



①

都市商業施設の立地に関する  
一連の分析手法

1994年3月

貞広幸雄

## 目次

論文要旨	i
第1章 研究の目的及び位置づけ	1
参考文献	8
第2章 店舗分布と人口分布の比例関係の分析	15
第1節 研究の目的	15
第2節 既存研究のレビュー	16
第3節 店舗と人口の分布のモデル化	17
第4節 実証分析	38
第5節 買物動向調査の分析結果との比較	61
第6節 結論と今後の課題	67
参考文献	68
第3章 規模からみた商業集積の空間階層構造に関する分析	73
第1節 研究の目的	73
第2節 既存研究のレビュー	74
第3節 空間階層構造の記述手法	75
第4節 空間階層構造記述のための指標	91
第5節 ランダムな空間階層構造における指標値	95
第6節 実証分析	109
第7節 結論と今後の課題	122
参考文献	124
第4章 GISを用いたチェーン型商業施設の立地傾向分析	127
第1節 研究の目的	127
第2節 既存研究のレビュー	128
第3節 店舗間の空間的競合関係の定義	129
第4節 チェーン型商業施設の立地傾向の分析手法	135
第5節 実証分析	137
第6節 結論と今後の課題	152
参考文献	154

第5章 商業集積の形態と規模に関する分析	157
第1節 研究の目的	157
第2節 既存研究のレビュー	158
第3節 商業集積の形態分類及び形態と規模の 関係を分析するための手法	159
第4節 実証分析	173
第5節 結論と今後の課題	184
参考文献	185
第6章 消費者の店舗評価に関する分析	189
第1節 研究の目的	189
第2節 既存研究のレビュー	190
第3節 店舗評価要因選択のモデル化	192
第4節 店舗評価要因選択モデルの推定	199
第5節 実証分析例	202
第6節 結論と今後の課題	224
参考文献	225
第7章 結語	229
謝辞	

## 論文要旨

本論文の目的は、都市における商業施設の立地構造を規定する5つの要因について、その影響を分析するための手法を提案し、実証分析を通してその有効性を検証することにある。

店舗の立地構造に影響する要因は、空間的なものから非空間的なものまで、多岐に渡っており、それらの影響を分析するための手法については、まだ確立されていないものが多い。そこで本論文では、商業施設の立地を規定する多数の要因のうち、最も重要であると思われる以下の5つの要因を取り上げ、解析手法の提案と実証分析を行った。

- [1] 人口分布の影響
- [2] 商業集積の空間階層構造
- [3] チェーン型商業施設の立地傾向
- [4] 商業集積の形態と規模
- [5] 消費者の店舗評価構造

第1章では、既存研究における本研究の位置付けを行ない、本論文で上記の5つの立地要因を分析するための手法が確立されていないこと、及び、これらの分析によって明らかにされる立地構造について説明し、本研究の目的と意義について明らかにした。

第2章では、人口分布が店舗分布に与える影響を解析するための手法を提案した。この影響については、店舗は人口分布に比例して立地するという言い方によって経験的に知られていたが、実際にそれを確かめるための手法はまだ確立されていなかった。そこで本論文では、2つの確率分布の類似性を調べるという観点からこの問題を見ることによって、地区分割をせず人口分布の影響を解析するための手法を開発した。

具体的には、ポテンシャルとアクセシビリティという二つの概念を媒介として、人口分布と店舗分布がどのように影響し合うかをモデル化し、モデルの推定を行った。人口分布の影響は二つの分布の適合度という形で数量化し、GIS上で見るができるようにしている。

このモデルを用い、兵庫県西宮市において人口分布と店舗分布の点データを用い、実証分析を行った。その結果、人口分布の影響を強く受ける業種とそうでない業種とを定量的に判別することができた。また、店舗選択において消費者と店舗との間の距離が大きく影響する業種については、ここで提案された手法を適用することで、買物動向調査のような消費者の行動に関する詳細な調査と同等の結果を得られることがわかった。

第3章では、商業集積の空間階層構造を記述し、階層構造を規定している

要因を推定するための手法を提案した。商業集積の階層構造については、中心地理理論などでも言及されているが、その構造を記述し、構造の形成要因を調べるための方法は確立されていない。また、現実には様々な施設の空間階層構造を記述しようとする場合、施設がある規則的な階層構造を持っているということが暗黙のうちに前提になっており、そのため実際には階層構造を形成する要因のない施設についても、階層性を見出ししてしまう危険性がある。

上記の点をふまえ、本論文では現実の階層構造を階層構造の形成要因が全くない場合と比較することによって、現実の階層構造形成要因を推定するための手法を提案した。階層構造には空間的なものと非空間的なものがあるが、ここでは特に空間的階層構造に着目している。

本章ではまず、商業集積の空間的関係と規模を用いて空間階層構造の定義を行った。階層構造は、直感的に理解しやすいように、ツリーグラフを用いて記述している。次に、階層構造間の比較を可能にするために、ツリー長やツリー幅など、ツリーグラフの特性を表すいくつかの指標を導入した。さらに、階層構造の形成要因がない場合について、その構造を記述し、指標値がどのような値をとるのかを解析的及びモンテカルロシミュレーションによって計算した。

以上の指標値を用い、西宮市の商業集積の階層構造をランダムな階層構造及び中心地理理論において述べられている階層構造と比較した。その結果、西宮市の商業集積の階層構造は、これら二つの階層構造の中間にあるが、どちらかと言えばランダムな階層構造に近いものであり、必ずしも明確な階層構造の形成要因があるとは言えないということがわかった。

第4章では、GISを用いてチェーン型商業施設の立地傾向を分析するための手法を提案した。商業施設が単独で立地する場合には、一店舗について最適な立地点を見つければ良いわけであるから、立地行動は比較的単純である。しかし、チェーン型商業施設の場合、自己チェーン店との競合を考えるために立地戦略も異なり、その解析手法の整備が望まれていた。

そこで本論文では、商業施設が全くチェーン展開を行わない場合の立地とチェーン型商業施設の立地とを比較することで、その立地傾向を分析した。本章ではまず、各店舗の商圈を用いて店舗間の空間的競合関係を定義した。店舗の商圈は、通常大規模な買物動向調査によって調査されるものであるが、ここではGIS上での適用の利点を考え、ボロノイダイアグラムによって近似的に表している。このように考えることによって、店舗間の競合関係は、商圈が接している店舗間に発生しているものとして明確に定義することができる。次に、チェーン間の競合と住み分けを記述するための方法を示した。競合と住み分けは、全てのチェーン店が何の戦略もなしに

立地した場合、つまり、競合や住み分けを意図的に行わなかった場合に、どのくらい店舗間の競合が発生するかを調べ、その状態と比較することによって区別を行っている。

上記の手法を用い、東京近郊の3つの地域におけるコンビニエンスストアチェーンの立地傾向を分析した。その結果、いくつかのチェーン間での明確な競合関係や、同一チェーン間での競合を避ける傾向などを確認することができた。

第5章では、商業集積の形態と規模との関係を分析するための手法を開発した。商業施設が集積を形成するという現象はよく知られており、それを説明するために従来集積効果を対象とした研究が数多く行われてきた。しかし、商業集積が形成される過程を空間的に解析するための手法はまだ確立されておらず、道路や用途規制などの空間的要因の影響を調べることが難しかった。そこでここでは、商業集積の形成要因を探るための一つの方法として、商業集積の形態分析を行った。具体的には、商業集積の形態を分類し、集積の規模との関係を調べることによって、集積形成の過程と要因を推定するための手法を提案している。

本章ではまず、商業集積の形態を分類するための手法を提案した。形態分類の方法は既にいくつか存在するが、特に統計的検定によって形態を分類することを目的とし、店舗間の隣接角度に注目した分類を行っている。次に、店舗の形態と規模との関係を調べるための方法として、WilcoxonのU検定や連検定などの既存の検定手法を適用する方法を、場合に応じて説明している。

上記の手法を用い、西宮市の商業集積における形態と規模との関係の分析を行った。その結果、商業集積はその規模が大きくなるにつれて曖昧型から線型、さらに格子型へと変化すること、面型の集積はそのような成長過程とは別に発生するものであることが明らかになった。

第6章では、消費者の店舗に対する評価尺度を導出するための手法を開発した。店舗が立地する場合、その空間的な位置だけでなく、どのような種類の店舗にするのかということも、十分に考慮しなければならぬ。そのため、従来から買物動向調査などにおいて、店舗に対する評価を求めるアンケートがよく行われてきたが、そこから店舗の属性に対する消費者の評価を定量的に把握することは難しかった。そこで、買物動向調査のアンケートデータを利用し、アンケート結果から消費者の店舗属性に対する評価尺度を導出するための手法を提案した。特に、店舗や消費者に関するデータが完備していない場合に留意し、手法の適用方法を説明している。

まずはじめに、消費者が店舗に対する評価を求められたとき、どのような回答を行うのかを確率的な行動として捉え、モデル化した。さらに、最

尤法を用いて、実際に得られた回答結果から、このモデルを推定するための手法を開発した。モデル推定の方法は、得られる回答結果の種類によって異なり、いくつかの場合について推定の方法とそこから得られる推定結果について言及した。

以上の手法を用い、西宮市における買物動向調査で行われた店舗評価アンケートの結果を解析した。その結果、各店舗の非空間的な属性に対する消費者の評価を定量的に表すことができ、各店舗の持つ課題を示すことができた。また、GISを用いてそれらを空間的に捉えることにより、商業施設に関する地域的な問題点を明らかにすることができた。

第7章では、第2章から第6章において提案した分析手法の評価、及び実証分析から得られる知見をまとめ、商業施設の立地分析における本研究の意義について論じた。さらに、残された課題について整理することによって、今後展開すべき研究の方向を示した。

## 第1章 研究の目的及び位置づけ

都市における商業施設の立地構造は、常に変化を続けている。駅や従来からの繁華街を中心に発達してきた商店街や商業集積に対し、1970年代以降、スーパーマーケットやデパートは品揃えの豊富さによってその顧客を奪い始め、結果的に店舗の大規模化をもたらした。1980年代には、家用車の普及によって、店舗は駐車場を持つことを要求されるようになり、地価の上昇や土地の不足と相俟って、店舗の郊外進出が始まった。さらに、ファーストフードやコンビニエンスストアなど、便利さを追及した店舗が急速に増加し、通信販売やテレビショッピングなど、1990年代には無店舗販売という新しい販売形態も生まれている。

このような変化の中、都市において適切な商業施設計画を行うには、商業施設がどのような要因によって立地しているか、それらの要因がどのように立地に影響しているのかを知る必要がある。

商業施設の立地構造に影響する要因は、空間的なものから非空間的なものまで、多岐に渡っている。例えば、人口の分布は商業施設の立地を規定する最も大きな要因の一つであると言われる。しかし、鉄道駅や幹線道路の影響もまた大きく、さらには用途規制によって店舗の立地は制限されている。また店舗の立地は、他の店舗の立地からも影響を受ける。その一つの例は店舗集積であり、これは都市のあらゆる地域で見られる現象である。あるいは、近年増えつつあるチェーン型の商業施設などでは、同一チェーン間での競合は避けるという立地戦略をとるため、店舗立地はさらに複雑になる。

商業施設立地に関する基本的な問題の一つは、「どこにどのような店舗を立地すればよいのか」というものである。特に近年は、店舗の持つ非空間的な属性が相対的に大きな影響を持つよ

うになってきており、それを解析することは、立地構造の分析において非常に重要な課題となっている。

商業施設の立地分析は、地理学の中の一分野である商業地理学を中心に、経済学や地域科学、都市工学などの関連分野においても長く研究されてきた研究課題である。そこで本章では、まず始めにそれらの既存研究を概観しておく。

商業立地の立地分析といっても、その内容は実に多岐に渡っている。商業施設の分布に注目するもの、商圏を調べるもの、消費者行動に焦点を当てるものなど、分野によって様々な対象と分析手法が選択されている。しかし、立地分析の目的は、端的に言えば商業施設の立地を規定する要因を分析することである。従って、既存研究を概観するには、商業施設の立地を規定すると考えられている要因によって、研究を分類しておくことが有用であろう。そこでここでは、立地要因を大きく空間的要因と非空間的要因の二つに分類し、次のように整理を行った。

#### 1. 空間的要因

- [1] 人口
- [2] 駅、道路などの交通施設
- [3] 歩行者流
- [4] 集積による集客効果
- [5] 競合による競争
- [6] 階層構造
- [7] 立地コスト

#### 2. 非空間的要因

- [1] 価格
- [2] 品質
- [3] 対象客層
- [4] 広告

もちろん、これらの要因によって商業施設の立地が全て説明できるわけではない。しかし、ここに挙げた要因は、商業施設の立地に特に大きな影響を与えるものと考えられる。そこで次に、各立地要因について既存研究を概観しよう。

まず始めに、立地要因としての人口に対する研究を考えてみよう。人口は最も基本的な立地要因であり、従って古くから研究の対象となってきた。代表的な研究の一つとしては、Christaller (1933)の中心地理論が挙げられる。中心地理論は、財の市場成立閾という概念を用いて都市の階層性を記述したものであるが、この理論は各業種に必要な人口を扱ったものとして捉えることが可能である。中心地理論が発表された後、多くの研究で実際の分布に中心地理論を当てはめる試みがなされ

(Brush, 1953; Berry and Garrison, 1958; Berry and Barnum, 1962; Johnston, 1966; Abiodun, 1968; Davies, 1968; Rushton, 1972; West and Hohenbalken, 1985; Shuper, 1987; Sugiura, 1991)、様々な商業施設と人口との関係が明らかにされてきた。またBerry (1967)は、都市規模と都市の持つ機能との関係を調査し、都市が人口に応じた機能を持つということを明らかにしている。これらの研究は、主に商業施設を成立たせるのに必要な顧客人口という観点から、商業施設と人口との関係を扱っているものであり、従って対象となる地域は比較的広域である。

しかし、このように広域的な人口と商業施設の関係を調べるだけでは、地域内の詳細な立地傾向と人口分布との関係を明らかにすることはできない。この問題に取り組んだ数少ない例としては、例えば三木(1983)がある。ここでは、ポロノイダイアグラムを用いることによって、人口分布がどのように商業施設の立地を規定しているか、統計的に分析を行っている。

駅や道路などの交通施設の影響については、それらを空間的な分布の問題として扱った例はほとんど見られない。しかし、分析を行うための手法としては、空間統計学における最近隣距離を用いたものがいくつか提案されており、(Okabe and Miki,

1984; Okabe et al., 1988; Okabe and Yoshikawa, 1989) , これらを利用して、商業施設立地における交通施設の影響を分析することは可能である。

交通施設については、空間的な分布の問題よりも、消費者行動という問題として扱われることが多い。一般的な店舗選択モデルでは、通常必ず交通手段が考慮され、実際の消費者行動から立地要因としての交通手段の影響を推定するという方法が採られる。店舗選択モデルとしては、広域的な買物行動については重力モデルが、地域的な買物行動についてはハフモデルが用いられることが多い (Bennet, 1944; Berry and Barnum, 1962; Huff, 1964; Cadwallader, 1975; Ben-Akiva and Lerman, 1985; Fotheringham, 1986) 。

歩行者流もまた、大きな立地要因の一つである。商業施設は歩行者流の多い通りに面して立地することで、多くの顧客を獲得することが可能となる。この問題は、主に歩行者通行量と店の売上高を調べることによって分析が行われる (杉村 (1972), 深海 (1974, 1977), 小嶋・根上 (1981)) 。

商業施設の集積による集客効果は、単に集積効果と言われることも多く、よく知られた立地要因の一つである。集積効果については、交通施設と同様に、消費者行動モデルの中で考えられることが最も多い。例えば、商業施設の規模の効果を表す項を含めたり、あるいはネステッドロジットモデルのように選択が段階的であるという形で、集積の効果を扱うものも少なくない (Ben-Akiva, 1974; McFadden, 1974; Fotheringham, 1986) 。

商業集積はまた、競争立地問題においてもよく取り上げられる要因である。その場合、特に集積効果を持たない商業施設が、競争の結果、偶然集積してしまう場合と、集積効果を予め考慮した上で立地過程を記述する場合とがある (Ohta, 1984; Fotheringham, 1985; Tabuchi, 1986; Wiedlich and Haag, 1987; Anas, 1988) 。

さらに、商業集積の空間的な構成に着目した研究も数多い。

このような研究では、どのような業種が集積を構成するのか、規模と業種との関係はどうなっているのか、などの観点から集積を調査し、立地要因としての集積効果を分析している (Proudfoot, 1937; Berry, 1959; Berry, 1967; Clark, 1967; Scott, 1970; Fairburn, 1984; Jones and Simmons, 1990) 。

競合による競争もまた、主要な立地要因の一つである。同種の商業施設が近接立地すると、互いに顧客を奪い合うことになり、より魅力の大きい商業施設が他の施設を結果的に排除することになる。このような現象を捉えた研究として重要なものは、Hotelling (1929)による競争立地問題である。この問題は、その後多くの経済学者と地域学者によって研究され、集積効果を同時に考慮したもの (Fujita, 1988; Fujita and Batiz, 1988; Moomaw, 1988) , 多目的購買を扱ったもの (Mulligan, 1983; Ghosh and McLafferty, 1984; Thill, 1985; Ingene and Ghosh, 1990) など、近年ではさらに複雑な要因が同時に扱われるようになってきている。

一方、これらの理論的研究とは別に、実際にどのような競合が発生しているのか、実証的に分析した研究も行われている。このような研究は、特にチェーン型商業施設を対象としたものが多い (West, 1981; West and Hohenbalken, 1984; Laulajainen and Gadde, 1985; Laulajainen, 1987) 。

商業施設の階層構造については、中心地理論と合わせて扱われることが多い。数少ない例外としてはElliot (1985)があり、ここでは商業施設の分布が与えられた場合に、どのように階層性を検出するかという研究が行なわれている。

立地コストの問題は、理論的研究で扱われることが多く、主に地価が研究の対象となる。実証分析では、例えば用途地域制度による立地の制限なども行われるべきであるが、そのような研究は現段階ではほとんど見られない。

非空間的な要因については、消費者の買物行動、特に商業施設の選択という点から扱った研究が多い。ロジットモデルによ

る分析はその代表的なものであり、また、そこでは扱いにくい価格や品質、広告等の問題は、マーケティングサイエンスの分野において多くの分析手法が提供されている。

商業施設の立地要因に関する既存研究は、現在このような状況にある。もちろん、複数の要因を同時に扱う研究も多く、特に商業地理学における実証的研究ではそのような傾向が強い。

しかし、これら多くの立地要因について、実際にどのように影響しているのかを分析しようとする場合、分析手法が確立されていない、あるいは、既存の手法には問題があるという場合も多い。そこで本論文では、商業施設の立地を規定する多数の要因のうち、重要であるにも関わらず分析手法が確立されていない5つの要因を取り上げ、その解析を行う。

- [1] 人口分布の影響
- [2] 商業集積の空間階層構造
- [3] チェーン型商業施設の立地傾向
- [4] 商業集積の形態と規模
- [5] 消費者の店舗評価構造

[1]～[4]は店舗の空間的屬性、[5]は非空間的屬性を扱ったものである。これらの要因について、本論文では解析手法を提案し、その有効性を検証するために実証分析を行う。それぞれの解析手法は、ここで取り上げた立地要因だけでなく、他の要因についても適用できる一般性の高いものとしている。これらの解析によって、商業施設の立地構造を規定する要因のうち、重要であると思われる部分について明らかにできるものと思われる。

第2章では、店舗分布と人口分布の比例関係を解析するための手法を提案する。店舗は通常、人口分布に比例して立地すると言われているが、それを確かめるための手法はまだ確立されていない。そこでここでは、2つの確率分布の類似性を調べるといった観点から、店舗分布と人口分布の関係をモデル化し、その推定方法を提案する。さらに、この手法を用いた実証分析を

行うことによって、店舗分布が本当に人口分布に比例しているのかどうかを検証し、店舗立地要因としての人口分布の影響を分析する。

第3章では、商業集積の空間階層構造を記述し、階層構造を規定している要因を探る。中心地理論などでも言われているように、商業集積はその規模や機能によって、階層構造を保ちながら立地しているように見える。しかし、その構造を記述し、構造の形成要因を調べるための方法は必ずしも確立されていない。そこでここでは、まずツリーグラフを用いることによって、階層構造を記述するための手法を提案する。次にこの手法を用いて、階層構造の形成要因が全くない場合（ここではランダムな階層構造と呼ぶ。定義の詳細については後述する）における構造を記述する。さらに、現実の階層構造をランダムな階層構造と比較し、それによって現実の階層構造の形成要因を探る。

第4章では、GISを用いてチェーン型商業施設の立地傾向を分析するための手法を開発する。商業施設が単独で立地する場合には、一店舗について最適な立地点を見つければ良いわけであるから、立地行動は比較的単純である。しかし、チェーン型商業施設の場合、自己チェーン店との競合を考えるために立地戦略も異なり、新たな解析手法が必要である。本章ではまず、各店舗の商圈を用いて店舗間の空間的競合関係を定義し、チェーン間の競合と住み分けの関係を記述する。次に、商業施設が全くチェーン展開を行わない場合の立地とチェーン型商業施設の立地とを比較することによって、チェーン型商業施設の立地傾向を分析する。

第5章では、商業集積の形態と規模との関係を分析するための手法を提案する。商業施設が集積を形成するという現象はよく知られており、それを説明するために従来集積効果を対象とした研究が数多く行われてきた。しかし、商業集積が形成される過程を空間的に解析するための手法はまだ確立されておら

ず、道路や用途規制などの空間的要因の影響を調べるのが難しかった。そこでここでは、商業集積の形成要因を探るための一つの方法として、商業集積の形態分析を行う。まず、商業集積の形態を分類するための統計的手法を提案する。次に、店舗の形態と規模との関係を調べるための方法として、WilcoxonのU検定や連検定などの既存の検定手法を適用する方法を、場合に応じて説明する。

第6章では、消費者の店舗に対する評価尺度を導出するための手法を開発する。店舗が立地する場合、その空間的な位置と共に、店舗自体の属性もまた十分考慮しなければならない。評価尺度の導出については、ロジットモデルなど既にいくつかの方法が存在するが、これらは間接的に評価を推定するものであり、買い物動向調査などの直接的なアンケート結果の解析には必ずしも適しているわけではない。そこでここでは、消費者の店舗属性に対する評価から、直接評価尺度を導出する方法を提案する。

第7章では、前5章の結論をふまえ、その課題と今後の展望について考察を行う。

このような研究を行うことによって、本論文は商業施設の立地分析において、分析手法の開発と洗練という貢献を行うことができるものと考えられる。

## 参考文献

- [1] Abiodun, J. O. (1968): "Central Place Study in Abeokuta Province, Southwestern Nigeria," *Journal of Regional Science*, **8**, 57-76.
- [2] Anas, A. (1988): "Agglomeration and Taste Heterogeneity: Equilibria, Stability, Welfare and Dynamics," *Regional Science and Urban Economics*, **18**, 7-36.
- [3] Ben-Akiva, M. E. (1974): "Structure of Passenger Travel Demand

Models," *Transportation Research Record*, **526**, 26-42.

- [4] Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman (1985): *Discrete Choice Analysis*. The MIT Press.
- [5] Bennet, V. W. (1944): "Consumer Buying Habits in a Small Town Located between Two Large Cities," *Journal of Marketing*, **8**, 405-416.
- [6] Berry, B. J. L. and W. Garrison (1958): "Recent Development of Central Space Theory," *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, **4**, 107-120.
- [7] Berry, B. J. L. (1959): "Ribbon Developments in the Urban Business Pattern," *Annals of the Association of American Geographers*, **49**, 145-155.
- [8] Berry, B. J. L. and H. G. Barnum (1962): "Aggregate Relations and Elemental Components of Central Place Systems," *Journal of Regional Science*, **4**, 35-68.
- [9] Berry, B. J. L. (1967): *Geography of Market Centers and Retail Distribution*. New Jersey: Prentice-Hall.
- [10] Brush, J. E. (1953): "The Hierarchy of Central Places in Southwestern Wisconsin," *Geographical Review*, **43**, 380-402.
- [11] Cadwallader, M. (1981): "Towards a Cognitive Gravity Model: The Case of Consumer Spatial Behaviour," *Regional Studies*, **15**, 275-284.
- [12] Christaller, W. (1933): *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. Gustav Fischer: Jena. W. クリスタラー著、江沢譲爾訳 (1969): 『都市の立地と発展』, 大明堂.
- [13] Clark, W. A. V. (1967): "The Spatial Structure of retail Functions in a New Zealand City," *New Zealand Geographer*, **23**, 23-33.
- [14] Converse, P. D. (1949): "New Laws of Retail Gravitation," *Journal of Marketing*, **14**, 379-384.
- [15] Davies, W. K. (1968): "The Morphology of Central Places: A

- Case Study," *Annals of the Association of American Geographers*, **58**, 91-110.
- [16] Donthu, N. and R. T. Rust (1989): "Estimating Geographic Customer Densities Using Kernel Density Estimation," *Marketing Science*, **8**, 191-203.
- [17] Elliot, H.M. (1985): "Cardinal Place Geometry," *Geographical Analysis*, **17**, 16-35.
- [18] Fairbairn, K. (1984): "The Urban Pattern of Retailing," in *Store Location and Store Assessment Research*, edited by R. L. Davies and D. S. Rogers, 55-71. New York: John Wiley.
- [19] Fotheringham, A. S. (1985): "Spatial Competition and Agglomeration in Urban Modeling," *Environment and Planning A*, **17**, 213-230.
- [20] Fotheringham, A. S. (1986): "Modeling Hierarchical Destination Choice," *Environment and Planning A*, **18**, 401-418.
- [21] Fujita, M. (1988): "A Monopolistic Competition Model of Spatial Agglomeration: Differentiated Product Approach," *Regional Science and Urban Economics*, **18**, 87-124.
- [22] Fujita, M. and F. L. R. Batiz (1988): "Agglomeration and Heterogeneity in Space: Introduction," *Regional Science and Urban Economics*, **18**, 1-6.
- [23] Ghosh, A. and S. McLafferty (1984): "A Model of Consumer Propensity for Multipurpose Shopping," *Geographical Analysis*, **16**, 244-249.
- [24] Hotelling, H. (1929): "Stability in Competition," *Economic Journal*, **39**, 41-57.
- [25] Huff, D. L. (1963): "Defining and Estimating a Trade Area," *Journal of Marketing*, **28**, 34-38.
- [26] Ingene, C. A. and A. Ghosh (1990): "Consumer and Producer behavior in a Multipurpose Shopping Environment," *Geographical Analysis*, **22**, 70-93.

