
 1953年7月26日生
 1982年大阪大学大学院工学研究科
 応用物理学専攻単位修得退学
 現在、神戸学院大学、経済学部、
 経営学科、教授、工学博士、オペ
 レーションズ・リサーチ
 TEL 078-974-1551
 FAX 078-976-3702
 E-Mail shiode@eb.kobegakuin.
 ac.jp



AかCのいずれか一方を飛び越す。その結果、飛び越された業者は真ん中に挟まれるのでまた他の業者を飛び越すことになる。この手順は明らかに無限に繰り返されるので安定状態には至らない。それゆえこの3人の業者の場合はナッシュ均衡解は存在しないことになる。また4人以上の業者が競合しているときは再び、ナッシュ均衡解は存在することが知られている。

ホテリングのモデルでは、さらに商品の価格も決定することを考えた。このとき、値段が安ければ客は少し遠くても安い業者から買うということを考慮した。いま2人の業者の場合で、一方の業者の価格が他方の業者の価格より低ければ、低い価格の業者が他方に接近することによりすべての客を獲得できることになり、この場合もナッシュ均衡解は存在しなくなる。

3. シュタッケルベルグ均衡配置問題

上のようなナッシュ均衡配置問題において、施設の移動を考えると、現実面としては建設費用がかなり高い場合などは再配置などというのは、そう簡単には実現できないものである。そのようなことも考えて、相手が自分の施設の位置の情報を知った上で最適に配置するというのを考えながら自分の施設を最適に配置する問題を考える。即ち、先に配置する業者(先手)と後から配置する業者(後手)を考える。ここで、2つのタイプの問題が考えられる。まず、先手の配置を知ったときの後手の配置問題(メジアノイド問題)が考えられる。これは既存の施設が存在するときの施設配置問題で、比較的容易な問題である。もう一つの問題は、先ほど述べた、後手が先手の配置を知った上でメジアノイド問題を解き、最適に配置するとして、先手はそのような状況を考慮して後でなるべく不利にならないように自らの施設の配置を決めるのである。この問題はセントロイド問題とよばれ、自らのすべての可能な配置に対するメジアノイド問題の解を利用する必要があるという意味で非常に難しい問題である。このセントロイド問題をシュタッケルベルグ均衡配置問題ともよび、ナッシュ均衡とは違った均衡解を求める問題である。

4. モデルの現実化

直線上で考えられていたモデルはネットワーク上でのモデルや、または平面上での配置問題として考えられた。さらに単一の施設の配置から複数の施設の配置問題としても拡張されている。これらのモデルの一般化に加えて、客の需要に関してより現実的なモデルを考える。

まず最初に、通常は客の需要は施設との距離には依存しないと仮定されていた点について考えてみる。この仮定は、需要が必要不可欠な場合(病院や食料品店など)においては正しいのであるが、必ずしも必要でない需要の場合(喫茶店やレストランなど)においては、場所が遠ければわざわざ利用しないので客の需要というのがすべてどこかの施設で満たされるとは限らないのである。そこで、客が利用する限界距離というものを考え、競合配置問題に導入することを考えた。また、需要というものは確定したものと考えられてきたが、現実面から考えると不確定であると考えたほうが適当であると思われる。即ち、客が何をどれくらい買うかというのは前もってわかっているとは考えられず、過去のデータや事前の情報収集により予測されるものである。また、需要量は時間とともに変化するものであり、常に確定したものとして扱うには無理があることも多い。

不確実な需要量を扱うとき、もし確率変数と考えた場合には確率計画問題として問題を定式化して、既存の確率計画法の手法を応用したり新たに問題の構造を利用した解法を導いたりするのである。確率計画問題での扱いは筆者を含め様々な研究が発表されているが今回は紙面の都合上、これくらいで止めることにする。

5. 投票ルールの下での配置問題

競合状況下での施設の配置として、別の観点から考えると、グループによる施設の配置を決定する問題が考えられる。即ち、グループ内のメンバーが希望する配置に関して競合する場合に、どの場所に配置するのが最もグループの意志を表わしているであろうかという問題である。最も簡単な方法としては何ヶ所かの候補地に対

表1 希望順位とその人数

候補地A	候補地B	候補地C	人数
1	2	3	4
1	3	2	11
2	1	3	3
2	3	1	4
3	1	2	10
3	2	1	8

して多数決をとり、最も多かった候補地を配置する場所として選ぶことである。ただそのようにして選ばれた候補地が、過半数の意見でないときは必ずしもグループの意見を代表しているものかは疑問である。例えば候補地がA, B, Cの3箇所あったとき、40人のメンバーの考えを聞いたところ希望順位とその人数は表1のように得られた。このグループで単記投票を実施すれば、候補地Aを希望する人は15名で、B, Cはそれぞれ13名、12名の希望者数となり多数決ではAが選ばれる。しかし、この決め方には問題があり、表1を再び見ると、Aの方がBより良いと思っている人は19人であるのに、Bの方が逆にAより良いと思っている人は21人もいる。またAの方がCより良いと思っている人は18人で、Cの方がAより良いと思っている人は22人もいる。さらにBとCを比べると、BよりCが良いと思っている人は23人で、

CよりBの方が良いと思っている人は17人となっている。こうしてみると、単記投票ではAが選ばれ、あとはB, Cの順になっているが、好みに順位をつけてみると全く逆の順になっているのである。このように単記投票の危険性はフランス革命の時代に数学者コンドルセによってパラドックスとして指摘されているものである。コンドルセのパラドックスが生じないためにはどうすれば良いかと言うと、投票により過半数を獲得していれば問題は生じないのである。既におわかりのことと思いますが、コンドルセの指摘は選挙制度における投票方法についてであり、議員を選ぶときは単記投票で1名の議員を選ぶような選び方は危険であるということをつランス革命時には明らかにされていたということである。このように投票理論の話になると、全く政治学と共通の問題にもなってくる。例えば、選挙のとき候補者は有権者に対して、当選するためにはどのような政策を示せば良いかという問題は、政策空間に有権者を分布させ、どのような位置に自らの政策を配置させれば良いかという問題になる。

6. おわりに

最後は中途半端な状態で終わってしまうが、投票ルールにおける解の概念というものも様々提案されているのが現状である。