- [27] Jones, K. and J. Simmons (1990): *The Retail Environment*. London: Routledge.
- [28] Johnston, R. J. (1966): "Central Places and the Settlement Pattern," *Annals of the Association of American Geographers*, **56**, 541-549.
- [29] Laulajainenn, R. and L. E. Gadde (1985): "Locational Avoidance: A Case Study of Three Swedish Retail Chains," *Regional Studies*, **20**, 2, 131-140.
- [30] Laulajainenn, R. (1987): *Spatial Strategies in Retailing*. Dordrecht: D. Reidel Publishing.
- [31] Lord, J. D. and D. B. Wright (1981): "Competition and Location Strategy in Branch Banking: Spatial Avoidance or Clustering," *Urban Geography*, **3**, 189-200.
- [32] McFadden, D. L. (1974): "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," in *Frontiers in Econometrics*, edited by P. Zarembka, 105-142. New York: Academic Press.
- [33] Moomaw, R. L. (1988): "Agglomeratio Economics: Localization or Urbanization," *Urban Studies*, **25**, 150-162.
- [34] Mulligan, G. F. (1983): "Consumer Demand and Multipurpose Shopping Behavior," *Geographical Analysis*, **15**, 76-81.
- [35] Ohta, H. (1984): "Agglomeration and Competition," *Regional Science and Urban Economics*, **14**, 1-17.
- [36] Okabe, A. and F. Miki (1984): "A Conditional Nearest-neighbor Spatial-association Measure for the Analysis of Conditional Locational Interdependence," *Environment and Planning A*, **16**, 163-171.
- [37] Okabe, A., T. Yoshikawa, A. Fujii, and K. Oikawa (1988): "The Statistical Analysis of a Distribution of Activity Points in Relation to Surface-like Elements," *Environment and Planning A*, **20**, 609-620.
- [38] Okabe, A. and T. Yoshikawa (1989): "The Multi Nearest Neighbor

- bor Distance Method for Analyzing the Compound Effect of Infrastructural Elements on the Distribution of Activity Point," *Geographical Analysis*, **21**, 216-235.
- [39] O'Kelly, M. E. and H. J. Miller (1989): "A Synthesis of Some Market Area Delimitation Models," *Growth and Change*, **20**, 14-33.
- [40] Proudfoot, M. J. (1937) "City Retail Structure," *Economic Geography*, **13**, 425-428.
- [41] Rushton, G. (1972): "Map Transformations of Point Patterns: Central Place Patterns in Areas of Variable Population Density," *Papers of the Regional Science Association*, **28**, 111-129.
- [42] Rust, R. T. and J. A. N. Brown (1986): "Estimation and Comparison of Market Area Densities," *Journal of Retailing*, **62**, 410-430.
- [43] Scott, P. (1970): *Geography and Retailing*. London: Hutchinson & Co.
- [44] Shuper, V. A. (1987): "An Analysis of the Situation of Cities by the Methods of Central-Place Theory," *Soviet Geography*, **28**, 14-24.
- [45] Sugiura, Y. (1991): "A Map-Transformation Approach to the Location of Central Places: the Case of the Central Kanto Region in Preindustrial Japan," *Environment and Planning A*, **23**, 969-985.
- [46] Tabuchi, T. (1986): "Urban Agglomeration Economies in a Linear City," *Regional Science and Urban Economics*, **16**, 421-436.
- [47] Thill, J.-C. (1985): "Demand in Space and Multipurpose Shopping: A Theoretical Approach," *Geographical Analysis*, **17**, 114-129.
- [48] Weiclich, W. and G. Haag (1987): "A Dynamic Phase Transition Model for Spatial Agglomeration Processes," *Journal of Regional Science*, **27**, 529-569.

- [49] West, D. S. (1981): "Testing for Market Preeumption Using Sequential Location Data," *Bell Journal of Economics*, **12**, 129-143.
- [50] West, D. S. and B. von Hohenbalken (1984): "Spatial Predation in Canadian Retail Oligopoly," *Journal of Regional Science*, **24**, 415-427.
- [51] West, D. S., B. von Hohenbalken and K. Kroner (1985): "Tests of Intraurban Central Place Theories," *Economic Journal*, **95**, 101-117.
- [52] West, D. S., D. L. Ryan and B. von Hohenbalken (1988): "New Competition in Shopping-center Hierarchies: An Empirical Comparison of Alternative Specifications," *Journal of Regional Science*, **28**, 329-344.
- [53] 小嶋勝衛・根上彰生 (1981): 「繁華地区の空間構成に関する研究」, *都市計画学会学術研究論文集*, **16**, 145-150.
- [54] 杉村揚二 (1972): 「歩行者通行量による中心商店街の性格」, *地理学評論*, **45**, 283-296.
- [55] 深海隆恒 (1974): 「商業地における歩行者流に関する研究」, *都市計画学会学術研究論文集*, **9**, 43-48.
- [56] 深海隆恒 (1977): 「商業地における歩行者流に関する研究 (その2)」, *都市計画学会学術研究論文集*, **12**, 61-66.
- [57] 三木富士夫 (1983): 「生活必需品を扱う小売り店の分布と人口分布との関連について」, *都市計画学会学術研究論文集*, **18**, 19-24.

## 第2章 店舗分布と人口分布の比例関係の分析

### 第1節 研究の目的

店舗の立地を考えると、人口分布は極めて重要な要因の一つである。店舗にとって人口とはすなわち顧客であり、店舗の経営を支える基盤である。人口がなければ店舗は立地することはできないし、経営も成り立たない。従って、店舗が立地するときには、人口分布はまず第一に考慮しなければならない要因であると言えよう。

現象的に見ると、店舗は通常、人口の少ない地域には立地せず、地域の人口が増加するに従って店舗が少しずつ立地する。このような人口と店舗の関係を見ると、あたかも店舗は人口分布に比例して立地しているように思われる。

それでは、店舗は常に人口の多いところに立地しているのかと言えば、必ずしもそうではない。確かに、広域的に見れば、店舗数と人口とは比例しているように見える。しかし、少しミクロな視点から見ると、住宅地と商業地、特に規模の大きい商業地ほど、住宅地とある程度の距離を保っている場合が多い。これはつまり、考慮する地域の広さによって、店舗が人口分布に比例して立地しているようにも見え、人口分布の少ないところに立地しているようにも見えるということである。

このように、店舗分布と人口分布との関係は、比例という言葉で表現されるような単純なものではない。しかし、冒頭にも述べたように、人口分布が店舗立地において最も重要な要因の一つであることは間違いなく、人口分布の扱い方が明確にされなければ、店舗立地を誤る恐れがある。

そこで本章では、店舗立地における人口分布の扱い方を明確

にするために、人口分布と店舗分布の比例関係を分析するための手法を提案する。具体的にはまず、ポテンシャル及びアクセシビリティという概念を媒介として、人口分布と店舗分布の関係をモデル化する。次に、このモデル化によって、人口分布と店舗分布の適合度を定義し、統計的手法によってモデルの推定を行う。さらに、このモデル化が妥当であるかどうかを確認するために、実証分析を行う。

このような解析によって、店舗立地のときに人口分布をどのように捉えれば良いのかという問題を、業種ごとに明らかにすることができる。これはすなわち、人口分布に強く依存する業種とそうでないものとを識別することにもなる。

## 第2節 既存研究のレビュー

商圏及び店舗立地に関する実証的な研究としては、例えば Applebaum (1966) や Bade (1983) などがある。これらの論文では、市町村のような行政区域を単位地区として設定し、それぞれの地区について人口当たりどれくらいの店舗があるか、という計算を行っている。しかし、このような方法では、単位地区をどのようにとるかにによって計算結果が大幅に異なる。これは、既に述べたように、マクロ的には店舗は人口に比例分布しているように見えても、ミクロ的にはそうではないことが多い、ということに起因している。このような問題を避けるためには、店舗の商圏を予め把握し、各商圏内の人口を調べることが必要である。

三木 (1983) では、このような単位地区設定の問題を避ける一つの方法が提案されている。ここでは、消費者が最寄り店を選択する傾向の強い業種について、店舗を母点とするポロノイダイアグラムを作成し、各ポロノイ領域内の人口を調べることによって店舗分布と人口分布との関係を明らかにしている。これは即ち、消費者は常に最寄りの店舗を選択すると仮定し、その

商圏をポロノイダイアグラムで表現しているわけであるが、このような方法は日常必需品を扱う店舗などについては有効であるが、そうではない場合、つまり、洋服店などに代表されるような買回りの店舗については必ずしも適当ではない。

一方、店舗の競争立地に関する理論的な研究は、Hotelling (1929) 以来数多く行われているが、こうした研究では人口分布は一定であると仮定されることが多い。また、消費者の店舗選択行動に関する研究も多数行われているが、その中で人口分布と店舗分布との関係を直接扱っているものは存在しない。

以上のような状況を鑑みた上で、本論文では単位地区を設定せずに人口分布と店舗分布の比例関係を解析する手法を提案する。この場合、現状を最も正確に把握する方法は、各店舗の商圏を全て調査し、その顧客数を調べることである。しかし、このような調査は莫大な費用と時間を要し、実際的な方法ではない。そこでここでは、顧客調査を行わずに人口分布と店舗分布の比例関係を分析する方法を採用する。

## 第3節 店舗と人口の分布のモデル化

前述のように、「人口分布と店舗分布が比例している」という概念は必ずしも明らかではない。そこで本節では、人口分布と店舗分布の関係を二通りにモデル化する。

### モデル1

店舗は通常、人口分布や駅の位置、アクセス手段等を考慮しながら立地を決定する。この場合、駅などの交通施設について言えば、最も便利なところに立地しようとする傾向がある。しかし、人口分布について言えば、人口の最も多い地点に立地すれば最も多くの顧客を集めることができるというわけではな

い。例えば、図2.1のように人口が分布している場合を考えてみよう。このとき、人口が最も多いのは地点Aであるが、おそらく店舗は地点Aよりも地点Bに立地した方が、より多くの顧客を集めることができるであろう。

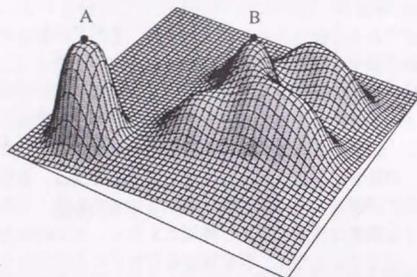


図2.1 店舗の立地

これは、店舗が多少顧客から離れても、顧客は店舗を利用することを示している。そこでここでは、ポテンシャルという概念を導入し、この現象の記述を試みる。ポテンシャルは潜在的購買力とも呼ばれ、各消費者の持つ購買力のことを示す。従ってポテンシャルは、各消費者の居住地点で最高値をとり、そこから遠ざかるに従って小さくなるものと考えられる。具体的なポテンシャルの形状については、ここでは次のような式によって定義する。

$$P_0(x, t) = e^{-\alpha d(x, t)} \quad (2.1)$$

$P_0(x, t)$ は、地点 $t$ の人口による地点 $x$ でのポテンシャルを表したものである。式中、 $d(x, t)$ は地点 $x$ と地点 $t$ 間の距離、 $\alpha$ はポテンシャルの傾きを決定する定数である。 $\alpha$ は、消費者が店舗を

選択する際に、距離を重視する度合いを示すパラメータと考えることもできる。もちろん、 $\alpha$ の値は業種によって異なり、後述する計算によって推定する。

$d(x, t)$ は、本来は道路網や交通手段などを組み合わせた形で表現されるべきものであり、時間距離が用いられることが多い。しかしここでは簡単のために、店舗と消費者の間のユークリッド距離を仮定する。即ち、

$$d(x, t) = |x - t| \quad (2.2)$$

とおく。すると、ポテンシャルは式(2.3)のように表され、これを図示すると図2.2のようになる。

$$P_0(x, t) = e^{-\alpha|x-t|} \quad (2.3)$$

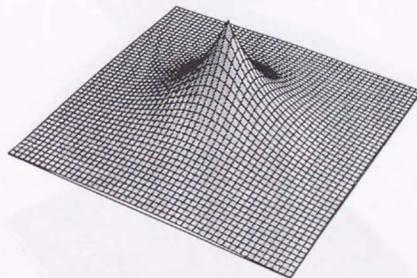


図2.2 ポテンシャル

以上の議論では、ポテンシャルは個々の消費者について考えたものである。しかし、立地する店舗にとってみれば、全消費者のポテンシャルの総和こそが問題である。そこで、各地点におけるポテンシャルの総和を次の式で表す。

$$\begin{aligned}
 P(x) &= \int_{t \in S} P_0(x, t) F(t) dt \\
 &= \int_{t \in S} e^{-\alpha|x-t|} F(t) dt \quad (2.4)
 \end{aligned}$$

ここで、 $F(x)$ は人口分布、 $S$ は対象地域を表している。 $P(x)$ を図に表すと、次のようになる。



図2.3 消費者（人口）の分布



図2.4 ポテンシャルの総和

この $P(x)$ が、店舗から見たポテンシャル、即ち潜在的購買力である。店舗は多くの顧客を得るために、このポテンシャルの高いところに立地するであろう。しかし、ポテンシャルの高い所に店舗が集中すると、店舗間の競合が発生するため、店舗の分布はばらつくようになる。この結果、店舗の分布は最終的に、ポテンシャルに比例した形になるものと考えられる。

もちろん、現実にはポテンシャルや店舗分布はそれぞれ他の多くの要因の影響も受けて決定されるものである。例えば、店舗は人口の多いところだけではなく、鉄道駅の周辺や幹線道路沿い、あるいは広い土地を確保できるようなところに立地する。従って、二つの分布の間には、完全な比例関係は成立しない（図2.5）。しかし、前述したように店舗の立地において人口分布は明らかに最も重要な要因であり、他の要因は人口分布ほどの影響力は持たないと考えられる。

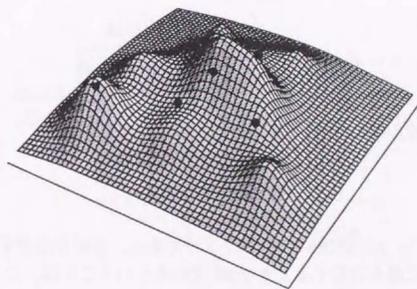


図2.5 ポテンシャルと店舗分布

ところで、ポテンシャルを定義する式の中には、距離抵抗 $\alpha$ が含まれていた。この値は、前述したように何らかの方法によって直接測定できるようなものではなく、通常は計算によって推定する必要がある。そこでここでは、ポテンシャルと店舗

分布とが最も一致する、つまり最も適合する $\alpha$ を求める。これは、人口分布が第一要因であり、他の要因は副次的なものであるという考え方と合致している。

ポテンシャルは連続分布であり、店舗分布は点分布である。そこでここでは、二つの分布の適合度を表す指標として対数尤度を用いる。対数尤度は確率密度関数について用いられるものであり、ここで適用するにはポテンシャルを確率密度関数に変換する必要がある。そこで、式(2.5)のような基準化を行う。

$$\begin{aligned} p(\mathbf{x}) &= \frac{P(\mathbf{x})}{\int_{\mathbf{u} \in S} P(\mathbf{u}) d\mathbf{u}} \\ &= \frac{\int_{t \in S} P_0(\mathbf{x}, t) F(t) dt}{\int_{\mathbf{u} \in S} \int_{t \in S} P_0(\mathbf{u}, t) F(t) dt d\mathbf{u}} \\ &= \frac{\int_{t \in S} e^{-\alpha|\mathbf{x}-t|} F(t) dt}{\int_{\mathbf{u} \in S} \int_{t \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u}-t|} F(t) dt d\mathbf{u}} \quad (2.5) \end{aligned}$$

対数尤度 $l(\alpha)$ は、式(2.5)を用いて次のように表される。

$$l(\alpha) = \sum_i \log p(y_i) \quad (2.6)$$

ここで、 $y_i$ は店舗 $i$ の位置ベクトルである。店舗分布がポテンシャルに最も適合するような $\alpha$ を求めるということは、ここでは対数尤度を最大化する $\alpha$ を求めるということと同等である。これは、次の様に表される。

$$\begin{aligned} \max_{\alpha} l(\alpha) &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \log p(y_i) \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \log \left\{ \frac{\int_{t \in S} e^{-\alpha|y_i-t|} F(t) dt}{\int_{\mathbf{u} \in S} \int_{t \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u}-t|} F(t) dt d\mathbf{u}} \right\} \quad (2.7) \end{aligned}$$

人口分布に関するデータは、実際には $F(\mathbf{x})$ という連続分布の形で与えられることは稀であり、通常は行政単位あるいはメッシュごとのデータとして与えられる。この場合、計算は次のように行う。

まず、行政単位ごとの人口データがある場合を考えてみよう。この場合、行政地区 $i$ の面積を $S_i$ 、人口を $P_i$ 、地区の重心の位置ベクトルを $\mathbf{x}_i$ 、店舗数を $N$ とすると、式(2.7)は次のようになる。

$$\begin{aligned} \max_{\alpha} l(\alpha) &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \log \left\{ \frac{\sum_j S_j P_j e^{-\alpha|y_i-x_j|}}{\sum_j S_j P_j \int_{\mathbf{u} \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u}-x_j|} d\mathbf{u}} \right\} \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \frac{\prod_i \sum_j S_j P_j e^{-\alpha|y_i-x_j|}}{\left( \sum_j S_j P_j \int_{\mathbf{u} \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u}-x_j|} d\mathbf{u} \right)^N} \quad (2.8) \end{aligned}$$

ここで

$$\phi(\alpha) = \frac{\prod_i \sum_j S_j P_j e^{-\alpha|y_i-x_j|}}{\left( \sum_j S_j P_j \int_{\mathbf{u} \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u}-x_j|} d\mathbf{u} \right)^N} \quad (2.9)$$

とおくと、最終的に

$$\frac{d\phi(\alpha)}{d\alpha} = 0 \quad (2.10)$$

を解けば良いことになる（式の詳細については省略する）。

次に、人口データが正方形メッシュデータで与えられている場合を考えてみよう。この場合、メッシュ*i*の人口を $P_i$ 、中心の位置ベクトルを $\mathbf{x}_i$ 、メッシュ一辺の長さを $w$ とすると、式(2.7)は次のように表される。

$$\begin{aligned} \max_{\alpha} l(\alpha) &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \log \left\{ \frac{w^2 \sum_j P_j e^{-\alpha|y_i - x_j|}}{w^2 \sum_j P_j \int_{\mathbf{u} \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u} - \mathbf{x}_j|} d\mathbf{u}} \right\} \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \log \left\{ \frac{\sum_j P_j e^{-\alpha|y_i - x_j|}}{\sum_j P_j \int_{\mathbf{u} \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u} - \mathbf{x}_j|} d\mathbf{u}} \right\} \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \frac{\prod_i \sum_j P_j e^{-\alpha|y_i - x_j|}}{\left\{ \sum_j P_j \int_{\mathbf{u} \in S} e^{-\alpha|\mathbf{u} - \mathbf{x}_j|} d\mathbf{u} \right\}^N} \quad (2.11) \end{aligned}$$

式(2.10)あるいは式(2.11)を解けば、 $\alpha$ が求められ、その値を代入した対数尤度がポテンシャルと店舗分布、つまり、人口分布と店舗分布の適合度を示すことになる。式(2.10)及び式(2.11)は、通常解析的に解くことはできないので、 $\alpha$ は数値計算によって求める。

## モデル2

消費者が店舗を選択する場合、いくつもの要因を考慮するが、それらの多くは店舗の魅力、あるいは吸引力という形で捉えることができる。通常、消費者の周りには複数の店舗が存在し、消費者は其中でもっとも魅力の大きい店舗を選択、利用する。店舗の魅力とは、具体的には店舗自身の属性（品揃えや価格）、消費者の属性（年齢や所得）、及び店舗と消費者との関係（距離や交通手段）などによって構成されるものである。これらの要因の中で、最も基本的な、つまり最も影響力を持つのは店舗と消費者の間の距離であろう。消費者の店舗選択においては、店舗までの距離や品物の価格などが考慮されるが、どれほど商品価格の低い店舗であっても、それが非常に遠くにあるならば、消費者がそれを選択することはない。そこでここでは、店舗の魅力の第一要因として距離を取り上げ、人口分布と店舗分布の関係をモデル化する。もちろんこれは、距離だけを店舗の魅力として考えるということではなく、モデルを拡張することによって他の要因を店舗の魅力として考慮することも可能である。

店舗の魅力として距離だけを考える場合には、店舗の魅力は店舗へのアクセシビリティ（接近しやすさ）と言い換えることができる。ここではその形を、次のような式で定義する。

$$A_i(\mathbf{x}) = e^{-\alpha d(\mathbf{x}, \mathbf{y}_i)} \quad (2.12)$$

この式(2.12)は、地点 $\mathbf{x}$ における店舗*i*へのアクセシビリティを表したものである。式中、 $d(\mathbf{x}, \mathbf{y}_i)$ は地点 $\mathbf{x}$ と店舗*i*の間の距離、 $\alpha$ は通常距離抵抗と呼ばれる定数であり、ここでは消費者が店舗を選択する際にどの程度距離を重視するかを示すパラメータである。 $\alpha$ の値は業種によって異なり、後述する計算によって推定する。

$d(x, y_i)$ については、モデル1の場合と同様に、ユークリッド距離であると仮定する。即ち、店舗の位置ベクトルを $y_i$ として、

$$d(x, y_i) = |x - y_i| \quad (2.13)$$

とおく。すると、アクセシビリティは式(2.14)のように表され、これを図示すると図2.6のようになる。

$$A_i(x) = e^{-\alpha|x-y_i|} \quad (2.14)$$

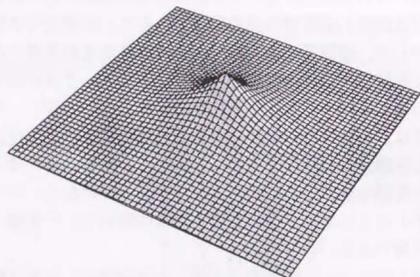


図2.6 ある店舗へのアクセシビリティ

式(2.14)は、一つの店舗に対するアクセシビリティを表したものである。しかし、前述したように、消費者は通常、複数の店舗の中から場合に応じていくつかを選択し、利用している。従って、それぞれの消費者にとってのアクセシビリティとは、消費者の住んでいる地点における全ての店舗へのアクセシビリティの総和と考える方が妥当であろう。そこでここでは、各地点におけるアクセシビリティの総和を $A(x)$ とし、次の式で表すことにする。

$$A(x) = \sum_i A_i(x) \quad (2.15)$$

これを図に表すと、次のようになる(図2.7~2.9)。

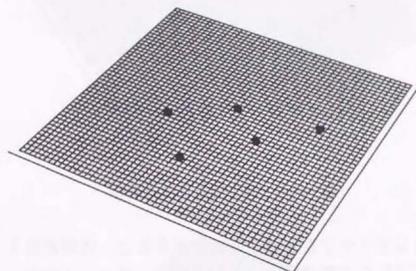


図2.7 店舗の分布

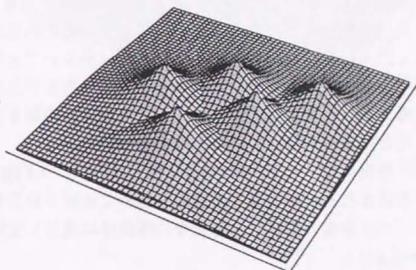


図2.8 各店舗へのアクセシビリティ



図2.9 アクセシビリティの総和

アクセシビリティをこのように定義すると、店舗が集まっている地区に住む消費者にとってはアクセシビリティは高く、反対に店舗の少ない地区の消費者にとってはアクセシビリティは低い、ということになる。

$A(x)$ は、地点 $x$ における、店舗に関する魅力の総和である。従って、人口の多いところでは店舗が集まっているためにこの値が大きく、人口の少ないところではこの値は小さいであろう。そこでここでは、アクセシビリティと人口分布とが比例していると考え、つまり、人口の多いところと店舗の集まっているところとはよく一致していると考えられるわけである。

もちろん現実には、モデル1の場合と同じように、人口分布や店舗分布はそれぞれ他の多くの要因も含めて決定されるものであり、二つの分布の間には、完全な比例関係は成立しない(図2.10~2.12)。



図2.10 アクセシビリティ

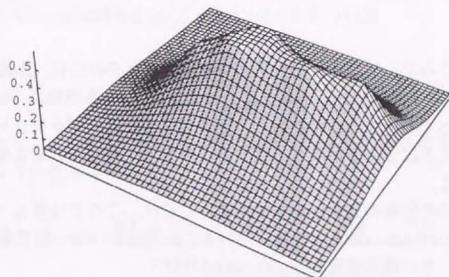


図2.11 人口分布

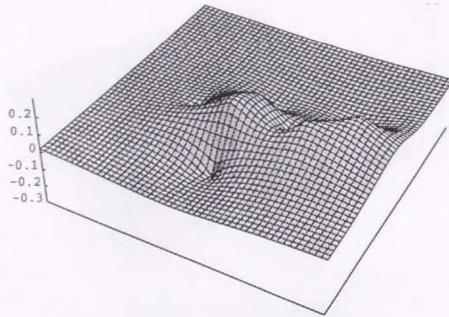


図2.12 アクセシビリティと人口分布の差

ところで、アクセシビリティを定義する式の中には、距離抵抗 $\alpha$ が含まれていた。この値は、モデル1の場合と同様に、計算によって推定する必要がある。そこでここでは、アクセシビリティと人口分布とが最も一致する、つまり、最も適合する $\alpha$ を求めよう。

二つの分布の適合度を表す指標としては、ここでは最も一般的なKullback-Leibler情報量を用いる。Kullback-Leibler情報量は、二つの確率密度関数 $g(x)$ ,  $h(x)$ について、

$$KL = \int g(x) \log \left\{ \frac{g(x)}{h(x)} \right\} dx \quad (2.16)$$

という式で表されるものであり、適合度が高いほどその値は小さくなる。従って、Kullback-Leibler情報量を最小化する $\alpha$ を求め、その値を式(2.16)に代入すれば、それが二つの分布の適合度、つまり、比例の度合を示すことになる。

Kullback-Leibler情報量は、二つの確率密度関数の適合度を示

す指標である。従って、アクセシビリティや人口分布は確率密度関数として基準化する必要がある。アクセシビリティを基準化したものを $a(x)$ とすると、それは次のように表される。

$$\begin{aligned} a(x) &= \frac{A(x)}{\int_{t \in S} A(t) dt} \\ &= \frac{A(x)}{\int_{t \in S} \sum_i A_i(t) dt} \\ &= \frac{e^{-\alpha|x-y_i|}}{\int_{t \in S} \sum_i e^{-\alpha|t-y_i|} dt} \end{aligned} \quad (2.17)$$

ここで、 $S$ は対象地域を表す。同様に、人口分布を $F(x)$ 、基準化したものを $f(x)$ とすると、

$$f(x) = \frac{F(x)}{\int_{t \in S} F(t) dt} \quad (2.18)$$

となる。この $a(x)$ と $f(x)$ を用いると、Kullback-Leibler情報量は次のように表される。

$$KL = \int_{x \in S} f(x) \log \left\{ \frac{f(x)}{a(x)} \right\} dx \quad (2.19)$$

問題は、Kullback-Leibler情報量を最小化することであり、これは次のように表される。

$$\begin{aligned} \min_{\alpha} KL &\Leftrightarrow \min_{\alpha} \int_{x \in S} f(x) \log \left\{ \frac{f(x)}{a(x)} \right\} dx \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \int_{x \in S} f(x) \log a(x) dx \end{aligned} \quad (2.20)$$

ところで、モデル1においても述べたように、人口分布に関

するデータは、実際には $F(\mathbf{x})$ という連続分布の形で与えられることは稀であり、通常は行政単位あるいはメッシュごとのデータとして与えられる。そこでここでも先程と同様に、それぞれの場合について計算方法を説明しよう。まず、行政単位ごとの人口データがある場合を考えてみよう。この場合、行政地区 $i$ の面積を $S_i$ 、人口を $P_i$ 、地区の重心の位置ベクトルを $\mathbf{x}_i$ とすると、 $a(\mathbf{x})$ 及び $f(\mathbf{x})$ は次のように表される。

$$a(\mathbf{x}_i) = \frac{\sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}}{\sum_j S_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}} \quad (2.21)$$

$$f(\mathbf{x}_i) = \frac{P_i}{S_i \sum_j P_j} \quad (2.22)$$

この2式を式(2.20)に代入すると、問題は

$$\begin{aligned} & \max_{\alpha} \sum_i \frac{P_i}{\sum_j P_j} \log \left\{ \frac{\sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}}{\sum_j S_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}} \right\} \\ & \Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i P_i \log \left\{ \frac{\sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}}{\sum_j S_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}} \right\} \\ & \Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i P_i \log \left( \sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|} \right) \\ & \quad - \sum_i P_i \log \left( \sum_j S_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|} \right) \end{aligned} \quad (2.23)$$

となる。さらに式(2.23)について

$$\phi(\alpha) = \sum_i P_i \log \left( \sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|} \right) - \sum_i P_i \log \left( \sum_j S_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|} \right) \quad (2.24)$$

とおくと、問題は

$$\frac{d\phi(\alpha)}{d\alpha} = 0 \quad (2.25)$$

を解けば良いことになる。これは即ち、

$$-\sum_i P_i \frac{\sum_j |\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j| e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}}{\sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}} + \sum_i P_i \frac{\sum_j S_j |\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k| \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}}{\sum_j S_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}} = 0 \quad (2.26)$$

ということになる。

次に、人口データが正方形メッシュデータの形で与えられている場合を考えてみよう。この場合、メッシュ $i$ の人口を $P_i$ 、中心の位置ベクトルを $\mathbf{x}_i$ 、メッシュ一辺の長さを $w$ とすると、 $a(\mathbf{x})$ 及び $f(\mathbf{x})$ は次のように表される。

$$a(\mathbf{x}_i) = \frac{\sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}}{w^2 \sum_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}} \quad (2.27)$$

$$f(\mathbf{x}_i) = \frac{P_i}{w^2 \sum_j P_j} \quad (2.28)$$

この2式を式(2.20)に代入すると、問題は、

$$\begin{aligned} & \max_{\alpha} \sum_i \frac{P_i}{\sum_j P_j} \log \left\{ \frac{\sum_j e^{-\alpha|x_i-y_j|}}{w^2 \sum_j \sum_k e^{-\alpha|x_j-y_k|}} \right\} \\ & \Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i P_i \log \left\{ \frac{\sum_j e^{-\alpha|x_i-y_j|}}{w^2 \sum_j \sum_k e^{-\alpha|x_j-y_k|}} \right\} \\ & \Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i P_i \log \left( \sum_j e^{-\alpha|x_i-y_j|} \right) \\ & \quad - \sum_i P_i \log \left( \sum_j \sum_k e^{-\alpha|x_j-y_k|} \right) \end{aligned} \quad (2.29)$$

となる。先程と同じように、

$$\phi(\alpha) = \sum_i P_i \log \left( \sum_j e^{-\alpha|x_i-y_j|} \right) - \sum_i P_i \log \left( \sum_j \sum_k e^{-\alpha|x_j-y_k|} \right) \quad (2.30)$$

とおくと、

$$\frac{d\phi(\alpha)}{d\alpha} = 0 \quad (2.31)$$

つまり、

$$-\sum_i P_i \frac{\sum_j |x_i-y_j| e^{-\alpha|x_i-y_j|}}{\sum_j e^{-\alpha|x_i-y_j|}} + \sum_i P_i \frac{\sum_j \sum_k |x_j-y_k| e^{-\alpha|x_j-y_k|}}{\sum_j \sum_k e^{-\alpha|x_j-y_k|}} = 0 \quad (2.32)$$

という問題になる。

式(2.26)あるいは式(2.32)を解けば $\alpha$ が求められ、その値を代入したKullback-Leibler情報量が人口分布と店舗分布の適合度を示す。式(2.26)及び式(2.32)を解析的に解くことは難しいので、 $\alpha$ は通常、数値計算によって推定する。

以上の議論におけるアクセシビリティは、それをそのまま店舗の顧客分布として置き換えることもできる。つまり、各店舗の周りには、式(2.12)の形で顧客が分布しており、各店舗の顧客の総和が人口分布に比例していると考えられるわけである。この場合、顧客分布と人口分布の適合を行うことになり、アクセシビリティの場合と全く同様の手法によって $\alpha$ の値が求められる。但し、この場合には $\alpha$ は距離抵抗ではなく顧客分布の形状を決定するパラメータとなる。

アクセシビリティを顧客分布に置き換えた場合、顧客分布の形状が推定できる。従って、これを用いて店舗の商圈を求めることが可能である。いま、ある店舗を中心とする半径 $R$ の円内に含まれる顧客数を $Q(R)$ とすると、 $Q(R)$ は

$$\begin{aligned}
 Q(R) &= \int_{|x| \leq R} e^{-\alpha|x|} dx \\
 &= \int_0^{2\pi} \int_0^R r e^{-\alpha r} dr d\theta \\
 &= 2\pi \int_0^R r e^{-\alpha r} dr \\
 &= 2\pi \left[ -\frac{1}{\alpha} r e^{-\alpha r} - \frac{1}{\alpha^2} e^{-\alpha r} \right]_0^R \\
 &= 2\pi \left( -\frac{1}{\alpha} R e^{-\alpha R} - \frac{1}{\alpha^2} e^{-\alpha R} + \frac{1}{\alpha^2} \right) \quad (2.33)
 \end{aligned}$$

と表される。店舗の全顧客数は、式(2.33)において  $R \rightarrow \infty$  としたものであり、これは

$$Q(\infty) = \frac{2\pi}{\alpha^2} \quad (2.34)$$

と表される。従って、 $q\%$  商圈半径を求める場合には、

$$\frac{q}{100} = \frac{Q(R)}{Q(\infty)} = -\alpha R e^{-\alpha R} - e^{-\alpha R} + 1 \quad (2.35)$$

を数値計算によって解けば良い。

本論文では、人口分布と店舗分布の関係を以上のように二通りにモデル化する。これらのモデルを推定することによって、人口分布と店舗分布がどの程度比例しているのかを明らかにすることができる。モデルはどちらも、分布間の関係を簡略的に記述したものであり、人口分布の多い地域と店舗の多い地域は一致するであろうと考えているという点では同じである。しかし、二つのモデルはその基礎となっている考え方という点では異なっている。そこでここでは、この二つのモデルについて簡単に比較しておこう。

モデル1は、ポテンシャルという概念を媒介として二つの分

布の関係を記述しているものであり、店舗の立地行動をそのまま記述した明解なモデルと言うこともできる。つまり、既に定まっている人口分布に従って店舗が立地する過程を表したものである。しかし、既に述べたように、人口と店舗の分布は相互に作用するものである。つまり、人口が増えると店舗が増え、それによってさらに人口が増えるという過程を繰返しながら、結果的に人口分布と店舗分布は比例しているように見えるわけである。従ってモデル1は、どちらかと言えば、人口分布が店舗分布によって影響を受けにくい業種について適当なモデルであろう。

一方、モデル2では、アクセシビリティという概念を媒介として二つの分布の関係を記述している。これは、人口分布に対する店舗分布の影響を考慮したモデルであると言うこともできる。つまり、各店舗に対するアクセシビリティの和が人口と一致するという考え方は、既に立地している店舗によってもたらされる利便性に応じて人口が分布していくと言い換えることができる。従ってモデル2は、モデル1とは逆の性格を持つ業種に相当であると考えられる。

このように、ここで提案したモデルはそれぞれ背景となる考え方が異なり、またモデルの推定過程もそれぞれ特徴を持っている。モデル1では、人口分布と店舗分布がそれぞれ連続分布と離散分布として扱われる。従って、各店舗間の相互作用については、考慮することができない。一方モデル2は、どちらの分布も連続分布として扱われるため、店舗については相互作用を考慮したモデルになっている。この点からいえば、モデル1は店舗間の競争の少ない業種、例えば、酒店のような規制業種に適しており、モデル2は競争のある業種にも適していると言うことができよう。

#### 第4節 実証分析

以上述べた手法の有効性を確認するために、本節では実証分析を行う。分析対象としては、兵庫県西宮市（図2.13）を選択した。

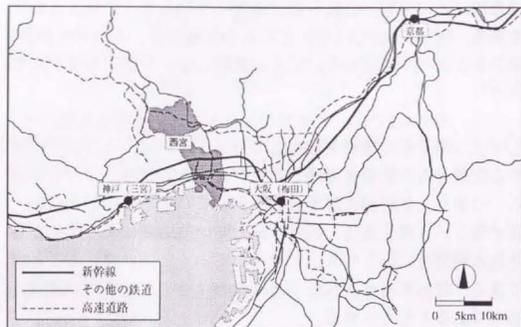


図2.13 西宮市の位置

西宮市は、東の大阪市、西の神戸市という二つの大商業地に挟まれた、人口約45万人の都市である。市の中央部は六甲山脈によって分断されており、北部と南部とは連絡する鉄道もなく、地域的な結び付きが弱い。市の中心部は南部であり、商業施設についても同様である。このような理由から、実証分析においてはデータは六甲山脈の南部地域についてのみ作成し、実際の分析はその中の北西部地域について行った（図2.14）。厳密に言うと、データ作成地域は第5系座標系（単位mm）における  $\{(x, y) | 89000000.0 < x < 97000000.0, -146000000.0 < y < -134000000.0\}$  と表される地域であり、実際に分析した地域は  $\{(x, y) | 89000000.0 < x < 93000000.0, -140000000.0 < y < -134000000.0\}$  と表される地域である。ここで言う北西部地域とは、夙川、苦楽園等を含む、戸建住宅と小規模商業施設の多い住宅地域である。計算をこの地域に限定したのは、主として計算時間の問題によるものであるが、団地のような突出した人口集中地域による計算の霍乱を避ける意味もある。

$\{(x, y) | 89000000.0 < x < 93000000.0, -140000000.0 < y < -134000000.0\}$  と表される地域である。ここで言う北西部地域とは、夙川、苦楽園等を含む、戸建住宅と小規模商業施設の多い住宅地域である。計算をこの地域に限定したのは、主として計算時間の問題によるものであるが、団地のような突出した人口集中地域による計算の霍乱を避ける意味もある。



図2.14 データ作成地域及び計算対象地域

データとしては、人口データについては西宮市よりポイントデータを借用した。このデータは、各人口の住所を座標に変換したものであり、独立住宅の場合には号、集合住宅の場合には棟番号まで表された住所データに基づいている。従って、独立住宅の場合には一つの座標に一世帯、集合住宅の場合には複数世帯のデータを属性として持っている。実際の計算には、このポイントデータを一辺100mのメッシュデータに変換したものをしている。また、商業施設についてはNTTタウンページにおける住居表示をデジタル入力し、アドレスマッチングによって座標データに変換、GISに入力した。アドレスマッチングで正しく座標変換されない店舗については、必要に応じてゼンリンの住宅地図を参照している。店舗の業種については、様々な人口依存性を持つと思われる45の業種（表2.1参照。業種分類はNTTタウンページのものに基づいている）を選んだ。なお、この中には比較のために小学校等の公共施設も含めている。

表2.1 実証分析に用いた業種一覧

業種名	店舗数
不動産取引	149
喫茶店	139
美容院	113
ブティック	64
クリーニング(クリーニング)	54
病院・療養所・医院・診療所(歯科)	52
酒店	44
各種学校・教室・塾	40
スナックバー・キャバレー・酒場(スナックバー)	40
家庭電化製品販売店	36
すし	34
米穀店	30
食料品店	26
薬局	26
青果物店	25
パン店	24
菓子(洋菓子)	23
新聞店	23
うどん・そば店	21
お好み焼	21
呉服屋	17
寺院	16
食肉店	16
レストラン・料理店・食堂(中華料理)	16
学校(幼稚園)	15
スーパーストア・マーケット	15
菓子(和菓子)	14
ガソリンスタンド	14
自動車販売	14
たばこ	14
保険(生命)	14
牛乳	13
文房具店・事務用品店	13
マージャンクラブ	13
書店	12
めがね店	10
郵便局	10
くつ店	9
コンビニエンスストア	9
レンタルビデオ・フィルム	8
学校(小学校)	7
鮮魚店	7
弁当(持ち帰り)	4
金物店	2
デパート	2

以下、参考のために、西宮市の鉄道及び道路網、人口分布、計算対象地域の鉄道及び道路網、人口分布、いくつかの業種の店舗分布図を掲載する。



図2.15 西宮市の鉄道、道路網

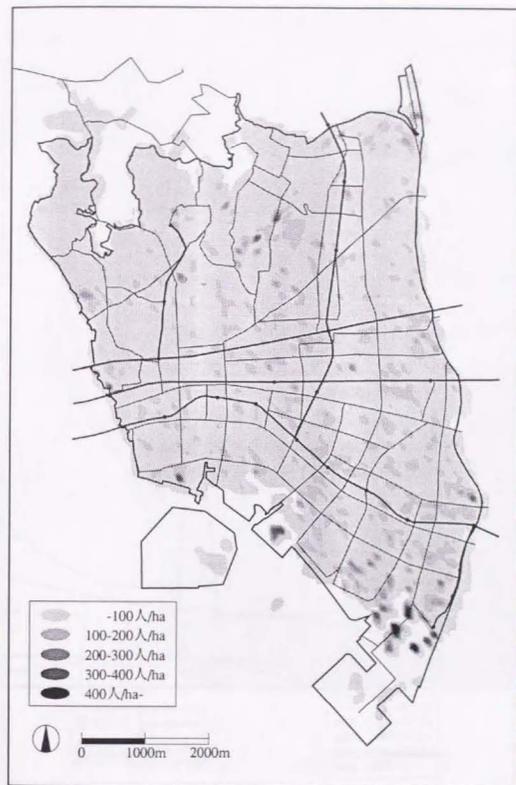


図2.16 西宮市の人口分布

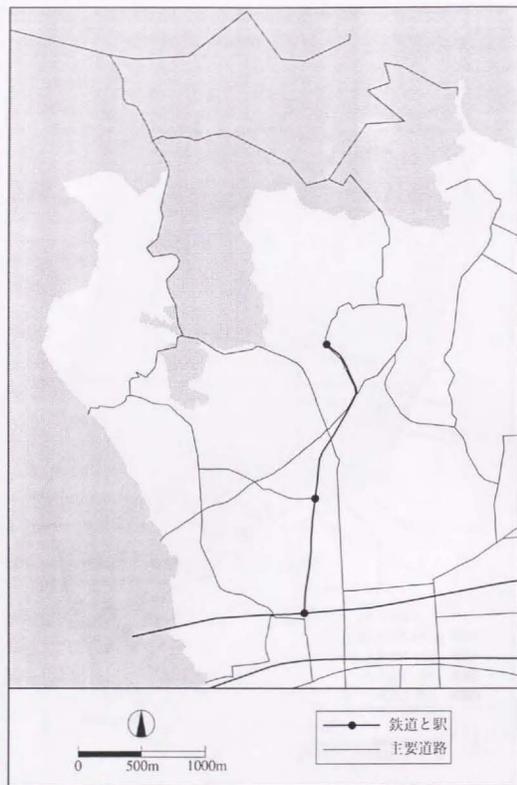


図2.17 計算対象地域の鉄道、道路網

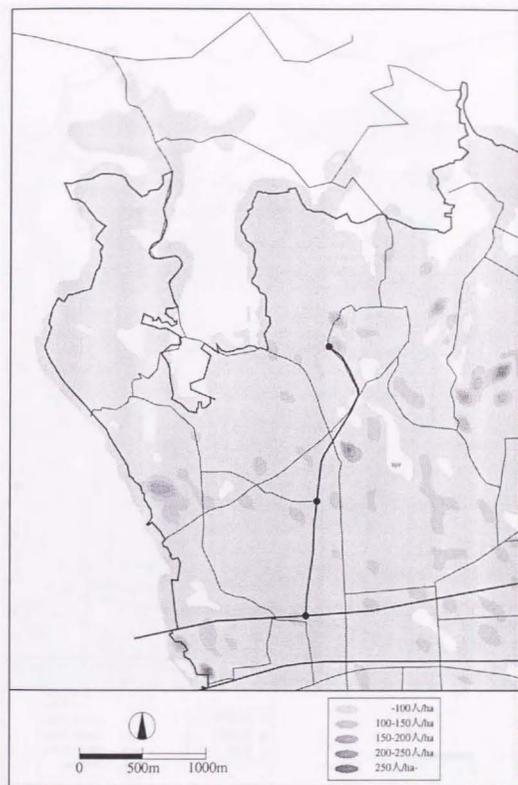


図2.18 計算対象地域の人口分布



図2.19 青果物店, 食肉店, 食料品店の分布と人口分布



図2.20 酒店の分布と人口分布



図2.21 スーパーマーケット、コンビニエンスストア、レンタルビデオ店の分布と人口分布

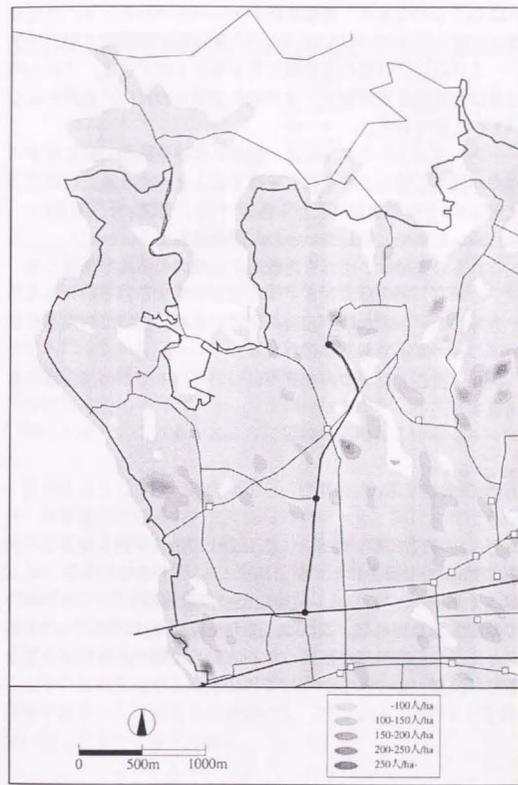


図2.22 ガソリンスタンドの分布と人口分布

これらの図を見ると、それぞれの業種について立地傾向を読み取ることができる。青果物店やスーパーマーケット、コンビニエンスストアについては、人口の多い所に立地する傾向が強く、これらは人口依存型業種と考えることができる。これらの業種は比較的商圈が狭く、また他の業種との買回り利用が少ないものと思われる。

一方、ガソリンスタンドは一般的に幹線道路沿いに立地する傾向が強く、図上でもそれを確認することができる。東西方向に走る3本の幹線道路（北から国道171号、国道2号、国道43号）沿いに集中立地しているのが読み取れよう。

これらの業種はいずれも比較的立地傾向の明確な業種である。しかし、酒店はこれらとは異なり、明らかにその分布は均一分布に近い。これは、酒店の分布が規制によって制限されていることが原因であると思われる。

次に、前述した二つのモデルについて、モデルの推定結果を掲載する。

### モデル1

モデル1の場合には、結果として距離抵抗 $\alpha$ 及び適合度を示す対数尤度 $l(\alpha)$ が計算される。結果は表2.2に示す通りである。なお、モデル1については、前述した45の業種のうち、12についてのみ計算を行った。これは、モデル1の推定にはモデル2の場合と比べて計算時間が数倍かかること、初期の計算において思わしい結果が得られなかったことによる。

表2.2 各業種の距離抵抗 $\alpha$ 及び対数尤度 $l(\alpha)$

業種	距離抵抗 $(\alpha \times 10^{-4})$	対数尤度 $l(\alpha)$	平均対数尤度	適合度順位
食肉店	10.500	-116.6912	-7.2932	3
書店	10.423	-87.1236	-7.2603	1
ブティック	10.414	-465.5232	-7.2738	2
新聞店	10.055	-167.8080	-7.2960	4
青果物店	9.917	-182.7500	-7.3100	5
金物店	9.741	-14.6592	-7.3296	6
鮮魚店	9.528	-51.4969	-7.3567	9
ガソリンスタンド	9.519	-103.1604	-7.3686	10
パン店	9.518	-176.5392	-7.3558	8
牛乳店	9.518	-95.4759	-7.3443	7
くつ店	9.511	-66.4965	-7.3885	11
デパート	8.955	-14.8580	-7.4290	12

表中、平均対数尤度とは対数尤度を各業種の店舗数で割ったものであり、この値が大きい業種ほど人口依存性が強い、つまり、人口の多いところに集中して立地していることを示している。仮に、店舗が人口に対して無関係に分布しているならば、平均対数尤度は-7.7832であり、平均対数尤度がこの数字よりも大きければ、人口の多いところに店舗が立地していることになる。

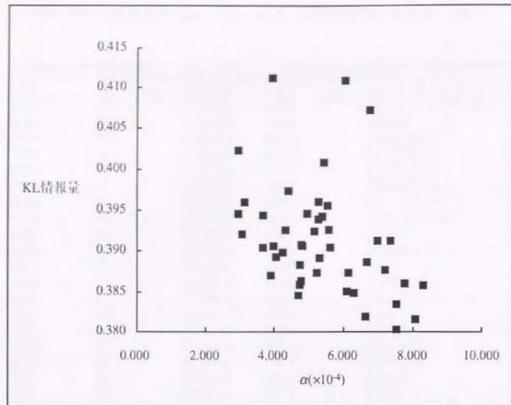
計算結果としては、残念ながら、距離抵抗 $\alpha$ 及び対数尤度 $l(\alpha)$ 共、各業種間での差があまり見られなかった。特に、買回り業種であるブティックの適合度が高いことは奇異に映る。この原因としてはいくつか考えられるが、最も大きな原因は、最尤法が結局局所的な適合を行う方法であるということであろう。最尤法は、店舗の立地地点という、ポイントにおける適合度だけを考えるパラメータ推定の方法である。そのため、ブティックのように集中立地する傾向のある業種については、数カ所の店舗集中地点と人口分布との適合になってしまい、このような結果になったものと考えられる。

## モデル2

モデル2の場合には、結果として距離抵抗 $\alpha$ 及び適合度を示す Kullback-Leibler情報量が計算される。結果は表2.3及び図2.23に示すとおりである。

表2.3 各業種の距離抵抗 $\alpha$ 、Kullback-Leibler情報量及び商圏半径

業種	距離抵抗( $\alpha \times 10^{-4}$ )	K-L情報量	適合度順位	50%商圏(m)
デパート	2.984	0.402207	42	5630
マージャンクラブ	2.996	0.394471	35	5610
金物店	3.090	0.392011	28	5440
生命保険	3.155	0.395945	39	5330
青果物店	3.714	0.390344	21	4520
めがね店	3.722	0.394327	34	4510
自動車販売店	3.932	0.386912	12	4270
プティック	3.961	0.411177	45	4240
スナックバー	4.006	0.390529	23	4190
弁当店	4.075	0.389242	19	4120
中華料理店	4.229	0.389746	20	3970
うどんそば	4.349	0.392491	30	3860
不動産取引	4.413	0.397332	40	3810
ガソリンスタンド	4.697	0.384470	5	3580
くつ店	4.732	0.388228	16	3550
食肉店	4.758	0.385726	8	3530
たばこ店	4.776	0.386258	11	3520
お好み焼	4.783	0.390751	25	3510
喫茶店	4.809	0.390529	23	3490
書店	4.975	0.394550	36	3380
薬局	5.180	0.392348	29	3240
家電販売店	5.255	0.387362	14	3200
洋菓子店	5.281	0.393872	32	3180
餅	5.294	0.395935	38	3170
和菓子店	5.321	0.389107	18	3160
歯科	5.379	0.394138	33	3120
呉服屋	5.420	0.400814	41	3100
鮮魚店	5.546	0.395574	37	3030
美容院	5.581	0.392530	31	3010
米穀産	5.651	0.390433	22	2970
寺院	6.040	0.410862	44	2780
クリーニング店	6.115	0.385019	7	2750
新聞店	6.157	0.387351	13	2730
すし店	6.318	0.384797	6	2660
文房具店	6.646	0.381844	3	2530
コンビニエンスストア	6.685	0.388674	17	2510
小学校	6.745	0.407167	43	2490
レンタルビデオ店	7.009	0.391222	26	2400
パン店	7.242	0.387528	15	2320
幼稚園	7.364	0.391248	27	2280
牛乳店	7.550	0.383246	4	2230
スーパーマーケット	7.559	0.380155	1	2220
食料品店	7.799	0.385891	10	2150
酒店	8.080	0.381436	2	2080
郵便局	8.351	0.385744	9	2010

図2.23 各業種の距離抵抗 $\alpha$ とKullback-Leibler情報量の関係

まず、距離抵抗 $\alpha$ に関する計算結果を見てみよう。値の小さい業種としてはデパートや自動車販売、ブティック及び飲食店全般が挙げられる。距離抵抗が小さいということは、店舗選択の際にあまり距離が重視されないということであり、これらの業種では距離以外の要因、例えば品質や品揃えなどが重視されるものと思われる。また、デパートやブティックなどについては、西宮市から大阪市、神戸市への流出も多く；それらを考慮していないこともこのような結果になった一因であると思われる。青果物店や食肉店、弁当店などで $\alpha$ が小さいのは若干理解し難い。これは、スーパーマーケットなどでも青果物や食肉などの日常必需品を扱っており、それらの業種を別々に扱っているためではないかと考えられる。反対に、距離抵抗 $\alpha$ の大きい業種を見ると、スーパーマーケットやコンビニエンスストア、

レンタルビデオ店といった、比較的新しい形態の業種が目立つ。学校や郵便局などの公共施設についても同様の傾向が見られ、公共施設の配置計画の特徴が伺える。また、酒店は取り上げた業種の中では最も $\alpha$ の大きい店舗であるが、これは酒店の立地には許可が必要であること、互いに100m以内の距離には立地できないことが原因であろう。

適合度については、図2.23を見る限り、 $\alpha$ の大きい業種ほどKullback-Leibler情報量が大きい、つまり適合度が高いという傾向があるが、これは当然の結果であろう。なぜならば、 $\alpha$ が大きいということは、店舗選択において距離が重視されるということであり、そのような場合、店舗は人口分布に敏感になり、人口の多いところに立地しなければ顧客を得ることはできないからである。しかし、計算結果の中には、いくつか例外も存在する。例えば、自動車販売店やガソリンスタンドは、 $\alpha$ が小さいにもかかわらず、人口分布との適合度は高い。これらの業種は通常幹線道路沿いに立地するものであり、人口集中地区と店舗立地地点との間には常にずれが生じる。つまり、マクロ的に見ると人口の多いところに立地、すなわち人口に比例分布しているが、ミクロ的には必ずしもそうとは言えない。このような立地特性が、 $\alpha$ の小ささを生んでいるものと思われる。同様のことが、スナックバーのように、用途地域制によって立地場所を大きく制限される業種にも当てはまるであろう。一方、小学校などは、 $\alpha$ が大きいにもかかわらず、適合度は低い。小学校は基本的に最寄り選択であるが、人口が少ない地域でも必要な施設であり、そのため人口だけでなく面積に対しても比例して分布する傾向を持つ。この立地特性が、このような結果を生んだものと思われる。

商圏半径については、式(2.35)を用いて50%商圏を求めてみる。それぞれの値を見ると、現実に比べて商圏が大きすぎるように思われるが、これは店舗立地要因として人口分布だけを取り上げたことが最大の原因である。従って、他の要因も考慮に

入れれば、商圈半径の値は現実に近づくものと考えられる。

以上の計算によって、各業種の $\alpha$ が推定され、アクセシビリティの形態がこれによって決定される。アクセシビリティと人口分布とが必ずしも一致しないというのは既に述べたとおりであり、これは、場所によって店舗へのアクセシビリティが人口に対して過剰であったり、あるいはその逆の現象が起きていることを示している。そこで次に、アクセシビリティと人口分布の比を考えてみよう。これは、店舗へのアクセシビリティの人口に対する過剰さ、つまり、店舗が人口に対してどの程度過剰に集まっているかを表すものである。そこで、この値を店舗の偏在度と呼び、次の式によって定義する。

$$s(\mathbf{x}) = \frac{a(\mathbf{x})}{f(\mathbf{x})} \quad (2.36)$$

この値が1よりも大きいところでは、人口に対してアクセシビリティが過剰である、つまり、店舗が過剰であり、そうでないところでは店舗が不足しているということになる。実際の計算では、ここでは人口データとしてメッシュデータを用いるため、偏在度は次の式によって計算される。

$$s(\mathbf{x}_i) = \frac{\sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}}{w^2 \sum_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}} \cdot \frac{P_i}{w^2 \sum_j P_j} \quad (2.37)$$

$$= \frac{\sum_j P_j}{P_i} \cdot \frac{\sum_j e^{-\alpha|\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_j|}}{\sum_j \sum_k e^{-\alpha|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_k|}}$$

以下、計算結果を図示する。

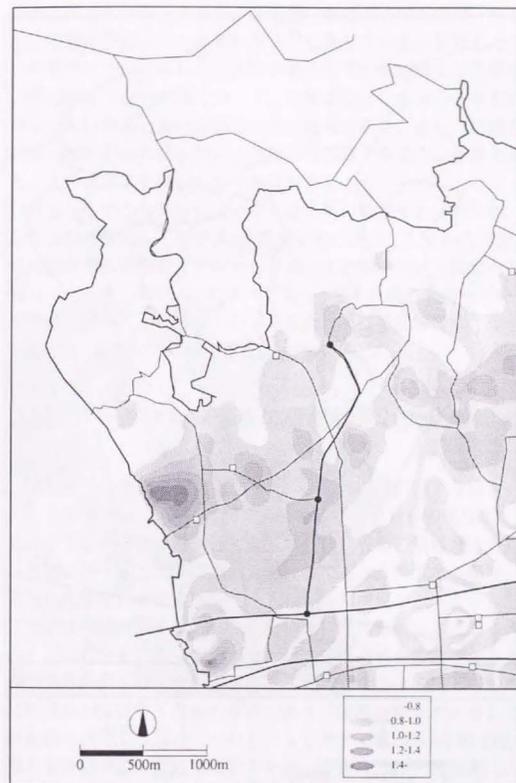


図2.24 コンビニエンスストアの分布と偏在度



図2.25 プティックの分布と偏在度

図では、人口分布との比較を容易にするために、偏在度の逆数を表示している。つまり、色の濃い所ほど人口が過剰、つまり、店舗が不足していることを表している。掲載した二つの業種についてみると、人口の集中している地域及び店舗が近辺に存在しない地域について、店舗が不足していることがわかる。人口の多い地域は団地、集合住宅であり、また、店舗の少ない地域が山の迫っている北部の傾斜地であることを考えると、この結果は妥当なものであると言えよう。

以上、二つのモデルについて実証分析の結果をまとめたが、これらの結果から、モデル1は店舗立地の要因としての人口分布の影響を説明するモデルとして適当ではないという結論が得られた。一方、モデル2については、一定の説明力を持っているモデルであるということが示された。そこで次節では、モデル2についてさらにその有効性を検証する。

### 第5節 買物動向調査の分析結果との比較

以上述べたモデルの推定方法は、人口と店舗に関する位置データだけから、距離抵抗 $\alpha$ や人口分布と店舗分布の適合度を推定するものであった。距離抵抗などは、顧客の店舗選択行動などを分析する上で重要なパラメータであり、通常その値は、買物動向調査におけるアンケートなどから推定する。しかし、ここで述べた方法を用いると、極めて基本的なデータである人口と店舗の分布に関するデータだけからその値を推定することができる。もちろん、ここで提案している手法は人口と店舗の比例関係を分析するためのものであり、距離抵抗を求めることが直接の目的ではない。しかし、もしモデル2における推定結果と買物動向調査の結果に大きな違いがなければ、距離抵抗の値を人口と店舗の座標データから推定することができ、買物動向調査のように多くの時間と費用とをかけたアンケート調査を行う必要性が低くなる。そこで本節では、モデル2における推

定結果と買物動向調査の結果の比較を行い、本分析手法がこのような利用に耐えうるかどうかを検証する。これは言い換えれば、利用する情報量の違いによって、計算結果にどの程度差が現れるか、ということである。

具体的な計算は次のように行う。いま、データとして $M$ 個のメッシュについて、各店舗の顧客がサンプルデータから推定されているものとし、メッシュ $i$ における店舗 $j$ の顧客数を $c_{ij}$ としよう。この顧客数の分布は、前節でも述べたようにアクセシビリティの形状に比例すると考えてよい。但し、顧客数の分布は理論的に考えられるようなアクセシビリティの形状と完全に一致しないことは明らかである。

一方、メッシュ $i$ における店舗 $j$ へのアクセシビリティ $a_{ij}$ は、

$$a_{ij} = \frac{e^{-\alpha|x_i - y_j|}}{\sum_k \sum_l e^{-\alpha|x_k - y_l|}} \quad (2.38)$$

と表される。ここで、 $\alpha$ については、前節と同様に推定する必要がある。推定は、アクセシビリティと顧客分布とができるだけ一致するような $\alpha$ を求めればよい。そのためには、次のように考える。

いま、顧客は $M$ 個のメッシュに散らばって分布している。これは、全顧客を $M$ 個のメッシュに割り当てていくという多項分布モデルの結果とみなすことができる。この場合、顧客数 $c_{ij}$ は度数分布に当たるわけである。顧客分布とアクセシビリティの適合度を対数尤度によって定義することができる。

$$l(\alpha) = \log \frac{(\sum_i \sum_j c_{ij})!}{\prod_i \prod_j c_{ij}!} + \sum_i \sum_j c_{ij} \log \left( \frac{a_{ij}}{\sum_k \sum_l a_{kl}} \right) \quad (2.39)$$

$\alpha$ は、この対数尤度を最大化することによって求められる。

$$\begin{aligned} \max_{\alpha} l(\alpha) &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \log \frac{(\sum_i \sum_j c_{ij})!}{\prod_i \prod_j c_{ij}!} + \sum_i \sum_j c_{ij} \log \left( \frac{a_{ij}}{\sum_k \sum_l a_{kl}} \right) \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \sum_j c_{ij} \log \left( \frac{a_{ij}}{\sum_k \sum_l a_{kl}} \right) \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \sum_j c_{ij} \log \left( \frac{e^{-\alpha|x_i - y_j|}}{\sum_k \sum_l e^{-\alpha|x_k - y_l|}} \right) \\ &\Leftrightarrow \max_{\alpha} \sum_i \sum_j c_{ij} \left\{ -\alpha|x_i - y_j| - \log \left( \sum_k \sum_l e^{-\alpha|x_k - y_l|} \right) \right\} \\ &\Leftrightarrow \min_{\alpha} \alpha \sum_i \sum_j c_{ij} |x_i - y_j| + \sum_i \sum_j c_{ij} \log \left( \sum_k \sum_l e^{-\alpha|x_k - y_l|} \right) \end{aligned} \quad (2.40)$$

ここで、

$$\phi(\alpha) = \alpha \sum_i \sum_j c_{ij} |x_i - y_j| + \sum_i \sum_j c_{ij} \log \left( \sum_k \sum_l e^{-\alpha|x_k - y_l|} \right) \quad (2.41)$$

とおくと、問題は

$$\frac{d\phi(\alpha)}{d\alpha} = 0 \quad (2.42)$$

を解けば良いことになる。即ち、

$$\frac{d\phi(\alpha)}{d\alpha} = \sum_i \sum_j c_{ij} |x_i - y_j| - \sum_i \sum_j c_{ij} \frac{\sum_k \sum_l |x_k - y_l| e^{-\alpha|x_k - y_l|}}{\sum_k \sum_l e^{-\alpha|x_k - y_l|}} = 0 \quad (2.43)$$

である。この式も解析的には解けないので、数値計算によって $\alpha$ を求めることになる。

買物動向調査は、1988年西宮市商工課によって行われたものであり、有効回答数は4269である。アンケートのうち、ここで解析に用いる質問は、次のようなものである。

問 次の101から710の商業施設について、この1年間のご利用状況をお知らせください。

この1年間の買物・利用回数

- 1 利用しない
- 2 年に1回以上
- 3 年に3回以上
- 4 月に1回以上
- 5 週に1回以上
- 6 週に3回以上

(以下、商業施設の一覧)

質問項目は利用頻度を問う形になっており、顧客数を直接調査しているわけではない。そこでここでは、次のように顧客数を計算する。

まず、あるメッシュ*i*についてのみ考える。このメッシュ内に含まれる人口は $P_i$ とし、そのうちアンケートに答えた人を1, ...,

$N_i$ としよう。いま、アンケート回答者*k*が店舗*j*を利用する頻度を $f_{kj}$ と答えていたものとする。 $f_{kj}$ は、例えば年間の利用日数として表すことができる(月に1回の利用ならば、12日)。この場合、メッシュ全体としての店舗*j*の利用頻度は、アンケート回答者*N*人の平均としても差し支えないであろう。すなわち、メッシュ*i*における店舗*j*の利用頻度 $F_{ij}$ は、

$$F_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_k f_{ikj} \quad (2.44)$$

となる。さらに、各メッシュにおける顧客数の比と利用頻度の比とは比例していると考えられるので、メッシュ*i*における店舗*j*の顧客数 $c_{ij}$ は、

$$c_{ij} = P_i \frac{F_{ij}}{\sum_k F_{ik}} \quad (2.45)$$

と計算することができる。

分析の対象とする業種は、市場、商店街、スーパー、生協、電気専門店の5つである。この分類は、西宮市買物動向調査における分類に倣ったものである。

以下、計算結果を掲載する。分析対象地域は、前節と同じ地域に加えて、西宮市南部全域(図2.14データ作成地域)も取り上げている。これは、前者が業種間の $\alpha$ の値に差が明確に表れる地域であるのに対し、後者はあまり差の表れない地域であり、その影響を調べるためである。

表2.4 二つの分析手法による分析結果の比較（市北西部）

業種	人口・店舗の座標値のみ		買物動向調査のデータ	
	距離抵抗 $\alpha(\times 10^{-4})$	KL情報量	距離抵抗 $\alpha(\times 10^{-4})$	平均対数尤度
市場	6.071	0.381357	7.253	-7.051313
商店街	5.198	0.392479	4.541	-7.222556
スーパー	4.428	0.396497	4.601	-7.645893
生協	3.131	0.422890	11.141	-6.616393
電気専門店	3.089	0.393853	-0.470	-5.601059

表2.5 二つの分析手法による分析結果の比較（市南部）

業種	人口・店舗の座標値のみ		買物動向調査のデータ	
	距離抵抗 $\alpha(\times 10^{-4})$	KL情報量	距離抵抗 $\alpha(\times 10^{-4})$	平均対数尤度
市場	1.045	0.412228	3.945	-8.804925
商店街	2.084	0.404070	8.397	-8.739093
スーパー	0.078	0.415452	4.095	-9.300574
生協	8.241	0.385048	10.433	-8.273326
電気専門店	0.864	0.413079	-0.398	-8.327794

表中、人口・店舗の座標値のみという項目は、本論文のモデル2を用いた推定結果である。これらの表を見ると、データとして座標値だけしか用いない場合には、買物動向調査のデータを用いた場合と比べて、距離抵抗 $\alpha$ 及び適合度について業種間の差が表れにくいということが解る。しかし、生協のようにKullback-Leibler情報量が大い、つまり、適合度の高い業種については、方法間の結果の違いはあまり見られない、人口分布と店舗分布の適合度が高いということは、人口分布が店舗の主たる立地要因であるということであり、座標値だけでも立地要因の大部分を説明することが可能である。つまり、このような業種については、距離抵抗を推定する場合、買物動向調査のように費用のかかる大規模調査を行う必要性は低く、従って調査に投ずる費用が大幅に削減される。あるいは、買物動向調査を行う前に、本方法を適用することによって、買物動向調査を行う必要のある業種とそうでないものとを区別することも可能である。

## 第6節 結論と今後の課題

実証分析の結果、ここで提案した二つのモデルについて、モデル1はあまり有効な分析手法ではないが、モデル2は一定の説明力を持ったモデルであるということが示された。つまり、モデル2を用いると、人口と店舗の座標データだけから距離抵抗や人口分布と店舗分布の適合度、商圈、店舗の偏在度などを推定することが可能であるということである。また、条件によってはこの分析手法を用いて距離抵抗を買物動向調査と同等の精度で推定することが可能になる。

以上の事柄を都市計画的観点から考えてみよう。モデル2を用いると、人口分布と店舗分布の適合度や地域的な偏在性などを推定できる。前者は各業種の立地特性を表すものであり、従って、商業施設計画において人口分布を定量的に考慮した店舗立地計画を立てることが可能になる。また、店舗密度の不足している地域が分かれば、用途規制の緩和や容積率の増加などによって店舗の出店を促し、利用者の利便性を高めることができる。

今後、さらにこのモデルを拡張し、その説明力を高めるには、次のような展開が考えられる。

まず、本論文では店舗の魅力を規定する要因として、店舗と消費者との距離だけを考えたが、現実には店舗の魅力はもっと多くの要因によって規定される。しかし、本論文の手法にそれらの要因を組み込むことは難しくはない。例えば、店舗*i*の魅力を規定する要因として、店舗の床面積 $S_i$ を考えよう。この場合には、アクセシビリティ $A_i(x)$ を

$$A_i(x) = e^{-\alpha|x-y_i| + \beta S_i} \quad (2.46)$$

と定義すればよい。考慮する要因が増えると、それに伴って推定すべきパラメータが増えるが、適合などの計算は本論文で述

べた場合とはほぼ同様に行うことができる。このように、本論文の方法は、必要に応じて考慮する要因を増やすことが可能である。

また、ガソリンスタンドや自動車販売店のように、店舗の位置と人口集中地区とが若干ずれている場合には、アクセシビリティが店舗の位置よりも周辺部で高くなるように設定すれば良い。具体的には、例えば $A_i(x)$ を

$$A_i(x) = e^{-\alpha|x-y_i|^2 + \beta|x-y_j|} \quad (2.47)$$

とすることが考えられる。

今回の実証分析では、駅及び団地・集合住宅等の人口集中地区の存在が、計算の不安定さをもたらしていた。つまり、店舗は人口が多い地域だけでなく、駅や幹線道路の周辺にも立地するため、人口分布だけを考えたのでは店舗の立地を完全には説明できなかったということである。逆に、団地などでは店舗の立地が難しいところも多く、それらの地域では人口が多いにも関わらず、店舗が少なかった。こうした点を説明するためのモデルについては、今後さらに研究を進めたいと思う。

## 参考文献

- [1] Applebaum, W. (1966): "Methods for Determining Store Trade Areas, Market Penetration, and Potential Sales," *Journal of Marketing Research*, **3**, 127-141.
- [2] Bacon, B. W. (1971): "An Approach to the Theory of Consumer Shopping Behaviour," *Urban Studies*, **8**, 55-64.
- [3] Bade, F. J. (1983): "Locational Behaviour and the Mobility of Firms in West Germany," *Urban Studies*, **20**, 279-298.
- [4] Baker, R. G. V. (1985): "A Dynamic Model of Spatial Behavior to a Planned Suburban Shopping Center," *Geographical Analysis*,

- [5] Barlett, M. S. (1975): *The Statistical Analysis of Spatial Pattern*. London: Chapman and Hall.
- [6] Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman (1985): *Discrete Choice Analysis*. The MIT Press.
- [7] Berry B. J. L. (1959): "Ribbon Developments in the Urban Business Pattern," *Annals of the Association of American Geographers*, **49**, 145-155.
- [8] Bucklin, (1967): *Research Program in Marketing*. Graduate School of Business Administration, University of California, Berkeley.
- [9] Clark, P. J. and F. C. Evans (1954): "Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationship in Population," *Ecology*, **35**, 445-453.
- [10] Collins, A. (1989): "Store Location Planning: Its Role in Marketing Strategy," *Environment and Planning A*, **21**, 625-628.
- [11] Converse, P. D. (1949): "New Laws of Retail Gravitation," *Journal of Marketing*, **14**, 379-384.
- [12] Cressie, N. (1991): *Statistics for Spatial Data*. New York: John Wiley.
- [13] Diggle, P. J. (1983): *Statistical Analysis of Spatial Point Patterns*. New York: Academic Press.
- [14] Donthu, N. and R. T. Rust (1989): "Estimating Geographic Customer Densities Using Kernel Density Estimation," *Marketing Science*, **8**, 191-203.
- [15] Hanjoul, P., H. Beguin and J. C. Thill (1989): "Advances in the Theory of Market Areas," *Geographical Analysis*, **21**, 185-196.
- [16] Hotelling, H. (1929): "Stability in Competition," *Economic Journal*, **39**, 41-57.
- [17] Huff, D. L. (1963): "Defining and Estimating a Trade Area," *Journal of Marketing*, **28**, 34-38.

- [18] Ingene, C. A. (1984): "Temporal Influence upon Spatial Shopping Behavior of Consumers," *Papers of the Regional Science Association*, **54**, 71-87.
- [19] King, L. J. (1969): *Statistical Analysis in Geography*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- [20] Krantz, D. H., R. D. Luce, P. Suppes and A. Tversky (1971): *Foundations of Measurement, vol. I*. New York: Academic Press.
- [21] Lee, Y. (1979): "A Nearest-neighbor Spatial-association Measure for the Analysis of Firm Interdependence," *Environment and Planning A*, **11**, 169-176.
- [22] Okabe, A. and F. Miki (1984): "A Conditional Nearest-neighbor Spatial-association Measure for the Analysis of Conditional Locational Interdependence," *Environment and Planning A*, **16**, 163-171.
- [23] Okabe, A., Y. Asami and F. Miki (1985): "Statistical Analysis of the Spatial Association of Convenience-goods Stores by Use of a Random Clumping Model," *Journal of Regional Science*, **25**, 11-28.
- [24] Okabe, A. and Y. Sadahiro (1994): "A Statistical Method for Analyzing the Spatial Relationship between the Distribution of Activity Points and the Distribution of Activity Continuously Distributed over a Region," *Geographical Analysis*, **26**, forthcoming.
- [25] O'Kelly, M. E. and H. J. Miller (1989): "A Synthesis of Some Market Area Delimitation Models," *Growth and Change*, **20**, 14-33.
- [26] Pielou, E. C. (1977): *Mathematical Ecology*. New York: John Wiley.
- [27] Reilly, W. J. (1931): *The Law of Retail Gravitation*. New York: The Knickerbocker Press.
- [28] Ripley, B. D. (1981): *Spatial Statistics*. New York: John Wiley.

- [29] Rogers, A. (1974): *Statistical Analysis of Spatial Dispersion*. London: Pion.
- [30] Rothchild, R. (1979): "The Effect of Sequential Entry on Choice of Location," *European Economic Review*, **12**, 227-241.
- [31] Rust, R. T. and J. A. N. Brown (1986): "Estimation and Comparison of Market Area Densities," *Journal of Retailing*, **62**, 410-430.
- [32] Schiller, R. (1980): "A Model of Retail Branch Distribution," *Regional Studies*, **15**, 15-22.
- [33] Upton, G. and B. Fingleton (1985): *Spatial Data Analysis with Example*. Chichester: John Wiley.
- [34] 貞広幸雄 (1992): 「都市人口分布と店舗分布の比例関係についての考察」, *日本建築学会計画系論文報告集*, **432**, 99-104.
- [35] 三木富士夫 (1980): 「低ランク財を扱う小売店の空間分布について」, *都市計画学会学術研究論文集*, **15**, 157-162.
- [36] 三木富士夫 (1981): 「小売店の立地と道路との空間的關係」, *都市計画学会学術研究論文集*, **16**, 7-12.
- [37] 三木富士夫 (1983): 「生活必需品を扱う小売店の分布と人口分布との関連について」, *都市計画学会学術研究論文集*, **18**, 19-24.

## 第3章 規模からみた商業集積の空間階層構造に関する分析

### 第1節 研究の目的

商業施設の立地を行う場合、考慮しなければならない大きな要因の一つに、商業集積の空間的な階層性がある。商業施設は、相互に影響を及ぼし合いながら様々な過程を経て立地し、商業集積を形成する。この結果、各商業集積は、中心地理論において示唆されているような、ある一定の空間的な階層性を保ちながら分布しているように見える。店舗立地を行う際、このような空間階層構造やその形成過程を考慮し、適切な規模と位置を選定しなければ、十分な顧客を得ることができないなどの問題を引き起こす恐れがある。そのため、店舗立地計画においては、商業集積の空間階層構造を記述し、その形成要因を推定することは重要な問題の一つであると言える。

商業集積の階層構造を記述する場合、各集積の利用頻度や取り扱い品目などによって説明することが多く、空間的階層性はそれほど重視されない。しかし、現実の階層構造は、人口分布や鉄道、道路などのネットワーク、消費者の所得階層の違いなど、空間的要素を含む多くの要因によって形成されている。とは言え、それらの要因を一つのモデルによって説明するのは容易ではない。

そこで本論文では、商業集積に関する基本的な階層構造である、規模の空間階層構造に焦点を当てる。特に、空間階層構造を記述し、理論的な階層構造と比較することによって、階層構造の形成要因を推定しようと試みる。

まず3節では、商業集積の空間階層構造を記述するための手法を提案する。空間階層構造は、直観的にわかりやすく、また

構造の記述も容易であると思われるツリーグラフを用いて記述する。次に4節で、このツリーグラフの構造特性を表わすいくつかの指標を導入する。指標については、空間階層構造の特性をよく表わすと思われるものをいくつか選ぶ。さらに5節では、階層構造が形成される要因がない場合の構造（定義については後述するが、ここではランダムな空間階層構造と呼んでおく）について、これらの指標がどのような値をとるのかを調べる。6節では、現実の空間階層構造の特性値とランダム及び理論的な空間階層構造の特性値を比較することによって、現実の空間階層構造の構成要因を推定する。

## 第2節 既存研究のレビュー

都市に関する空間階層構造に関する既往の研究として代表的なものに、Christaller (1933)の中心地理論がある。これは、都市の空間階層構造を、その都市の提供する機能の種類と圏域によって記述したものであり、その後Lösch (1940)らによって経済学的な説明が加えられた。また、競争立地問題の観点から中心地理論を説明しようとするものとしてEaton and Lipsey (1982)やFujita et al. (1988)など、Location-Allocation問題の観点からはKohsaka (1983)があり、中心地理論が理論的研究で取り上げられる機会は多い。さらには、消費者の店舗選択行動などの側面からも、いくつかの研究がなされてきている。

中心地理論の一つの特徴は、モデルの構造が明快な点である。これが、中心地理論が多く理論的研究で取り上げられてきている大きな理由であるが、この特徴のために現実に適用することが難しいという問題も抱えていた。この問題を解決するために、Tobler (1963)やRushton (1972)、Sugiura (1991)などでは、地図変換という手法を用い、中心地理論に基づくモデルを現実に適用しようと試みている。これは、現実の空間階層構造を、理論的なモデルが現実の人口分布によって歪められたもの

であると考え、現実の階層構造を人口分布に応じて歪め直すことによって、背後にある理論的な階層構造を見出そうとするものである。

以上のように、空間階層構造に関する既往の研究では、中心地理論をどのように説明するか、あるいは、現実の空間階層構造を記述しようとする場合には、それを中心地理論に基づくモデルと比較することが多い。現実とモデルとを比べることによって、現実がどのようなモデルに近いのか、また、地形や人口分布などといった要因が階層構造にどのように影響しているのか、といった議論が行われる。しかしこの場合、施設分布は空間階層構造を持っているということが暗黙のうちに前提とされている。そのため、階層性を持たない施設についても階層性を見出してしまいう危険性もないとは言えない。例えば、本来全く階層性を持たない施設が、人口分布の不均一性のために、その規模や分布密度が地域によって異なり、その結果あたかも空間的な階層構造を持っているように見えるということも十分起こり得る。

このような問題を避けるため、本論文では、現実の空間階層構造を、階層構造が形成される要因がない場合の構造と比較する。このような比較によって、現実の空間階層構造を客観的に記述し、形成される要因を推定することができるものと考えられる。

## 第3節 空間階層構造の記述手法

商業集積は、一般に空間階層構造を持っていると言われている。しかし、単に空間階層構造と言っても、その捉え方は場合によって異なる。そこで本節では、まず始めに一般的な施設に関する空間階層構造の捉え方をいくつか例示し、それらを商業集積に当てはめることによって、本論文における階層性の定義を説明する。

空間階層構造の最も一般的な捉え方は、施設利用圏の包含関係による方法であろう。例えば、デパートとスーパーマーケットを考えてみよう。デパートは通常、スーパーマーケットと比べると利用圏が広く、デパートの利用圏はいくつかのスーパーマーケットの利用圏を含むことが多い。これは例えば、図3.1のような場合である。

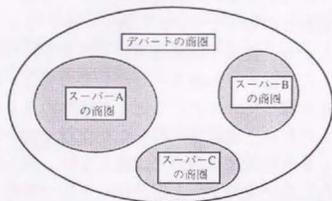


図3.1 デパートとスーパーマーケットの利用圏

この場合、デパートとスーパーマーケットA, B, Cの間に空間階層構造を見出すことができる。記述の方法は様々であるが、例えば「デパートはスーパーマーケットA, B, Cの上位にある」「スーパーマーケットA, B, Cはデパートに従属している」という具合に言葉で表現することもできるし、また、図3.2のようにツリーグラフとして表わすこともできよう。

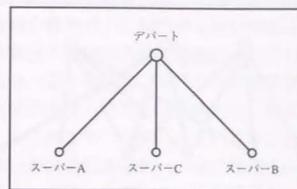


図3.2 空間階層構造のツリーグラフによる表現

もちろん、デパートとスーパーマーケットの商圏は、通常、図3.1のように明確な包含関係にあるわけではなく、さらに複雑に入り組んでいる場合の方が多い(図3.3)。

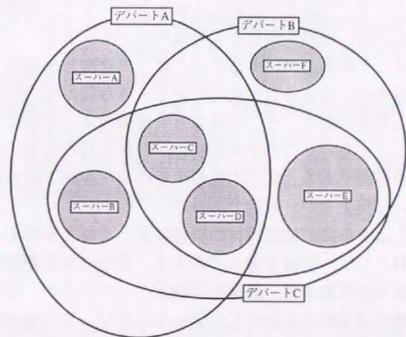


図3.3 デパートとスーパーマーケットの利用圏

このような場合、ツリーグラフも複雑になり、場合によっては非平面グラフになる(図3.4)。

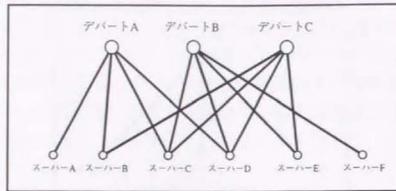


図3.4 空間階層構造のツリーグラフによる表現

もちろん、スーパーマーケットの商圏が一部分だけデパートの商圏に含まれることもあり、このような場合、階層構造は一層複雑に捉えられることになる。

階層性の別の捉え方としては、施設の規模によるものがある。例として、コンサートホールを考えてみよう。東京のような大都市には、収容人員数万人規模のコンサートホールがいくつもあり、その周辺の区や市には、数千人程度しか収容できない中規模のホールが多数存在している。さらに、市内にはいくつかの公民館があり、そこには数百人規模のホールが併設されていることが多い。このような場合、収容人員の大きいホールが上位の施設であり、収容人員の少ないホールが下位の施設であるという捉え方が一般的であろう。

階層性はさらに、施設の持つ機能によって捉えられることもある。例として、書籍を考えてみよう。都心の大型書店では、文庫本から専門書まで、豊富な品揃えをしているが、周辺の小規模店舗では文庫本と雑誌しか置いていない。この場合には、扱う書籍の種類が多い書店が上位の施設であり、種類の少ない書店がその下位の施設であると捉えられることになるであろう。

以上のように、一般的に言われている空間階層構造の定義は多様であり、一義的に決定することは難しい。また、施設の利

用圏や機能、利用者の利用傾向などを詳細に調査するにはかなりの費用と時間がかかり、実際的には極めて困難である。

次に、商業集積の持つ空間階層構造について考えてみよう。商業集積の場合、個々の施設における空間階層構造とは異なり、集積の規模が集積の利用圏や業務内容、利用者の利用頻度を概ね説明する。つまり、規模の大きい集積は利用圏が広く、扱う機能も多いが利用頻度は低い。逆に規模の小さい集積は、利用圏は狭く扱う機能は少ないが、利用頻度は高いという具合である。もちろん、商業集積の空間階層構造が規模によって完全に表現できるわけではないが、規模は集積の階層性を最もよく代表する指標として妥当であろう。また、空間階層構造を規模という点から見ることによって、商業集積の利用圏や機能などを詳細に調査する必要もなくなり、従って分析手法の適用可能性が拡大することになる。

商業集積の従属関係については、地理的な位置関係から受ける影響が大きく、一般的には従属関係は地理的に近い集積間に見られる。従って、商業集積に関する地理的な情報から、従属関係を推定することが可能である。

以上の議論をふまえ、本論文では商業集積の空間階層構造について、以下の二つのモデルを用いて定義する。これらのモデルは、それぞれ特徴を持っており、対象とする商業集積の特性に応じて使い分けられるべきである。

## モデル1

商業集積の階層構造は、集積間の上下関係、隣接関係及び従属関係によって定義される。モデル1では、隣接性を捉えるための代表的な方法である、ドローネ三角網を利用する。

まずは、商業集積の上下関係を定義しておこう。ここでは、前述の例のように集積の利用圏や機能について階層性が見出されると考えられるものを対象とする。この場合、前述したよう

に商業集積の上下関係はその規模によって代表できることが多い。そこでここでは、商業集積の上下関係を次のように定義する。なお、以下の説明では全て図3.5の商業集積を例として取り上げる。

- 1) 全集積について、店舗数等によって順位を付ける（図3.5～3.6）。
- 2) 商業集積の上下関係は、集積の順位によって定める。即ち、相対的に順位の高い集積は上位集積、順位の高い集積は下位集積と呼ぶ。

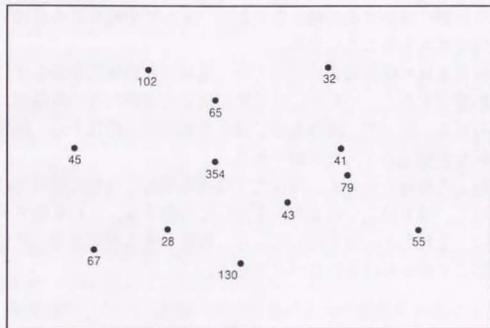


図3.5 商業集積の分布と規模（数字は店舗数）

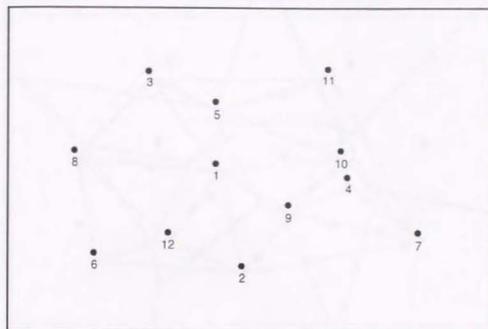


図3.6 商業集積の順位（数字の小さいものほど順位が高い）

この場合、商業集積の規模がわずかに違うだけで、順位が大きく異なってしまうということも有り得る。このことが不都合な場合には、ある基準値を予め決めておき、規模が基準値以上に異なる場合にのみ、順位を変えるなどの方法をとればよい。

商業集積の隣接関係については、ドローネ三角網を用いた定義を行う。ドローネ三角網とは、ボロノイダイアグラムの双対グラフに相当するグラフであり、それは次のような順序に従ってつくられる。

- 1) 各集積の重心を母点とするボロノイダイアグラムを作成する（図3.7）。
- 2) 辺を共有している母点同士を結ぶ（図3.8）。
- 3) 2)によってできるグラフがドローネ三角網である（図3.9）

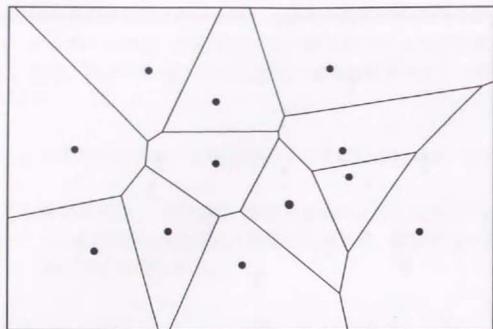


図3.7 商業集積の重心を母点とするボロノイダイアグラム

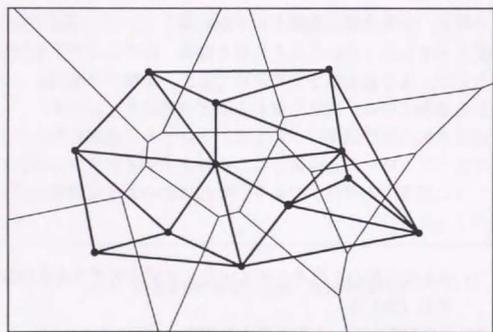


図3.8 ドローネ三角網の作成

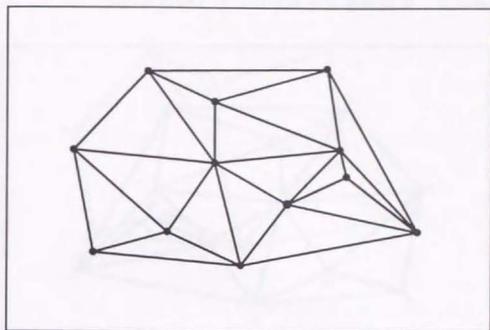


図3.9 ドローネ三角網

ボロノイダイアグラムとは、平面上にいくつかの点が分布しているときに、平面を最寄りの点に割り当てることによって分割したものである。ボロノイダイアグラムでは、空間的に隣接している集積は辺を共有しており、従ってドローネ三角網は集積の隣接関係を表すグラフであると言うことができる。

最後に、隣接する商業集積の従属関係を考える。この問題については、いくつかの考え方があり、最も単純な上下関係の定義は、隣接する全ての集積の対について、順位が低い集積が順位の高い集積に従属するとするものである。この定義の場合、一つの集積は通常複数の集積に従属することになる(図3.10参照。矢印は従属関係を示すものであり、始点が下位、終点が上位の集積を示す)。しかし、例えば一つの商業集積が従属する上位集積の数を予め決めておき(仮に $T$ としておく)、隣接する上位集積のうち距離の近いものから $T$ だけ選び、従属関係を定義することも可能である(図3.11, 3.12)。あるいは、隣接する上位集積のうち、最も順位の高いものに従属するという定義も有り得る(図3.13)。さらには、一定距離内にあるものに

のみ限り、従属関係を定義するという場合もある。

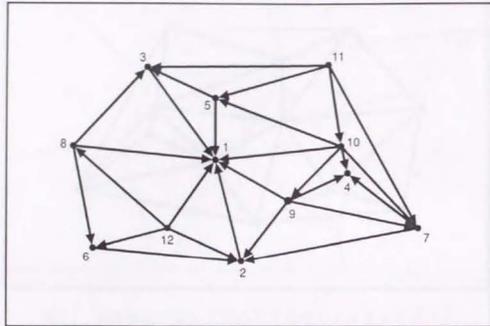


図3.10 商業集積の従属関係（隣接する全ての上位集積に従属）

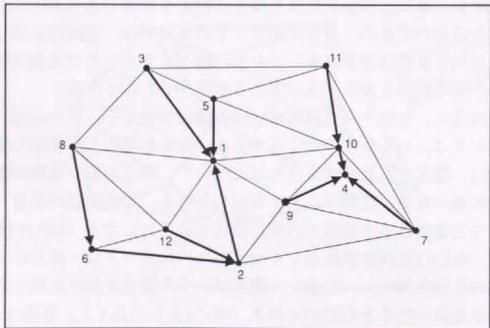


図3.11 商業集積の従属関係（最近隣の集積に従属， $T=1$ ）

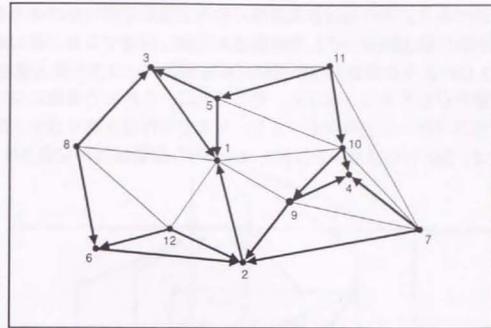


図3.12 商業集積の従属関係（最近隣の集積に従属， $T=2$ ）

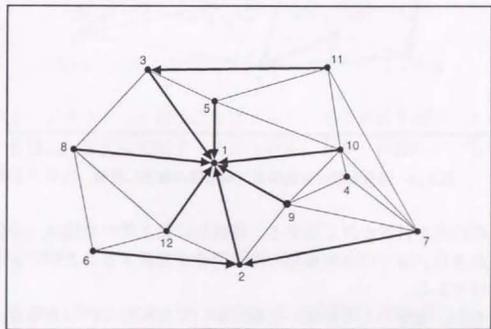


図3.13 商業集積の従属関係（最上位の集積に従属）

このように、従属関係は様々な方法によって定義することが

可能であり、それらは商業集積の特性に応じて使い分けるべきである。以上のように、階層構造を定義し記述すると、図3.10~3.13のような場合、どの集積にも属さない、つまり最上位の集積が存在することになる。そこで次に、これらの集積について再びドローネ三角網をつくり、今までの作業を繰り返す。例えば、図3.11の場合、次は図3.14のような階層構造が定義される。

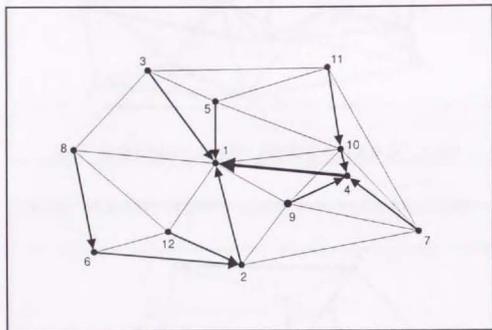


図3.14 商業集積の従属関係（最近隣の集積に従属、 $T=1$ ）

この作業を何度か繰り返すと、最終的に最上位の集積は一つに集約され、全ての商業集積の階層構造を定義することができるわけである。

なお、集積の上下関係の定義において同順位を許した場合、どの集積にも属さず、順位も高くないという集積（孤立点とここでは呼んでおく）が現れる可能性がある。このような場合には、順位を別の基準によって定義し直すか、全体の従属関係を孤立点を除いて構成し、孤立点は隣接する同順位の集積と同一のものとして扱うといった処理が必要である。

商業集積の階層構造は、ツリーグラフとして表現すると直感的にも理解しやすい。例えば、図3.11と3.14の定義による階層構造をツリーグラフで表してみよう（図3.15）。

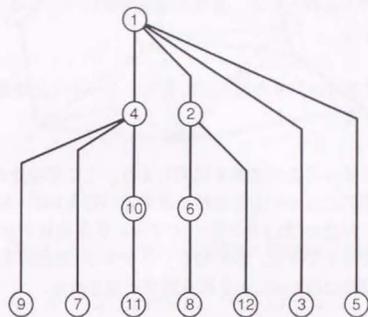


図3.15 商業集積の階層構造のツリーグラフによる表現

ツリーグラフとして表すことによって、その特徴を指標によって表現し、相互に比較することも容易になる（詳細については後述する）。

## モデル2

モデル1では、ドローネ三角網による階層構造の定義を示したが、ドローネ三角網についてはその特性がよく知られており、構成される階層構造についてもその特性が解析的に明らかになる可能性がある。しかし現時点では、この方法は何回かドローネ三角網を構成しないと全体の階層構造が定義されないこと、計算がその分複雑になるという問題点がある。そこでモデ

モデル2では、ドローネ三角網による方法に近い階層構造が定義され、しかも簡便な方法を提案する。

モデル2でも、商業集積の上下関係はモデル1と同様に定義される。即ち、集積の上下関係は、その規模によってつけられた順位に基づくものとする。集積の隣接関係については、次のように定義する。

- 1) 下位集積は、その最近隣にあるいくつかの上位集積に従属する。

実際の例に沿ってこの定義を説明しよう。ここではそれぞれの集積が最近隣のひとつの上位集積に属する（即ち $T=1$ ）ものとする。いま、前述の図3.5及び図3.6のように商業集積が分布している場合を考えてみる。この場合、モデル2の定義によれば、空間階層構造は図3.16に示される形で定義される。

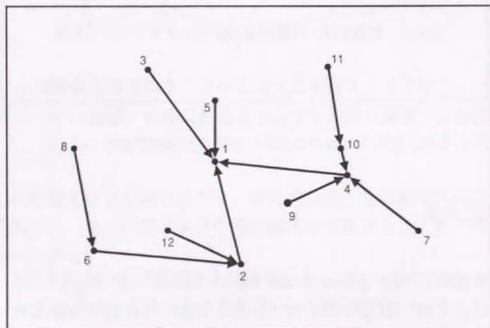


図3.16 モデル2における商業集積の従属関係 ( $T=1$ )

ここで例えば $T=2$ とすると、図3.17のような階層構造になる。

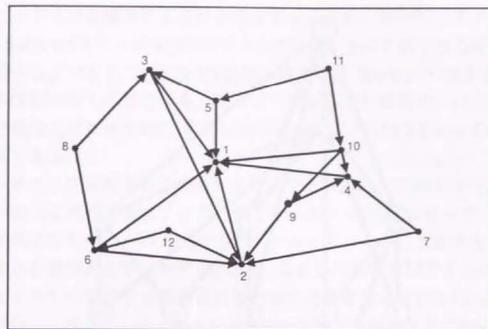


図3.17 モデル2における商業集積の従属関係 ( $T=2$ )

次に、モデル1の場合と同様に、ツリーグラフによる表現を行う。 $T=1$ 及び $T=2$ の場合のツリーグラフは、それぞれ図3.18、3.19のようになる。

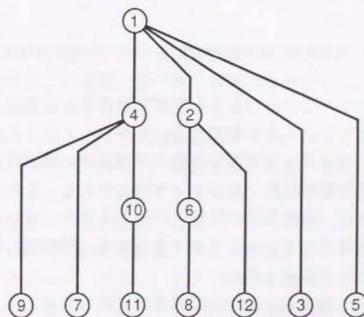


図3.18 商業集積の階層構造のツリーグラフによる表現 ( $T=1$ )

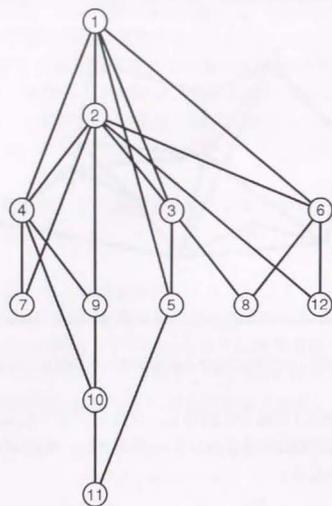


図3.19 商業集積の階層構造のツリーグラフによる表現 (T=2)

以上の二つのモデルのような空間階層構造の定義は、現実を若干簡略化して捉えるものである。しかし、このような簡略化によって、ランダムな空間階層構造や理論的に導かれる空間階層構造との比較が容易になるという利点がある。また、この定義を用いれば、商業集積の位置と順位さえ分かれば、その空間階層構造を考えることができるため、解析の応用範囲が広くなるという利点もある。

次に、二つのモデルについて簡単に比較しておこう。これらのモデルは、集積間の上下関係の捉え方は同じであり、隣接関係についてもほとんど同じ考え方をとっている。しかし、ツ

リーグラフを構築する過程が若干異なるため、結果的にモデル2を用いたツリーグラフはモデル1の場合と比べて長くなる傾向がある。つまり、モデル2の方が、商業集積の階層的分類をより詳細に行うことになる。従って、階層構造を概観的に捉えたい場合にはモデル1を、詳細に扱う場合にはモデル2を用いるべきである。

また、計算効率の点から言えば、モデル2はモデル1よりも2つの点において優れている。第一に、モデル1ではツリーグラフ構築のためにポロノイダイアグラムとドロネー三角網を作成する必要があるが、モデル2では、最近隣の集積を探索するだけでツリーグラフが構築されるため、計算時間がモデル1よりも短い。第二に、モデル1ではツリーグラフを得るまでに何回かポロノイダイアグラムを作成する必要があるのに対し、モデル2では一回の計算でツリーグラフ全体を得ることができる。従って、計算効率を重視する場合には、モデル2を採用すべきであろう。

#### 第4節 空間階層構造記述のための指標

前節では、本論文における空間階層構造の定義について述べた。本節ではこの定義に基づき、空間階層構造を記述するための指標を提案する。

既に述べたように、空間階層構造はツリーグラフとして捉えると理解しやすい。そこで、本論文では以後、空間階層構造をツリーグラフによって表現するものとし、ツリーグラフの特性を示す指標をいくつか提案する。

グラフの特性を示す指標は、グラフ理論において既にいくつか提案されている。例えば、グラフの結合度を示す $\alpha, \beta, \gamma$ 指標、近接度を示す直径やケーニッヒ指数、最短路行列などがある。これらの指標のうち、結合度を示すものはツリーグラフについては全て同じ値をとるため、ここでの指標としては適当ではな

い。また、グラフの近接度を示す指標は、ツリーグラフの場合、その大きさを示すことになるが、対象がツリーグラフに限られる場合には、より直感的な指標の方が、グラフの形状の理解に適していると思われる。そこでここでは、ツリーグラフの形状特性を表わすのに特に適していると思われる指標をいくつか新たに提案する。なお、以下の説明では商業集積をノード、従属関係を示す枝をリンク、最上位のノードから最下位のノードへのリンクの連なりをパスと呼ぶ。

### (1) ツリー長

グラフ論では、グラフの大きさは直径や半径によって表すことが多い。しかし、ここで扱うツリーグラフは方向性を持ったグラフであるので、さらに限定された指標の方が有効であると思われる。そこで、ここではまずツリー長という指標を提案する。ツリー長とは、パスの長さをグラフ理論における長さ、つまり、リンクの数によって表したものである。ツリー長については、各パスのツリー長の平均値、最長パスのツリー長及び全てのパスのツリー長の分散をツリーグラフの特性を表す指標として用いる(図3.20)。

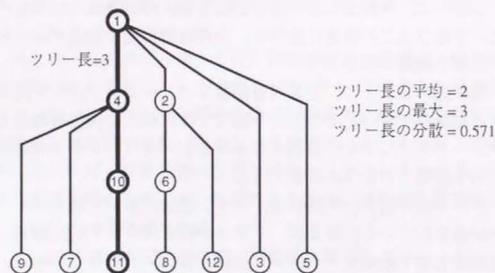


図3.20 ツリー長

ツリー長が大きいということは、最下位の集積と最上位の集積の間に位置する集積がいくつもあるということである。これは、集積の規模という点で見れば、様々な規模の集積が段階的に密に配置されているということであり、機能的に見れば、集積によって機能の充足度が様々に異なっているということを示している。また、ツリー長の分散はツリー長の空間的なばらつきを表す指標であり、地域ごとの集積規模段階の粗密がこの指標から理解できる。

### (2) ツリー幅

ツリー長は、ツリーの縦方向の大きさを示す指標であったが、ツリー幅は横方向の大きさを示す指標である。具体的には、ツリー幅は最下位のノードの数であり(図3.21)、ツリーの広がりを表す。

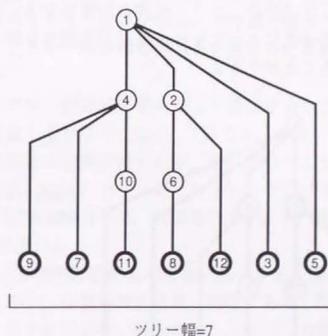


図3.21 ツリー幅

ツリー幅は、規模の小さい集積の数を表す指標である。集積

の階層構造が段階によらず相似形になっている場合には、ツリー幅の小さい階層構造はツリー長が大きい、つまり、様々な規模の集積が段階的に密に配置されているということになる。

### (3) 分岐比

分岐比とは、一つのノードから分かれる（従属関係にある）ノード（リンク）の数である（図3.22）。従って、分岐比は最下位ではない全てのノードについて、定めることができる。分岐比の平均とは、最下位ではない全てのノードにおける分岐比の平均値であり、Christallerのモデルでは6とされている。この値は、全ノード数とツリー幅の関数として表すことができるが、空間階層構造の直感的な理解を助けられると思われるので、指標として取り上げておく。

分岐比については、分散もまた指標となる。分岐比の分散は、ノードごとに分岐比がどの程度ばらついているかを表すものである。これは即ち、ツリー構造の均質性を示す指標であり、分岐比の分散によってツリー構造が規則性を持っているかどうかをみることができる。

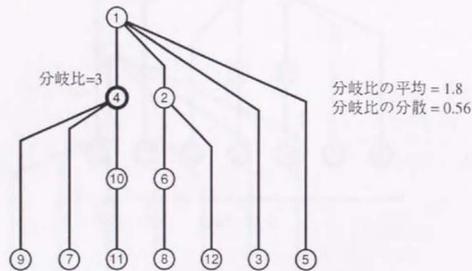


図3.22 分岐比

分岐比は、一つの集積にいくつの下位集積が属しているかを表す指標である。全集積数が一定の場合には、ツリー長が大きくなれば分岐比は小さくなり、ツリー幅も小さくなる。分岐比の分散は、地域的な階層構造の違いを示すものであり、分散が大きいほど、地域によって階層構造が異なるということになる。

## 第5節 ランダムな空間階層構造における指標値

前節では、空間階層構造を表すためのいくつかの指標を示した。これらの指標の意味については既に述べたとおりであるが、現実の空間階層構造がどのような要因によって形成されているのかを推定するには、空間階層構造をなす要因がない場合の指標値を知っておく必要がある。その値と現実の場合の値とを比較することで、空間階層構造を形成している要因が推定できる。

まずここでは、空間階層構造をなす要因がない場合の空間階層構造を定義しておこう。なお、3節では二つのモデルによって空間階層構造の定義を行ったが、既に述べたようにモデル1は計算が複雑になり、シミュレーションなどには適当ではない。そこで以下の議論では、結果的にモデル1とほぼ同等であるモデル2を用いる。

3節における空間階層構造の定義に基づくと、空間階層構造を決定するのは、商業集積の位置と順位である。従って、空間階層構造をなす要因がない場合とは、この二つの要因がランダムである場合と考えることができるであろう。そこでここでは、ランダムな空間階層構造を次のように構成するものとする。

- 1) まず、平面上に全ての商業集積をランダムに分布させる (図3.23)。
- 2) それぞれの集積について、順位をランダムに割り当てる (図3.24)。
- 3) モデル2の定義に基づき、空間階層構造を構成する (図3.25, 3.26)。

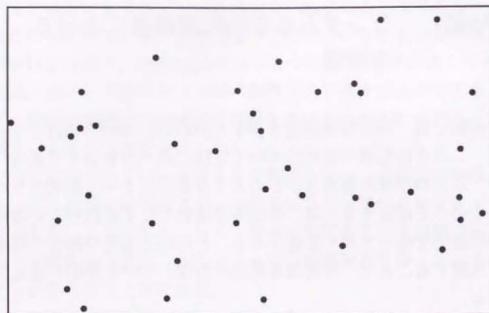


図3.23 ランダムに配置された商業集積

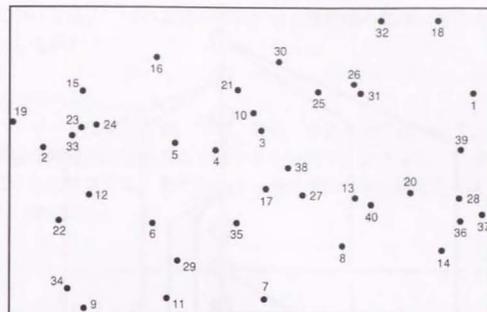


図3.24 ランダムに割り当てられた順位

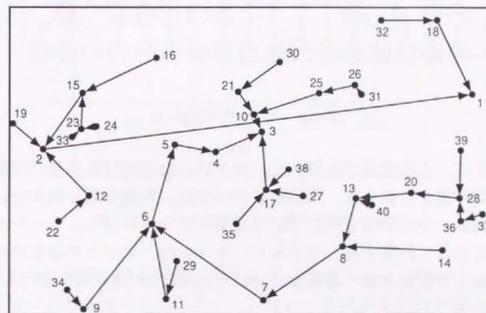
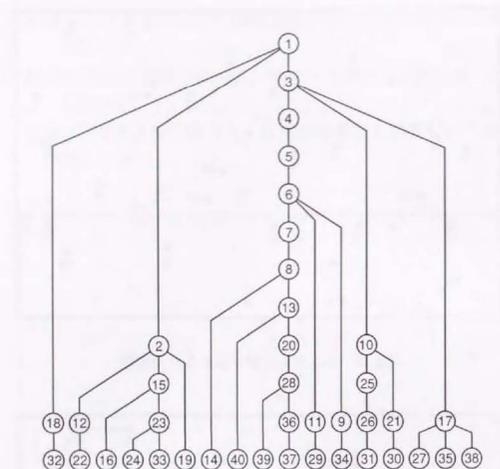


図3.25 商業集積の従属関係(T=1)

図3.26 ツリーグラフ( $T=1$ )

次に、上の定義に基づいて、ランダムな空間階層構造の指標の期待値を計算する。指標値については、可能な限り解析的に算出し、不可能なものについてはモンテカルロシミュレーションによって計算する。シミュレーションは、ノードの数を10~1000まで変化させ、各場合について10000回の繰り返しを行っている。

なお、以下の議論では、一つの下位集積が従属する上位集積の数 $T$ については、1, 2, 3の場合を考える。これらの $T$ の値は、それぞれChristallerの中心地システムにおける $k=7, 4, 3$ の場合に相当している。もちろん、現実の空間階層構造では、各集積が従属する上位集積の数は集積ごとにそれぞれ異なるはずである。しかし、ここでは説明を明解するために、同種の集積

については、一つの集積が従属する上位集積の数は一定であるとしておく。

### (1) ツリー長

ツリー長については、平均、最大、分散の全てについて、期待値を解析的に求めることはできないので、シミュレーションによって計算する。まずはツリー長の平均の期待値を見てみよう(図3.27)。

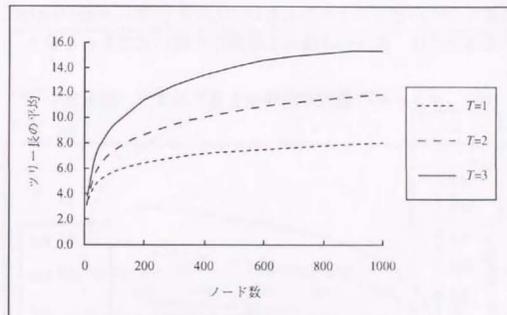


図3.27 ノード数とツリー長の平均の期待値

これらの図は、対数曲線に近いように思われる。これは、このように理解することができよう。今、ツリーがその形を保ちながら相似的に大きくなる、つまり、等比級数的にノード数が多くなる場合を考えてみよう。このとき、ツリー長が $l$ 大きくなると、ノード数はほぼ $T$ 倍になる。これは逆に考えれば、ツリー長はノード数の対数に比例して増加するということである。そこで、 $T=1, 2, 3$ の各場合について、ノード数の対数を取り線形回帰してみよう。ツリー長の平均の期待値を $l$ 、ノード数

を $n$ とすると,

$$\begin{aligned} l &= 1.1834 + 0.9895 \log n & (T=1) \\ l &= -1.2636 + 1.8924 \log n & (T=2) \\ l &= -2.5152 + 2.6365 \log n & (T=3) \end{aligned} \quad (3.1)$$

となる。相関係数は、それぞれ0.9999, 0.9997, 0.9991という非常に高い値である。もちろんこれは、ノード数が1000以下という限定された場合であり、ノード数が1000以上のときに式(3.1)が成り立つかどうかはわからない。しかし、ノード数が1000以下の場合には、式(3.1)は極めて信頼性の高い式であると言える。

次に、ツリー長の最大の期待値を見てみよう(図3.28)。

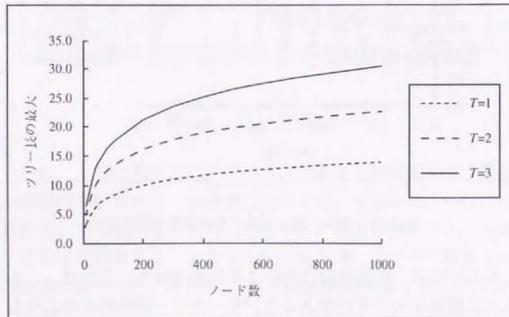


図3.28 ノード数とツリー長の最大の期待値

この図もまた、ツリー長の平均と同じく対数曲線に近いように思われるので、ノード数について対数を取り、線形回帰してみよう。ツリー長の最大の期待値を $m$ とすると、これらのグラフは

$$\begin{aligned} m &= -2.1988 + 2.3102 \log n & (T=1) \\ m &= -4.1840 + 3.8732 \log n & (T=2) \\ m &= -3.8074 + 5.3591 \log n & (T=3) \end{aligned} \quad (3.2)$$

と表される。相関係数はそれぞれ0.9996, 0.9994, 0.9992であり、この式もまた、非常に説明力の高いものであることがわかる。

さらに、ツリー長の分散の期待値を見てみよう(図3.29)。

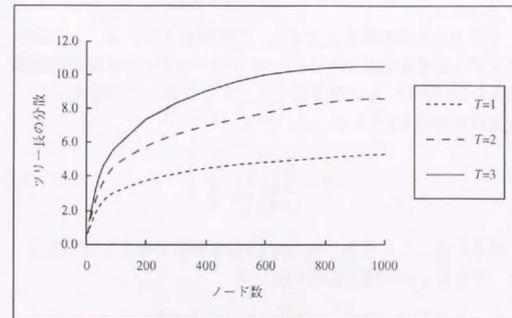


図3.29 ノード数とツリー長の分散の期待値

ツリー長の分散についても、平均や最大と同様の傾向が見られ、ノード数が大きくなるとツリー長の分散は対数的に増加することがこの図からわかる。

## (2) ツリー幅

ツリー幅については、期待値は以下のように求めることができる。ツリー幅とは即ち、自身の近隣に下位のノードを持たな

い、つまり、最下位のノードの数である。

まずはわかりやすい場合として、下位の集積が一つの上位集積にしか従属しない ( $T=1$ ) の場合を考えてみよう。全ノード数を  $N$  とし、各ノードに順位を  $1, 2, \dots, N$  とつけ、順位  $i$  のノードを  $n_i$  とする。次に、 $n_1, \dots, n_i$  を平面上に分布させてポロノイダイアグラムを作成する。このポロノイダイアグラムにおける点  $n_i$  ( $i \leq j$ ) のポロノイ領域  $V_{ij}$  は、 $I_n = \{1, \dots, n_i\}$ 、 $n_j$  の位置ベクトルを  $\mathbf{x}_j$  とし、次のような式によって定義される。

$$V_{ij} = \left\{ \mathbf{x} \mid |\mathbf{x} - \mathbf{x}_j| \leq |\mathbf{x} - \mathbf{x}_k| \text{ for } k \neq j, k \in I_n \right\} \quad (3.3)$$

ここで、 $V_{ij}$  の面積を  $S_{ij}$  とする。この平面上に、 $n_{i+1}, \dots, n_N$  をランダムに分布させるとき、ノードが一つも  $n_i$  のポロノイ領域に入らなければ、 $n_i$  は最下位のノードとなる。この確率  $p_i$  は、全領域の面積を  $S$  とし、

$$p_i = \prod_{j=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{S_{ji}}{S} \right) \quad (3.4)$$

と表される。ここで仮に  $S_{ji}$  と  $S_{ki}$  ( $j > k$ ) が独立であると仮定しよう。すると、 $p_i$  の期待値  $E[p_i]$  は、

$$\begin{aligned} E[p_i] &= E \left[ \prod_{j=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{S_{ji}}{S} \right) \right] \\ &= \prod_{j=i}^{N-1} \left( 1 - E \left[ \frac{S_{ji}}{S} \right] \right) \end{aligned} \quad (3.5)$$

となる。  $E[S_{ji}/S] = 1/j$  を代入すると、式(3.5)は

$$\begin{aligned} E[p_i] &= \prod_{j=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{1}{j} \right) \\ &= \prod_{j=i}^{N-1} \left( \frac{j-1}{j} \right) \\ &= \frac{i-1}{i} \cdot \frac{i}{i+1} \cdots \frac{N-3}{N-2} \cdot \frac{N-2}{N-1} \\ &= \frac{i-1}{N-1} \end{aligned} \quad (3.6)$$

と書き直される。従って、ツリー幅  $w$  の期待値  $E[w]$  は、

$$\begin{aligned} E[w] &= \sum_{i=2}^N E[p_i] \\ &= \sum_{i=2}^N \frac{i-1}{N-1} \\ &= \frac{1}{N-1} \sum_{i=2}^N (i-1) \\ &= \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} i \\ &= \frac{1}{N-1} \cdot \frac{(N-1)N}{2} \\ &= \frac{N}{2} \end{aligned} \quad (3.7)$$

となる。

次に、下位の集積が複数の上位集積に従属する場合を考えてみよう。一つの集積が従属する集積の数は  $T$  である。この場合

には、 $m_1, \dots, m_i$ を平面上に分布させ、1次～ $T$ 次最近隣ポロノイダイアグラムを作成する。 $k$ 次最近隣ポロノイダイアグラムとは、平面上にいくつかの点が分布しているときに、平面を $k$ 番目に近い点に割り当てることによって分割したものである（厳密な定義についてはOkabe et al.(1992)を参照のこと）。この $k$ 次最近隣ポロノイダイアグラムにおける点 $n_j$ の $k$ 次ポロノイ領域 $V_{ij}^k$ の面積を $S_{ij}^k$ とする。この平面上に、 $n_{i+1}, \dots, n_N$ をランダムに分布させるとき、これらの点が $n_i$ の全てのポロノイ領域に入らなければ、 $n_i$ は最下位のノードとなる。この確率は、

$$p_i = \prod_{j=i}^{N-T} \left( 1 - \frac{\sum_{k=1}^T S_{ji}^k}{S} \right) \quad (3.8)$$

となる。ここで、 $S_{ji}^k$ と $S_{pi}^k$ が独立であると仮定すると、 $p_i$ の期待値 $E[p_i]$ は、 $T=1$ の場合と同じように、

$$\begin{aligned} E[p_i] &= E \left[ \prod_{j=i}^{N-T} \left( 1 - \frac{\sum_{k=1}^T S_{ji}^k}{S} \right) \right] \\ &= \prod_{j=i}^{N-T} \left( 1 - \frac{T}{j} \right) \\ &= \prod_{j=i}^{N-T} \left( \frac{j-T}{j} \right) \\ &= \frac{i-T}{i} \cdot \frac{i+1-T}{i+1} \cdots \frac{N-2T-1}{N-T-1} \cdot \frac{N-2T}{N-T} \\ &= \frac{(i-1)(i-2)\cdots(i-T)}{(N-1)(N-2)\cdots(N-T)} \quad (3.9) \end{aligned}$$

となる。ここでは、点 $n_i$ の $k_1$ 次ポロノイ領域 $V_{i1}^{k_1}$ と点 $n_i$ の $k_2$ 次ポロノイ領域 $V_{i2}^{k_2}$ が重複部分を持たないという性質を利用している。

式(3.9)を用いると、ツリー幅の期待値は次のように表される。

$$\begin{aligned} E[w] &= \sum_{i=T+1}^N E[p_i] \\ &= \sum_{i=T+1}^N \frac{(i-1)(i-2)\cdots(i-T)}{(N-1)(N-2)\cdots(N-T)} \\ &= \frac{(N-T-1)!}{(N-1)!} \cdot \frac{1}{T+1} \cdot \frac{(N-1)!}{(N-T-1)!} \\ &= \frac{N}{T+1} \quad (3.10) \end{aligned}$$

実際には $S_{ji}^k$ と $S_{pj}^k (j \neq i)$ は独立ではないため、式(3.7)や式(3.10)は厳密には成り立たない。しかし、 $S_{ji}^k$ と $S_{pj}^k$ の関係が独立に近ければ、これらの式は概算に使うことができる。そこで、この概数の誤差を調べるために、シミュレーションによってツリー幅を計算した。図3.30は、横軸にノード数 $N$ 、縦軸に誤差率 $(N/(T+1)-w)/(N/(T+1)) \times 100$ をとったものである。

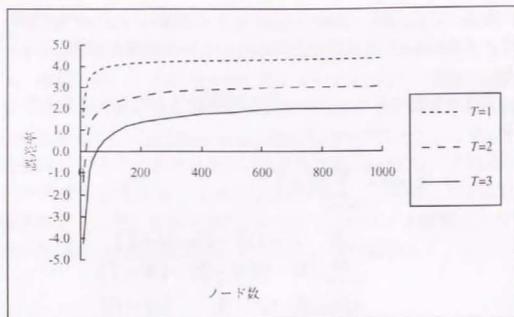


図3.30 ノード数と誤差率

このグラフを見ると、誤差率はノード数が多くなるに従って大きくなるものの、±5%以下であることがわかる。この程度の誤差が許される場合には、ランダムな空間階層構造のツリー幅の期待値として  $N/(T+1)$  を用いても問題ないと言えよう。

### (3) 分岐比

まずは、分岐比の平均について考えてみよう。既に述べたように、分岐比の平均はツリー幅の関数として表すことができる。つまり、分岐比の平均を  $s_e$  とすると、

$$E[s_e] = \frac{TN - \frac{T(T+1)}{2}}{N-w} \quad (3.11)$$

となる。この式は、式(3.7)を代入すると、近似式として表される。

$$E[s_e] \approx \frac{(T+1) \left( N - \frac{T+1}{2} \right)}{N} \quad (3.12)$$

あるいは、次のように考えることもできる。例えば  $T=1$  の場合について考えてみよう。いま、ノード  $n_i$  の分岐比に着目する。  $n_j (j < n_i)$  が  $n_i$  に従属する唯一のノードとなる確率は、

$$\frac{S_{j-1,i}}{S} \prod_{k=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{S_{k,i}}{S} \right) = \frac{S_{j-1,i}}{S - S_{j-1,i}} \prod_{k=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{S_{k,i}}{S} \right) \quad (3.13)$$

と表される。従って、  $n_i$  の分岐比が1になる確率は、

$$\sum_{j=i+1}^N \frac{S_{j-1,i}}{S - S_{j-1,i}} \prod_{k=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{S_{k,i}}{S} \right) \quad (3.14)$$

となる。同様に、  $n_i$  の分岐比が  $M$  になる確率も計算することができる。この確率  $p_{iM}$  は、  $I_N = \{i+1, i+2, \dots, N\}$  として、

$$p_{iM} = \sum_{\substack{j_1, j_2, \dots, j_M \in I_N \\ j_l \neq j_m, \forall l \neq m}} \prod_{q=1}^M \frac{S_{j_q-1,i}}{S - S_{j_q-1,i}} \prod_{k=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{S_{k,i}}{S} \right) \quad (3.15)$$

と表される。式(3.15)を用いると、分岐比の平均  $s_e$  の期待値は、次のようになる。

$$\begin{aligned} E[s_e] &= \frac{1}{N-w} \sum_i \sum_M M p_{iM} \\ &= \frac{1}{N-w} \sum_i \sum_M M \sum_{\substack{j_1, j_2, \dots, j_M \in I_N \\ j_l \neq j_m, \forall l \neq m}} \prod_{q=1}^M \frac{S_{j_q-1,i}}{S - S_{j_q-1,i}} \prod_{k=i}^{N-1} \left( 1 - \frac{S_{k,i}}{S} \right) \end{aligned} \quad (3.16)$$

$T=2, 3$  の場合にも、上と同様に考えることができる。しかし、この計算は、ポロノイ領域の面積について、その確率分布の性質がわかっていなければ解析的には難しい。そこでここでは、

シミュレーションによって計算した値を掲載する。

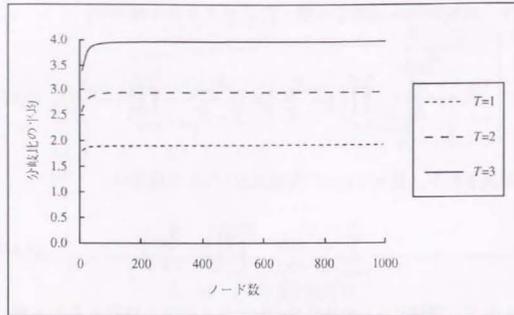


図3.31 ノード数と分岐比の平均の期待値

この図を見ると、近似式である式(3.12)がかなり良い近似であることが分かる。これは、式(3.9)及び(3.10)の近似が良いことに起因している。

分岐比の分散については、式(3.16)と同様に解析的に考えていくことも可能である。しかしここでは、シミュレーションによって計算した値を図3.32に掲載する。

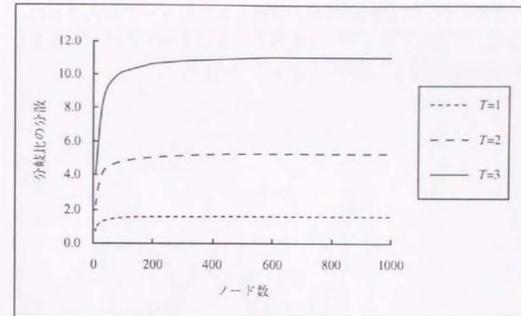


図3.32 ノード数と分岐比の分散の期待値

ノード数が大きくなると、分岐比の分散は一定値に近づいていくことが、このグラフから読み取ることができる。分岐比の平均についても同様の傾向があり、ノード数が大きくなると分岐比の確率分布形が一定の形に定まることを示唆している。このような性格を持つ関数としては、例えば双曲線がある。そこで、図3.32のグラフのうちT=2のグラフに双曲線を当てはめてみると、分岐比の分散を $s_v$ として、 $E[s_v]=5.37-18.8/n^{0.8}$ という式で近似することができることがわかる。

## 第6節 実証分析

本節では、前述の指標を用いて、西宮市の商業集積の空間階層構造を記述し、ランダムな空間階層構造及びChristallerのモデルと比較することによって、その特性を調べる。

データについては次のように作成したものをを用いている。まず、NTTタウンページに掲載されている商業施設のうち、主要

な業種について約6000店舗の住所をコンピュータに入力した。次に、アドレスマッチングを行うことによってこのデータをXY座標に変換し、GISに入力した(図3.33)。

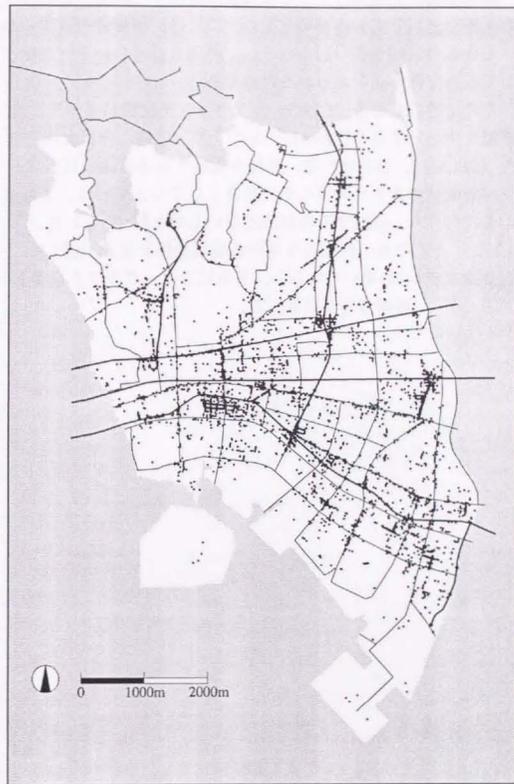


図3.33 西宮市の商業施設

商業集積の定義は、ここでは複数の店舗がそれぞれ25m以内の距離で連坦しているものとした。これは、消費者が買物において複数の店舗を買い回るときに、苦痛を感じない歩行距離として妥当であると考えられるためである。

この定義に基づき、GISのバッファリング機能によって、各店舗を中心とする半径25mの円をつくり、店舗の連坦を同定した(図3.34)。各集積には、集積を構成する各店舗の代表点(店舗敷地の重心)の重心を代表点として与えている。これらの集積のうち、連坦する店舗数の多いもの上位100をとり(図3.35)、それぞれの代表点を用いて従属関係を定義(図3.36、定義はモデル2を用いている)、さらにツリーグラフを構築し(図3.37)、各指標値を計算する。

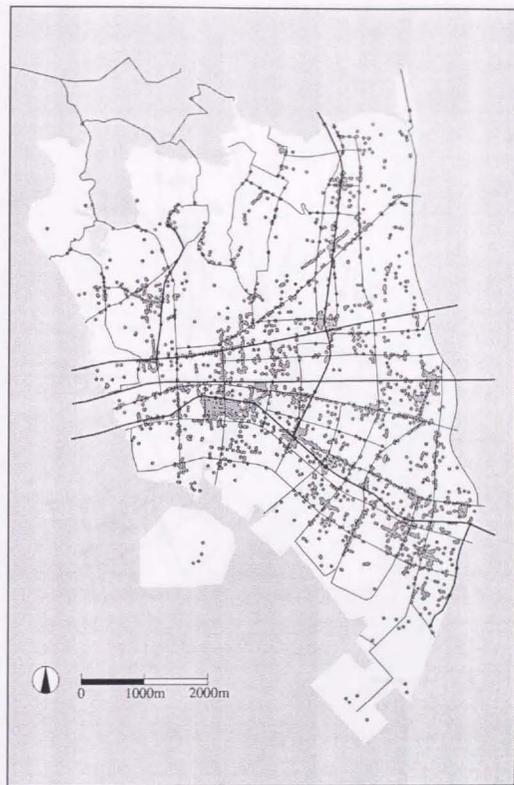


図3.34 西宮市における商業集積

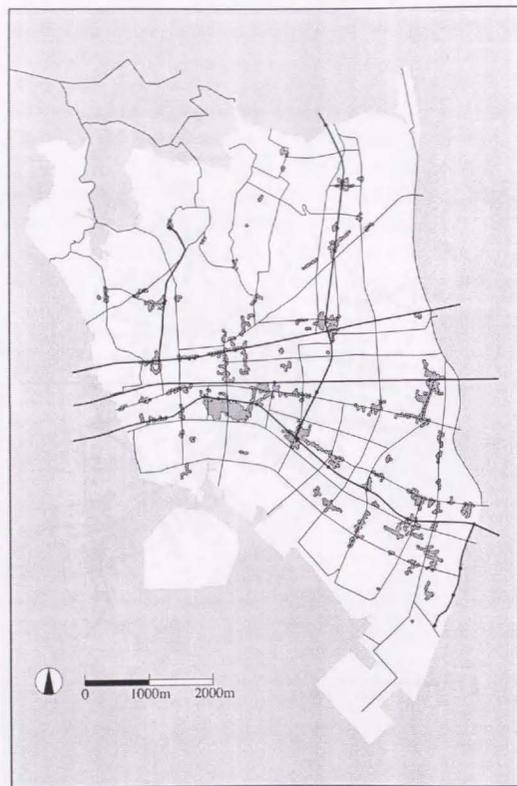


図3.35 西宮市の商業集積（上位100）

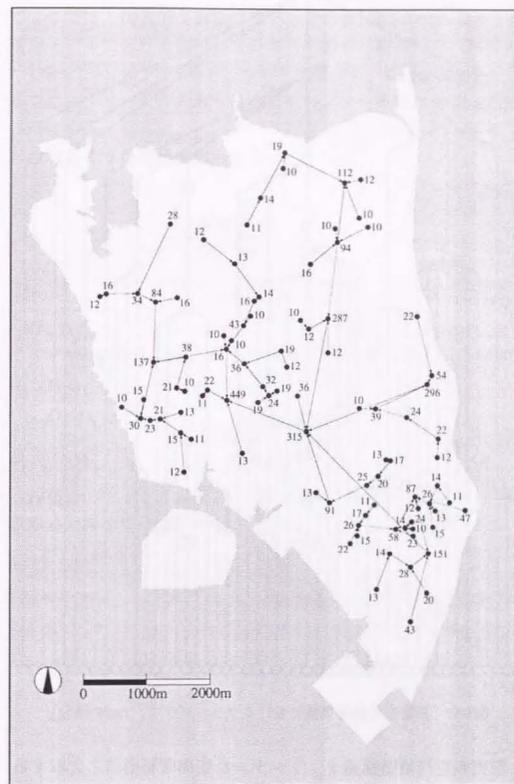


図3.36 西宮市の商業集積の従属関係（ $T=1$ の場合）

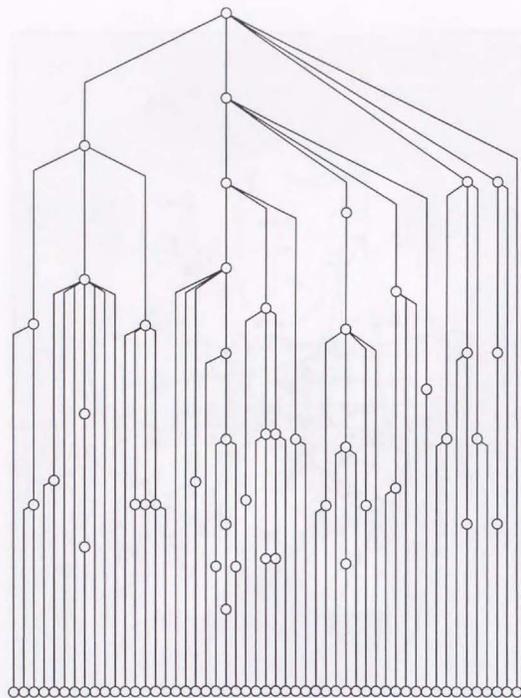


図3.37 西宮市の商業集積におけるツリーグラフ (T=1の場合)

現実の空間階層構造を、ランダムな空間階層構造と比較することによって、その形成要因を探ろうとすることは既に述べたとおりであるが、この場合、さらに理論的なモデル、つまり、ある特定の階層形成要因を持つ構造と比較することによって、

現実の空間階層構造をさらに理解できるものと思われる。そこでここでは、代表的な理論的モデルである、Christallerの中心地理理論モデルにおける指標値を計算しておく。指標値は、 $k=3, 4, 7$  ( $T=3, 2, 1$ ) の3つの場合について計算する。Christallerのモデルでは、ツリー長が大きくなるに従い、ノード数は等比級数的に増加する。具体的には、ノード数を $N$ 、ツリー長を $l$ とすると、次のような関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} N &= \sum_{i=0}^l (k-1)^i \\ &= \frac{(k-1)^{l+1} - 1}{k-2} \end{aligned} \quad (3.17)$$

ここで $N=100$ を代入し、式(3.17)を $l$ について解けば、式(3.18)が得られる。

$$l = \frac{\log(100k-199)}{\log(k-1)} - 1 \quad (3.18)$$

西宮市、ランダムな構造、Christallerのモデルの各場合について求めた指標値は表3.1の通りである。

表3.1 各空間階層構造における指標値 (k=3, 4, 7)

k=3(T=3)	ツリー長			ツリー幅	分散比	
	平均	最大	分散		平均	分散
	西宮市の商業集積	9.8146	19.0000		1.5728	28.00
ランダムツリー	9.5465	17.5623	5.7957	24.83	3.93	10.15
Christallerのモデル	6.6582	6.6582	0.0000	50.50	6.00	0.00

k=4(T=2)	ツリー長			ツリー幅	分散比	
	平均	最大	分散		平均	分散
	西宮市の商業集積	7.6183	15.0000		1.2098	34.00
ランダムツリー	7.3841	13.4629	4.5460	32.60	2.93	4.89
Christallerのモデル	4.8273	4.8273	0.0000	67.00	6.00	0.00

k=7(T=1)	ツリー長			ツリー幅	分散比	
	平均	最大	分散		平均	分散
	西宮市の商業集積	3.2500	8.0000		0.8641	48.00
ランダムツリー	5.7266	8.3413	3.0208	48.05	1.91	1.48
Christallerのモデル	3.4696	3.4696	0.0000	83.50	6.00	0.00

表3.1を見ると、西宮市の商業集積は、k値がどの場合であっても、Christallerのモデルよりもランダムな構造の方に近いということが読み取れる。商業集積の空間階層構造が、何らかの要因によって規則性を持っているとするならば、ここに挙げた特性値はChristallerのモデルとランダムな構造との間の値をとることが期待されるが、ここではそのような様子は見られない。

Christallerの中心地理論では、k=3, 4, 7の場合はそれぞれ市場原理、交通原理、行政原理によって構成される空間階層構造であるという説明がされている。これら3つの原理のうち、商業集積はその性格上、市場原理に従うと考えるのが最も自然であろう。そこでここでは、商業集積はk=3、つまり、T=3の場合に相当するものと考えよう。この場合について、ランダムな構造の指標値の確率分布を調べ、商業集積、Christallerのモデルの場合との比較を行う。

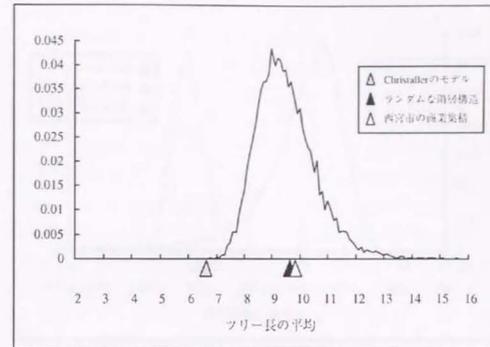


図3.38 各空間階層構造におけるツリー長の平均

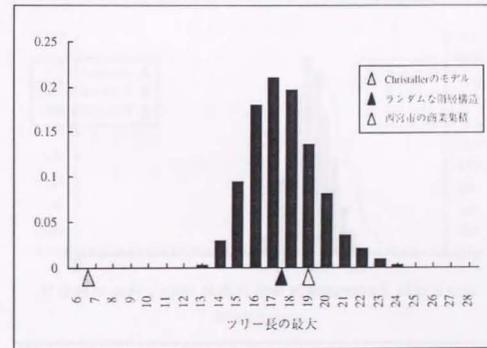


図3.39 各空間階層構造におけるツリー長の最大

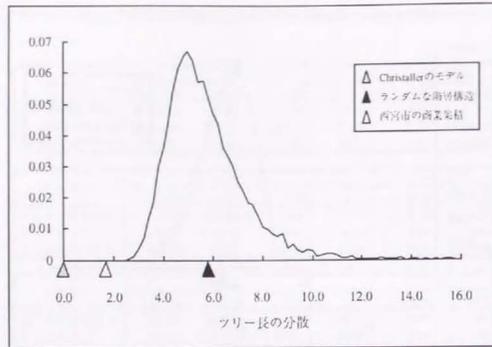


図3.40 各空間階層構造におけるツリー長の分散

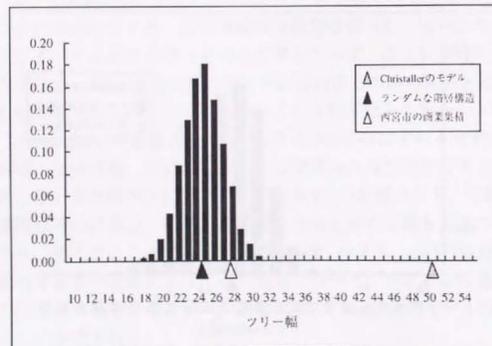


図3.41 各空間階層構造におけるツリー幅

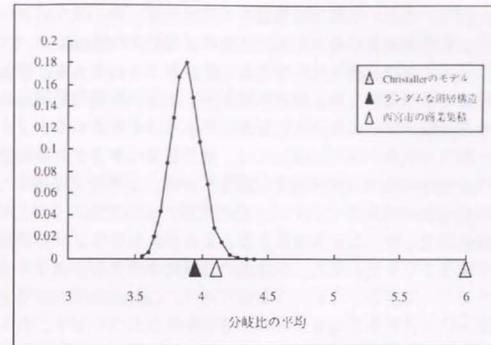


図3.42 各空間階層構造における分岐比の平均

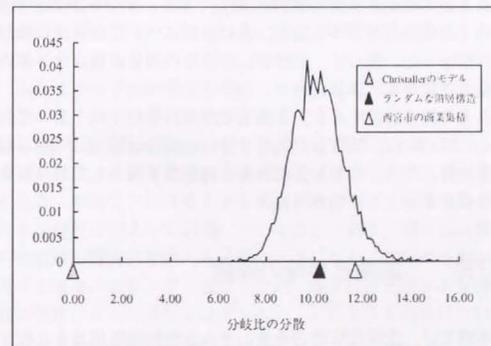


図3.43 各空間階層構造における分岐比の分散

上図中、白色の三角形は西宮市の商業集積、黒い三角形はランダムな構造における平均値、灰色の三角形はChristallerのモデルの場合における指標値を示している。グラフはどれも、平均値付近で最頻値をとる比較的単純な形であり、空間階層構造の特性を表し、検定に用いるには適当であると思われる。ツリー幅と分岐比の平均に関しては、商業集積はランダムな構造とChristallerのモデルの中間に位置しており、これを見る限りではChristallerのモデルに従いつつ他の要因によって歪められた空間階層構造を持っていると言えなくもない。しかし、ツリー長の平均やツリー長の最大、分岐比の分散については、商業集積はランダムな構造よりも大きな値であり、Christallerのモデルからさらにかけ離れている。ツリー幅と分岐比についても、ランダムな構造ではないと言えるほど、モデルに近い値を持っているわけではない。また、全ての指標について、西宮市の商業集積の値がランダムな構造における確率分布から得られたものであるという仮説を有意水準5%で検定すると、ツリー長の分散については仮説が棄却されるが、他の指標については仮説が棄却されなかった。従って、全体的に西宮市の商業集積はランダムな構造と異なるとは言えない。

以上の点を総合すると、本論文で述べた分析手法を用いて分析した限りでは、西宮市の商業集積の空間階層構造は明確な規則性を持たない。つまり、階層構造の形成要因として特に顕著なものがないように思われる。

## 第7節 結論と今後の課題

本章では、空間階層構造をランダムな空間階層構造と比較することによって、空間階層構造の形成要因を推定する手法を提案し、その適用例として西宮市の商業集積について実証分析を行った。この結果、西宮市の商業集積の空間階層構造は、明確な規則性を持っているわけではないということがわかった。

本論文の分析手法を現実の商業集積に適用することによって、商業集積の規模からみた空間階層構造を明らかにすることができる。従って、各集積の機能や売上高を併せて考えることによって、集積の売上高が空間的な中心性に適合しているか、もしそうでなければ、それは何故なのかといった問題を扱うことが可能となる。

本論文で提案した分析手法は、商業集積を対象としたものであるが、手法自体は一般性を持っており、空間的な階層性を持つ都市施設などに適用することも可能である。但しこの場合、モデルの前提条件を検討し、場合によってはモデルを拡張する必要性が発生する。

ここで取り上げた実証分析例は、分析手法を適用した一例であり、その結果は必ずしも一般性を持っているものではない。例えば、集積を半径25mのクランピングによって定義したことが影響した結果とも考えられ、この点については今後さらに検討する必要がある。また、空間階層構造を記述する指標もここに挙げたものだけでなく、さらに表現力の高いものを探さなければならない。

本論文では手法の構造を明確にするために、階層構造の定義において、いくつかの簡略化を行っている。それらについては既に3節で述べた通りであるが、モデルの説明力をさらに高めるためには、モデルの定義をさらに現実に近いものにする必要がある。本論文における大きな簡略化の一つは、商業集積の順位を規模だけによって定義していることであり、現実には集積の機能等も詳細に考慮する必要がある。また、下位の集積が従属する集積の数を一定と仮定したが、現実には従属する集積の数は集積によって異なるはずである。このような場合については、今後さらに研究を進めていきたい。

## 参考文献

- [1] Berry, B. J. L. and H. G. Barnum (1962): "Aggregate Relations and Elemental Components of Central Place Systems," *Journal of Regional Science*, **4**, 35-68.
- [2] Christaller, W. (1933): *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. Gustav Fischer: Jena. W. クリスタラー著, 江沢譲爾訳 (1969): 『都市の立地と発展』, 大明堂.
- [3] Eaton, B. C. and R. Lipsey (1982): "An Economic Theory of Central Places," *Economic Journal*, **92**, 56-72.
- [4] Elliot, H. M. (1985): "Cardinal Place Geometry," *Geographical Analysis*, **17**, 16-35.
- [5] Fujita, M., H. Ogawa and J. F. Thisse (1988): "A Spatial Competition Approach to Central Place Theory: Some Basic Principles," *Journal of Regional Science*, **28**, 477-494.
- [6] Huff, D. L. and R. T. Rust (1984): "Measuring the Congruence of Market Areas," *Journal of Marketing*, **48**, 68-74.
- [7] Kohsaka, H. (1983): "A Central-place Model as a Two-level Location-allocation System," *Environment and Planning A*, **15**, 5-14.
- [8] Lösch, A. (1940): *Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft*. Gustav Fischer: Jena. A. レッシュ著, 篠原泰三訳 (1968): 『レッシュ経済立地論』 大明堂.
- [9] Okabe, A. and S. Masuda (1984): "Qualitative Analysis of Two-dimensional Urban Population Distributions in Japan," *Geographical Analysis*, **16**, 301-312.
- [10] Okabe, A., B. Boots and K. Sugihara (1992): *Spatial Tessellations*. John Wiley: New York.
- [11] Okabe, A. and Y. Sadahiro (1994): "An Illusion of Spatial Hierarchy: Spatial Hierarchy in a Random Configuration," submitted to *Geographical Analysis*.
- [12] Pankhurst, I. C. and P. E. Roe (1978): "An Empirical Study of Two Shopping Models," *Regional Studies*, **12**, 727-748.
- [13] Puryear, D. (1975): "A Programming Model of Central Place Theory," *Journal of Regional Science*, **15**, 307-316.
- [14] Rushton, G. (1972): "Map Transformations of Point Patterns: Central Place Patterns in Areas of Variable Population Density," *Papers of the Regional Science Association*, **28**, 111-129.
- [15] Schiller, R. (1981): "A Model of Retail Branch Distribution," *Regional Studies*, **15**, 15-22.
- [16] Simons, P. L. (1973): "The Shape of Suburban Retail Market Areas: Implications from a Literature Review," *Journal of Retailing*, **49**, 65-78.
- [17] Sugiura, Y. (1991): "A Map-Transformation Approach to the Location of Central Places: the Case of the Central Kanto Region in Preindustrial Japan," *Environment and Planning A*, **23**, 969-985.
- [18] Tobler, W. R. (1963): "Geographic Area and Map Projections," *Geographical Review*, **53**, 59-78.
- [19] West, D. S., B.V. Hohenbalken and K. Kroner (1985): "Tests of Intraurban Central Place Theories," *Economic Journal*, **95**, 101-117.
- [20] West, D. S., D. L. Ryan and B. V. Hohenbalken (1988): "New Competition in Shopping-center Hierarchies: An Empirical Comparison of Alternative Specifications," *Journal of Regional Science*, **28**, 329-344.
- [21] 貞広幸雄・岡部篤行 (1994): 「都市施設の空間階層構造を記述するための一手法」, *地理学評論*, **67**, 受理済.

## 第4章 GISを用いたチェーン型 商業施設の立地傾向分析

### 第1節 研究の目的

都市における商業施設は、単独で立地するものからフランチャイズ、チェーン店として広域的に立地するものまで、立地の独立性という点に着目すると様々な形態をとっている。店舗が単独で立地する場合には、一店舗について最適な立地点を見つければ良いわけであるから、立地行動は比較的単純である。しかし、チェーン型商業施設の場合、自己チェーン店との競合を考えつつ店舗を立地していく必要があり、その立地戦略は単独に立地する店舗とは異なるものと考えられる。近年増加しつつある店舗は、スーパーマーケットやコンビニエンスストア、郊外型紳士服店など、その多くがチェーン型店舗であり、これらの立地傾向を知ることは今後の都市商業施設の空間構造を予測する上で不可欠であると言える。

チェーン型商業施設の立地特性を分析する場合、よく競合と住み分けという言葉が使われる。これらの言葉は、チェーン型商業施設の立地傾向を端的に表すものであり、この点に着目した研究は比較的好く行われる。即ち、各チェーンが空間的に競合しているのか、あるいは住み分けを行っているのかを調べるというものである。このような分析の最も一般的な方法は、地理的に見て近くに出店している店舗を競合しているものと考え、チェーンごとに競合などの立地傾向があるかどうかを調べるというものである。しかしこの方法では、競合の概念が曖昧であり、また各チェーンの立地傾向を定量的に把握する方法が確立されていないという問題点がある。

そこで本論文では、店舗間の空間的競合関係を明確に定義

し、その定義を用いてチェーン間の競合関係を記述するための手法を提案する。ここでは特に、近年急速に普及しつつあるGIS上での適用を考慮し、GISの持つ機能を生かした手法を考える。

まず3節では、各店舗の商圏を用いて、店舗間の空間的競合関係を定義する。4節では、3節の定義を用いてチェーン間の競合や住み分けといった競争関係を検証するための統計的方法について説明する。5節では、実際にこの手法を東京近郊のコンビニエンスストアチェーンについて適用した例を示す。

## 第2節 既存研究のレビュー

チェーン型商業施設の立地傾向に関する既存研究としては、例えばLaulajainen and Gadde (1985)やLaulajainen (1987)がある。これらの研究では、チェーンストアの立地を時系列的に記述しており、各チェーン店は互いに避けあいながら立地していくと述べている。また、West (1981)やWest and Hohenbalken (1984)においても、チェーンストアの立地傾向を時系列的に記述し、あるチェーンが他のチェーンに対し、挑戦的な立地を行っているかどうかを統計的に検定している。しかし、これらの研究には、立地傾向を把握するために時系列データ及び計算機上でのシミュレーションを必要とするなど、解析上いくつかの難点がある。そこでここでは、一時点の店舗座標データを用いてチェーン間の空間的競合や住み分けなどの立地傾向を記述するための手法を提案する。

複数の施設分布間の関係を分析するための手法としては、最近隣尺度を用いたものがある (Pielou, 1961; Lee, 1979; Okabe and Miki, 1984)。最近隣尺度法では、2種類の施設が空間的に近接傾向にあるかどうかを統計的に検定することができ、その場合通常、ある種類の施設とその最寄りの他の種類の施設との距離に着目する。しかし、チェーン型商業施設の立地を考えて

みると、ある店舗が立地する場合、その周囲にあるいくつかの店舗について、その規模や営業時間などの特性を把握し、商圏の競合を考えるのが普通である。従って、最寄りの一施設との関係だけに着目する最近隣尺度法は、このような店舗立地行動と必ずしも合致しない。そこで本論文では、各店舗の商圏の空間的競合関係によってチェーン間の競争関係を定義し、それらの空間的分布の特性を検証する。

## 第3節 店舗間の空間的競合関係の定義

前述したように、チェーン型商業施設の分布は、大きく分けて競合と住み分けという二つの特性を持っている。例えば、チェーンAとBが店が図4.1のように分布している場合、これら二つのチェーンは空間的に競合しているものと考えられる。

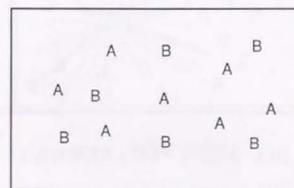


図4.1 チェーン同士の競合

一方、図4.2のような分布の場合、チェーンAとBは住み分けを行っているものと思われる。

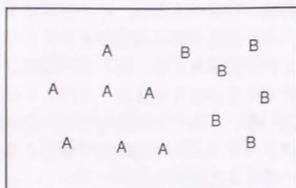


図4.2 チェーン同士の住み分け

さらに、図4.3のようにチェーンCが出店地域で独占的な分布をとる場合には、空間的独占と呼ぶことができよう。

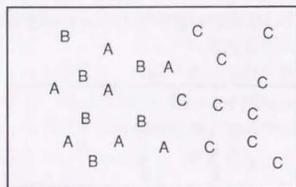


図4.3 あるチェーンによる空間的独占

このような空間的独占の状態は、住み分けの一つの極端な形態として扱うことが可能である。

以上のように、チェーン型商業施設の立地傾向を記述するには、競合と住み分けという現象に着目すると良い。そこで本節ではまず、店舗間の競合関係について定義する。この場合、住み分けは競合関係のないこととして定義される。なお、ここではチェーン店同士の空間的競合関係を扱うことを目的としており、非空間的競合、即ち店舗の異質性のもたらす競合関係につ

いては議論の対象とはしていない。従って、ここで対象とする店舗は同種の商品やサービスを提供するもの、つまり、性質の類似しているものとする。

まず始めに、二つの店舗の間での競合や住み分けという関係を考えてみよう。競合や住み分けは、各店舗が顧客を奪い合っているかどうかという視点で捉えることができる。例えばいま、店舗Aが図4.4のように顧客を持ちながら立地しているとしよう。ここに新たに店舗Bが出店した場合、店舗Bの出店によって店舗Aの顧客が奪われる場合には、これらの店舗は競合していると考えられる(図4.5)。しかし、店舗Aの顧客に変動がない場合には、これらの店舗は空間的に住み分けを行っていると考えられる(図4.6)。

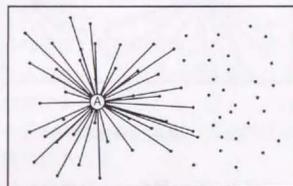


図4.4 店舗Aの顧客分布

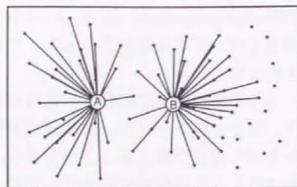


図4.5 店舗AとBの顧客分布

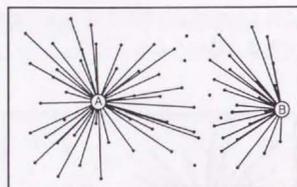


図4.6 店舗AとBの顧客分布

このように、店舗間の競合関係は、出店前後の顧客変動を見て捉えると最も解りやすい。しかし、現実にはこのような顧客分布の時系列データを入手することはさきわめて難しい。そこでここでは、より実際的な方法として、各店舗の商圏を用いた競合関係の記述方法を考えよう。先程の図4.5と4.6を見ると、競合が発生している図4.5の場合では商圏が接しているのに対し、住み分けを行っている図4.6の場合では商圏が接していない。つまり、競合している店舗同士では、商圏は重複あるいは隣接しており、住み分けを行っている店舗同士では、それぞれの商圏は空間的に重複あるいは隣接していないとすることができる。従って、商圏の隣接関係を見ることによって、店舗の競合関係捉えることが可能である。

具体的な例として、コンビニエンスストアを考えてみよう。コンビニエンスストアの場合、各店舗間の質的な差がほとんどなく、従って消費者は最寄り店選択をする傾向が強い。このような場合、各店舗の商圏はボロノイダイアグラムによって表すことができる(図4.7)。

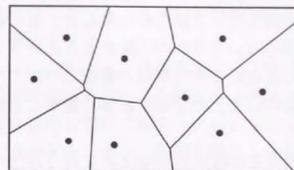


図4.7 コンビニエンスストアの商圏

店舗間の競合関係は、商圏の隣接によって表されるが、ボロノイダイアグラムの場合、各母点の隣接関係は双対グラフであるドロネ三角網によって表される。従って、図4.7のコンビニエンスストアの分布では、各店舗間の競合関係は図4.8のようなドロネ三角網で示される。

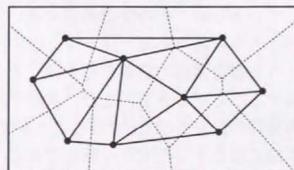


図4.8 コンビニエンスストアの競合関係

以上の例は、消費者が最寄り店選択を行う場合について述べ

たものであった。もちろん一般的には、商業施設の多くについてこの仮定は厳密には成り立たない。例えば、スーパーマーケットについては、消費者は確率的な店舗選択をするものとされており、従って各店舗の商圈は空間的に重複している。しかし、スーパーマーケットなどチェーン型商業施設の多くについては、消費者は店舗選択において距離を重視する傾向がある。これを店舗間の競合という観点から見ると、各店舗が強く競合するのはその周辺のいくつかの店舗であるということになる。従って、最寄り店選択の傾向が強い業種については、店舗間の競合関係を近似的に上記の定義によって表すことが可能であろう。

もちろん、消費者が確率的店舗選択を行う業種や、チェーンごとに質や機能が異なる業種について、競合関係をこのように定義することは、現実を若干単純化して考えるものである。しかし、この単純化によって、実際に店舗の商圈を調査せずにチェーン型商業施設の立地傾向を捉えることができるという大きな利点が得られ、さらに後述するように、立地傾向を統計的に検証することが可能となる。

一方、GIS利用という観点から見ると、商圈を近似的に表すポロノイダイアグラムは、GISを用いて簡単に作成することができる。また、GISにおいては各ポリゴン領域の隣接関係が明示的に保存されているため、その位相情報を用いてドロネ三角網を作成することも可能である。従って、GISを用いる場合には、上記のような競合関係の定義を行えば、それらをGIS上で視覚的に把握することができる。また、次節で述べるように、競合と住み分けの区分もGIS上で行うことができ、これらは従来の分析手法にはなかった大きな特色である。

## 第4節 チェーン型商業施設の立地傾向の分析手法

前節では、競合と住み分けという店舗間の関係を捉えるために、店舗の商圈を用いて店舗間の空間的競合関係を定義した。本節ではこの定義に基づき、チェーン型商業施設の立地傾向を捉えるための手法を示す。

前述したように、チェーン型商業施設には競合と住み分けという二つの立地傾向がある。この関係を、前節で定義した店舗間の空間的競合関係を用いて表すと次のようになる。チェーン同士の競合とは、各チェーンの店舗が競合しながら立地しているということであり、住み分けとは、各チェーンの店舗が競合しないように立地しているということである。従って、各チェーンの店舗がどのくらい競合しているかを調べれば、チェーン同士が競合しているのか、住み分けを行なっているのかを知ることができる。

いまここで、チェーンが $M$ あるものとし、各チェーンに $1, 2, \dots, M$ と番号を付けておこう。競合関係を表すドロネ三角網の各リンクを競合リンクと呼び、両端の店舗のチェーンがそれぞれ $i, j$ であるものの数を $n_{ij}$ とする。この指標を用いると、競合と住み分けを表すことができる。つまり、 $n_{ij}$ が大きい場合、チェーン $i$ とチェーン $j$ とは競合しており、反対に $n_{ij}$ が小さい場合には、チェーン $i$ とチェーン $j$ とは住み分けを行っていると考えることができる。また、 $n_{ii}$ に注目すると、この数字が大きい場合には、チェーン $i$ はある地域において独占的に立地しており、小さい場合には、チェーン $i$ は同一チェーン店同士の競合を避けているものと考えることができる。

チェーン間の競合と住み分けは、このように判別することができるが、この判別を客観的に行うにはその境界を示す基準値が必要である。この値については、全てのチェーン店が何の戦略もなしに立地した場合、つまり、競合や住み分けを意図的に

行わなかった場合に、どのくらい店舗間の競争が発生するかを調べれば良い。最寄り店選択の傾向が強い業種の場合、立地に適している地点は、チェーンにはよらないものと考えられる。従ってこの問題は、所与のドローネ三角網の各ノードにチェーンをランダムに割り当てていった場合、各チェーン間のドローネ三角網上での隣接がどれくらい発生するかということになる。これは、次のように考えることができる。

まず、ドローネ三角網の一つの競争リンクに注目しよう。各チェーンの店舗数は $N_1, N_2, \dots, N_M$ 、全店舗数を $N$ とし、ドローネ三角網の全リンクの数を $L$ とする。ドローネ三角網の各ノードにチェーンをランダムに割り当てていった場合、このリンクの両端がそれぞれチェーン $i$ 、チェーン $j$ となる確率は、

$$P_{ij} = \frac{2N_i C_1 N_j C_1}{N C_2} = \frac{2N_i N_j}{N(N-1)} \quad (4.1)$$

と表される。同様に、競争リンクの両端がどちらもチェーン $i$ となる確率は、

$$P_{ii} = \frac{N_i C_2}{N C_2} = \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)} \quad (4.2)$$

となる。

次に、ドローネ三角網全体を考えてみよう。各競争リンクの状態を表す確率は、式(4.1)及び(4.2)に表されたとおりであるが、ドローネ三角網全体で考える場合、両端がそれぞれチェーン $i$ 、チェーン $j$ であるリンクの数 $n_{ij}$ の期待値は、各リンクについての確率の和として表される。即ち、

$$E[n_{ij}] = L \cdot \frac{2N_i N_j}{N(N-1)} \quad (4.3)$$

$$E[n_{ii}] = L \cdot \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)} \quad (4.4)$$

である。チェーン $i$ 及び $j$ について、実際の値がこの期待値よりも大きければ、これらのチェーンは競争しており、小さければ住み分けをしているとすることができる。以下、本論文では $E[n_{ij}]$ 、 $E[n_{ii}]$ の値をランダムなチェーン分布におけるリンクの数と呼ぶ。なお、 $n_{ij}$ の確率分布を解析的に表すことは難しいが、チェーンの競争や住み分けについて統計的検定を必要とする場合には、簡単なプログラムを用いたモンテカルロシミュレーションによって、 $n_{ij}$ の確率分布を知ることができる。

## 第5節 実証分析

前節では、チェーン間の競争や住み分け等の立地傾向を分析するための手法を提案した。本節ではこの手法を実際の店舗分布に適用した例を示す。

業種としては、コンビニエンスストアを取り上げる。これは、コンビニエンスストアでは消費者の最寄り店選択傾向が強いこと、チェーン店のシェアが単独型店舗と比較して大きいことが主な理由である。データソースは、平成4年度NTTタウンページに掲載されているコンビニエンスストアの一覧である。これらのデータは、アドレスマッチングによってGISに入力されている。GISは、Sun Microsystems社のSparcStation 2上で稼働するESRI社のARC/INFO ver.6.1を用いている。対象地域には、

まず東京都のJR山手線内部に相当する、千代田区、港区、品川区、目黒区、渋谷区、新宿区、豊島区、文京区、北区、荒川区、台東区、中央区の都心12区を選んだ。

表4.1は、都心12区における各チェーンの店舗数、図4.9～4.12は各店舗の分布である。

表4.1 都心12区におけるコンビニエンスストアチェーンの店舗数

チェーン	店舗数
サークルK	1
サンエブリ	15
サンクス	46
スリーエフ	3
セブン・イレブン	69
ニコマート	100
ファミリーマート	117
ミニストップ	24
ヤマザキデイリーストア	14
ローソン	167
その他	254
計	810

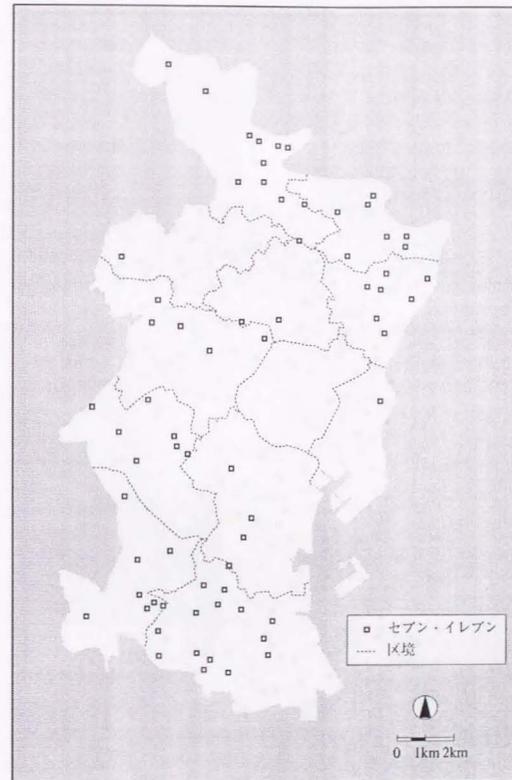


図4.9 都心12区におけるセブン・イレブンの分布

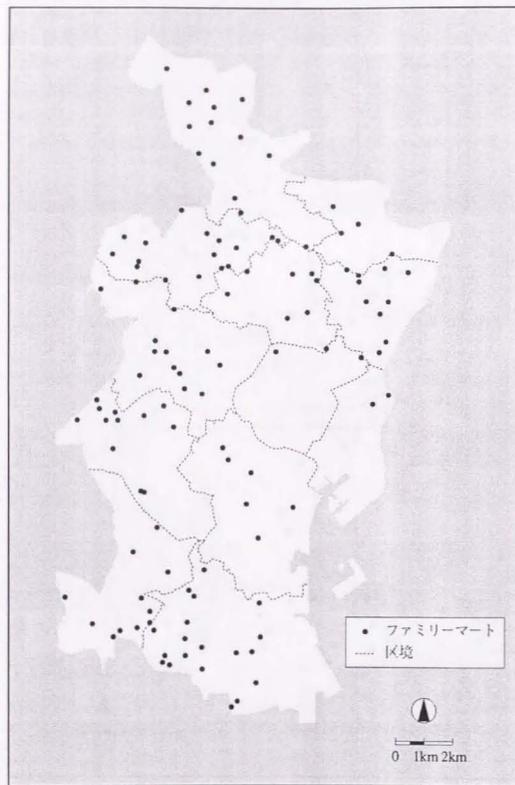


図4.10 都心12区におけるファミリーマートの分布

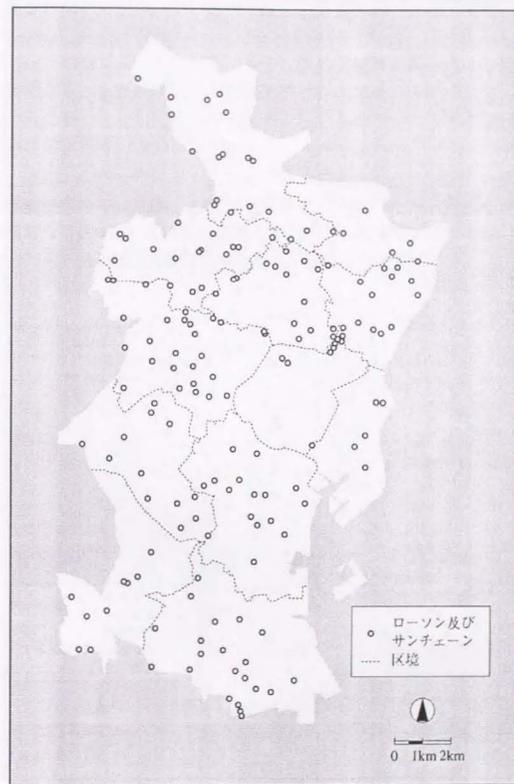


図4.11 都心12区におけるローソンの分布



図4.12 都心12区におけるサンクス、ニコマート及びその他のコンビニエンスストアの分布

表及び図中、サンチェーンについては近年ローソンに吸収合併されたため、ローソンと合わせて一つのチェーンとして扱っている。表4.1を見ると、3大チェーンと呼ばれるファミリーマート、セブン・イレブン、ローソンの店舗数が多いことが理解できる。また、図4.9～4.12を見ると、ニコマートだけは都心付近に多く立地しているが、他のチェーンについては特に地域的に偏在していないことがわかる。

次に、これらのコンビニエンスストアチェーンについて、商圏を表すボロノイ図、及び競合関係を表すドロネ三角網を作成した(図4.13、4.14)。これらの図は、ARC/INFO上でコマンドであるTHIESSEN及びTINを用いて作成された図を加工したものである。

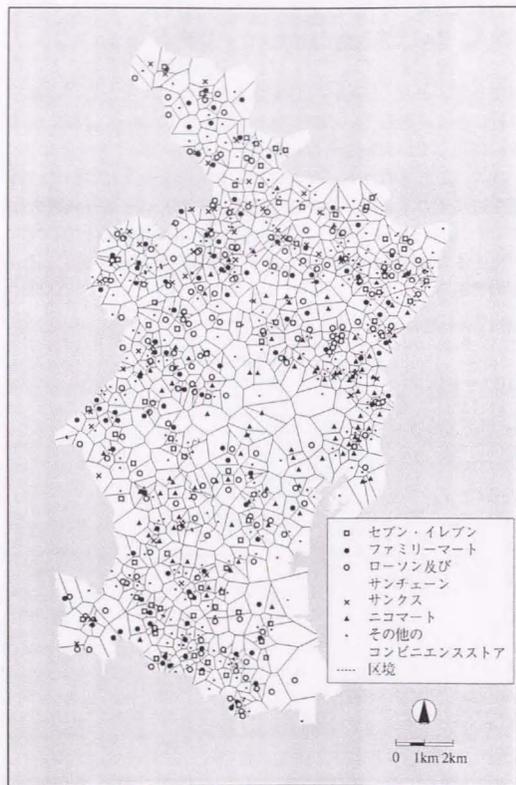


図4.13 都心12区におけるコンビニエンスストアの商圈



図4.14 都心12区におけるコンビニエンスストアの競合関係

これらのチェーンについて、競合関係を分析した結果が表4.2である。

表4.2 都心12区における各チェーン間の競合リンク数

(a) ランダムな分布における競合リンク数

(b) 実際の競合リンク数

	T	S	H	F	L	その他
T	7	22	32	38	54	100
S	22	16	48	57	81	151
N	32	48	35	82	117	218
F	38	57	82	48	137	255
L	54	81	117	137	97	364
その他	100	151	218	255	364	338

(a)

	T	S	H	F	L	その他
T	10	19	23	41	51	92
S	19	14	34	71	77	157
N	23	34	69	61	123	205
F	41	71	61	46	149	253
L	51	77	123	149	95	377
その他	92	157	205	253	377	332

(b)

T: サンクス  
S: セブン・イレブン  
N: ニコマート  
F: ファミリーマート  
L: ローソン及びサンチェーン

表4.2では紙面の都合上、多数のチェーンのうち、都心12区で店舗数の多い5つのチェーンについてのみ数字を掲載しており、他のチェーン及び独立店舗についてはその他の項目に含めてある。表4.2(b)の数字が表4.2(a)の数字よりも大きい場合には、そのチェーン間は競合関係にあると考えられる。まず3大チェーンである、セブン・イレブン、ファミリーマート、ロー

ソンの競合関係に注目してみよう。表を見ると、ファミリーマートとセブン・イレブン、ファミリーマートとローソンの間で、競合が発生していることが分かる。この二つの組み合わせについて、競合の程度を知るために、ランダムな分布の場合にこのようなことが起こる確率をモンテカルロシミュレーションによって調べたところ、ファミリーマートとセブン・イレブンの競合が71以上になる確率は約2%、ファミリーマートとローソンの競合が149以上になる確率は約11%であり、前者は特に競合の傾向が強いことがわかった。

次に、ニコマートと他のチェーンとの関係について見てみよう。ニコマートは、明らかに他のチェーンと競合が少なく、また、自身のチェーン店間での競合が多い。モンテカルロシミュレーションの結果によると、ニコマート同士の競合が69以上になる確率は0.001%以下であり、都心部における独占的な立地を反映しているものと思われる。ニコマートがこのような立地戦略を取ることができる一つの理由は、店舗規模が他のコンビニエンスストアチェーンと比べて小さいこと、店舗内に飲食スペースを持つことによって他チェーンとの差別化を図っていることが挙げられるであろう。

以上のように、都心12区では、ファミリーマートとセブン・イレブン、ファミリーマートとローソンの間で、それぞれ競合が発生しており、また、ニコマートと他のチェーンとは住み分けを行っていることがわかった。

次に、東京近郊の典型的な住宅地区である東京都練馬区について、同様の分析を行った。練馬区のコンビニエンスストアの店舗数と分布は、それぞれ表4.3及び図4.15に示すとおりである。

表4.3 練馬区におけるコンビニエンスストアチェーンの店舗数

チェーン	店舗数
サンエブリ	4
サンクス	11
セブン・イレブン	20
ファミリーマート	36
ミニストップ	10
ヤマザキデイリーストア	3
ローソン	13
その他	32
計	129

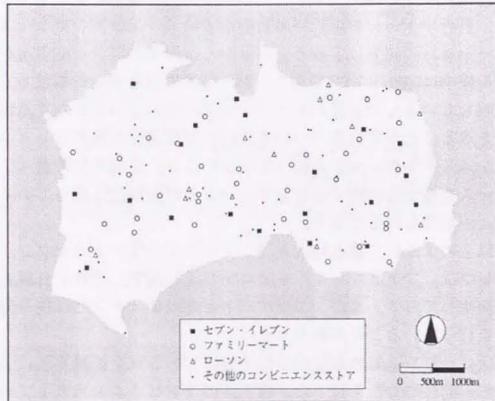


図4.15 練馬区におけるコンビニエンスストアの分布

これらのコンビニエンスストアについて、競合関係の分析を行った結果が表4.4である。

表4.4 練馬区における各チェーン間の競合リンク数

(a) ランダムな分布における競合リンク数

(b) 実際の競合リンク数

	S	F	L	その他
S	8	30	11	49
F	30	26	19	89
L	11	19	3	32
その他	49	89	32	73

(a)

	S	F	L	その他
S	5	36	9	46
F	36	22	24	94
L	9	24	2	31
その他	46	94	31	71

(b)

S: セブン・イレブン  
F: ファミリーマート  
L: ローソン及びサンチェーン

まずは先ほどと同じように、3大チェーンの競合関係に注目してみよう。3大チェーン間の競合関係を図上で表すと、図4.16のようになる。図4.16及び表4.4を見ると、ここでも先ほどと同じように、ファミリーマートとセブン・イレブン、ファミリーマートとローソンの間で、競合が多く発生していることが分かる。そこで再び、この二つの組み合わせについて、シミュレーションを行ったところ、ファミリーマートとセブン・イレブンの競合が36以上になる確率は約8%、ファミリーマートとローソンの競合が24以上になる確率は約9%であり、やはりどちらも競合関係の強いことが分かる。

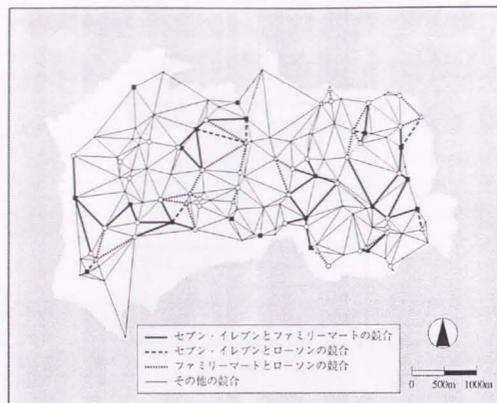


図4.16 練馬区における3大コンビニエンスチェーンの競合関係

次に、同一チェーン同士の競合を見てみよう。これは、図上で表すと図4.17のようになり、都心12区のような特定の地域でのチェーンの集中は起こっていないことを読み取ることができる。

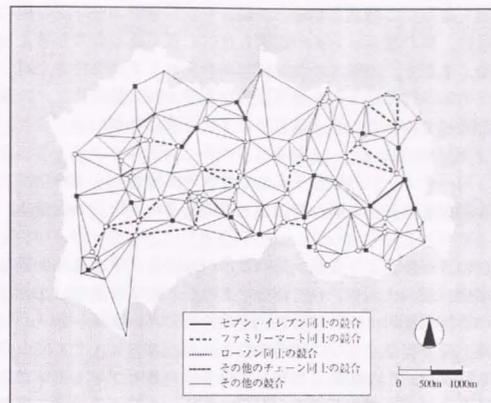


図4.17 練馬区における同一チェーン同士の競合

また、表4.4を見ると、3つのどのチェーンについても、同一チェーン同士での競合が少ないことが分かる。そこで、このようにある地域で独占的に立地しているチェーンがない場合、同一チェーン同士での競合が少なくなる傾向があるのかどうかを検証しよう。練馬区の場合、ランダムな分布では同一チェーンによる競合リンクの数の期待値が41であるのに対し、実際には32であり、確かに同一チェーン同士での競合は少ない。モンテカルロシミュレーションによってこの競合リンクの数が32以下になる確率を計算すると、約4%である。従って、練馬区においては同一チェーン同士の競合はかなり少ない、言い換えれば、各チェーンが同一チェーン同士の競合を避けているように見えると言えよう。

しかし、各チェーンが同一チェーン同士での競合を避けようとしても、立地条件の制約などから、やむを得ず競合立地する

こともある。このような場合、競合する同一チェーン店の間の距離は、他の競合リンクの距離と比べて長くなるものと考えられる。そこで、練馬区のコンビニエンスストアについて、同一チェーンの競合リンクの長さを異なるチェーン間のリンクの長さ比べてみたところ、以下のような結果になった。

同一チェーンの競合リンクの長さの平均値 : 697m  
異なるチェーン間の競合リンクの長さの平均値 : 645m

前者の方が後者よりも多少長いことが分かる。ランダムな分布の場合、同一チェーンの競合リンクの長さの平均値が697m以上になる確率は約15%であり、それほど小さいとは言えない。

以上の分析を、さらに横浜市のコブニエンスストアについても行った。その結果、ファミリーマートとセブン・イレブンの競合関係、及び、同一チェーンでの競合を避けるという傾向を確認することができた。しかし、競合リンクの長さについては、練馬区と同様に、明らかな差を見出すことはできなかった。

以上のように、本節では前節において提案した分析手法を東京近辺の3つの地区に適用した。その結果、コンビニエンスストアチェーンの分布について、チェーン間の競合や同一チェーン同士での競合を避ける傾向など、いくつかの立地特性について知見を得ることができた。

## 第6節 結論と今後の課題

以上のように、本章ではGIS上でチェーン型商業施設の立地傾向を分析するための手法を提案した。さらに、実証分析を行った結果、チェーン間の競合や同一チェーン同士での競合を避ける傾向など、いくつかの立地特性について明らかになり、分析手法の有効性を確認することができた。

次に、本分析手法に関する応用と今後の課題について、簡単にまとめておこう。

ハフモデルのような消費者選択行動モデルに、このような各チェーンの立地傾向を加味することで、チェーン店の出店予測はさらに高い精度で行うことが可能となる。従って、都市計画的に好ましくない競合が予想される場合、予め出店を規制することでそれを回避できるようになる。

本章では、チェーン型商業施設について、最寄り店選択傾向が強いものと仮定し、分析を行った。しかし、中にはそのような傾向があまり強くない、あるいは、チェーンごとにその機能が異なる業種もある。そのような場合、店舗同士の競合関係をドローネ三角網のグラフ上で直接隣接している店舗間だけでなく、グラフ上で基準距離以内に隣接している店舗間でも定義することによって、本論文の手法を拡張し、GIS上で適用することが可能となる。また、狭い地域に多数の店舗が密集しているような場合には、店舗同士の競合関係は店舗間の絶対距離によって定義すべきであり、その場合、分析手法はここで提案したものとは異なる。

チェーン型商業施設では、幹線道路からの距離や駐車場の有無など、交通手段に関わる要因が立地に大きく影響する場合は少なくない。このような要因の扱い方については、今後さらに研究を進めていきたいと思う。

本論文で扱った店舗間の競合や住み分けは、空間的なものに限られていた。しかし、現実には店舗の異質性のため、顧客層などについても競合と住み分けが行われている。このような、非空間的な競合問題についても、今後空間的競合と合わせて考える必要があるだろう。

## 参考文献

- [1] Bennisson, D. J. and Davies, R. L. (1980): "The Impact of Town Centre Shopping Schemes in Britain - Their Impact on Traditional Town Centres," *Progress in Planning*, **14**, 1-104.
- [2] Davies, R. L. and D. S. Rogers (1984): *Store Location and Store Assessment Research*. New York: John Wiley.
- [3] Elliot, H. M. (1985): "Cardinal Place Geometry," *Geographical Analysis*, **17**, 16-35.
- [4] Ghosh, A. and C. S. Craig (1991): "FRANSYS: A Franchise Distribution System Location Model," *Journal of Retailing*, **67**, 466-495.
- [5] Jones, K. and J. Simmons (1990): *The Retail Environment*. London: Routledge.
- [6] Laulajainenn, R. and L. E. Gadde (1985): "Locational Avoidance: A Case Study of Three Swedish Retail Chains," *Regional Studies*, **20**, 131-140.
- [7] Laulajainenn, R. (1987): *Spatial Strategies in Retailing*. Dordrecht: D. Reidel Publishing.
- [8] Lee, Y. (1979): "A Nearest-Neighbor Spatial-Association Measure for the Analysis of Firm Interdependency," *Environment and Planning A*, **11**, 169-176.
- [9] Lord, J. D. and D. B. Wright (1981): "Competition and Location Strategy in Branch Banking: Spatial Avoidance or Clustering," *Urban Geography*, **3**, 189-200.
- [10] Okabe, A. and F. Miki (1984): "A Conditional Nearest-Neighbor Spatial-Association Measure for the Analysis of Conditional Locational Interdependence," *Environment and Planning A*, **16**, 163-171.
- [11] Pielou, E. C. (1961): "Segregation and Symmetry in Two-Species Populations as Studied by Nearest Neighbor Relations," *Jour-*

- nal of Ecology*, **49**, 255-269.
- [12] West, D. S. (1981): "Testing for Market Preeumption Using Sequential Location Data," *Bell Journal of Economics*, **12**, 129-143.
- [13] West, D. S. and B. Von Hohenbalken (1984): "Spatial Predation in Canadian Retail Oligopoly," *Journal of Regional Science*, **24**, 415-427.
- [14] 貞広幸雄 (1994): 「GISを用いたチェーン型商業施設の立地傾向分析」, *GIS:理論と応用*, **2**, 受理済.

## 第5章 商業集積の形態と規模に関する分析

### 第1節 研究の目的

都市の商業施設の中には、集積を成して分布しているものが多い。駅前商店街や、都心の大規模店舗を含むものなど、商業集積は様々な場所で見ることができる。このため、商業集積が形成される要因や過程について知ることは、商業施設設計上、重要な課題の一つであり、従来から数多くの研究が成されてきた。

商業集積が形成される要因については、従来集積効果を取り上げて説明する研究が多かった。集積効果は、消費者が買回りをするときの移動距離の短縮と、品揃えの豊富さによる集客効果という二つの点を合わせたものであり、実際それが集積形成の大きな要因であると考えられている。

しかし、通常商業施設が立地する場合には、地理的条件が大きく影響するものであり、空間的問題を考えずに集積の形成要因や過程を正しく知ることは難しい。例えば、駅前商店街が歩行者の流れに応じて形成されたり、用途地域制によって立地を制限される業種が特定の地域に集まるといった集積形成は、集積形成に空間的要因が大きく影響している。

そこで本論文では、商業集積の形成要因を探るための一つの方法として、商業集積の形態を分析する。商業集積は、規模が小さいときにはあまり明確な形を成さないが、規模が大きくなるにつれて道路沿いに長く伸びるものや面的に広がっていくものなど、空間的条件によって様々な広がり方を示す。そこでここでは、商業集積の形態を分類し、集積の規模との関係を調べることによって、集積形成の過程と要因を推定する。

3節では、まず商業集積の形態を分類するための手法を提案する。特にここでは、店舗間の隣接関係に着目した形態分類を行う。さらに、この分類手法によって分類された商業集積の形態と規模の関係を分析するための統計的手法について説明する。4節では、3節で提案した手法を用いた実証分析を行う。

## 第2節 既存研究のレビュー

集積形成を説明する研究として代表的なものは、競争立地問題の解として集積を記述することで、その効果を推定しようとするものである (Fotheringham, 1985; Braid, 1988)。これらの研究では、消費者が買回り行動を行うものとして店舗が競争立地を行うと、結果的に店舗は集積を成すということが示されており、買回り行動が集積の形成要因の一つであることがここから推測される。

あるいは、重力モデルのような店舗選択モデルの中でも、集積効果を暗黙のうちに含めていることが少なくない。例えば、重力でモデルにおける床面積の乗数は、集積効果を表したものであり、また、ネステッドロジットモデルにおいて商業集積と店舗という2段階の選択モデルを考えるということも、集積効果を考慮した研究の一例である。

しかし、これらの研究は空間的要因を考慮しておらず、従ってこれらのモデルによって現実の商業集積が形成される空間的な過程を表現することはできない。例えば、道路パターンなどは集積形成に大きな役割を持つことが知られているが、そのような要因はここでは扱われていない。

一方、商業集積をその性質からみて分類し、形成要因を探ろうとする研究は数多い (Berry, 1967; Scott, 1970; Fairbairn, 1984; Jones and Simmons, 1990)。Berryによる分類はこの中でも特に有名なものである。彼は、集積をその特性によって単核型、線型、商業特化地域の3つに分類し、それぞれ発生する地域や交

通網との関係などを議論している。ここでは主にアメリカの例が取り上げられているため、道路パターンとの関係が重視されている。

しかし、これらの一連の研究では、集積の特性による分類に重点が置かれており、集積の形成過程や形態などを直接扱っているわけではない。そこで本論文では、道路パターンや用途規制といった空間的要因を明示的に扱うために、商業集積の形態と規模の関係を分析する。

## 第3節 商業集積の形態分類及び形態と規模の関係进行分析するための手法

商業集積については、よく路線商店街という言葉が使われる。これは、集積が線状に広がっているものを指す言葉であり、実際、駅前商店街などには、このような路線商店街が多い。一方、都心の大規模な商業集積を見ると、それらの多くは面的あるいは格子状を成して広がっている。もちろん、これらの形以外にも、どの分類にも当てはまらないような形態もある (図5.1)。

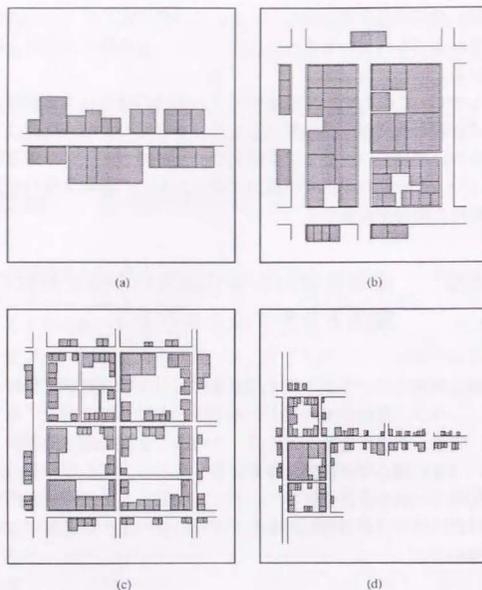


図5.1 商業集積の形態 (a)線状, (b)面状, (c)格子状, (d)その他

そこで本論文では、商業集積の形態を「線型」「面型」「格子型」及び「曖昧型」(どの区分にも分類できないもの)の4つに分類しよう。

このような分類を行うには、例えばcompactnessという形態指標を用いる方法が考えられる。compactnessとは、ある図形の面積を $S$ 、周長を $L$ としたときに、次のような式で表される指標であり、図形の形態を分類するためによく用いられるものである。

$$c = \frac{2\sqrt{\pi S}}{L} \quad (5.1)$$

compactnessが1に近いほど、その図形は円に近いものと考えられる。しかし、この指標は本来面的な対象物の形態を表すものであり、いくつかの点の集合である商業集積に適用するのは必ずしも適当ではない。また、集積の形成過程を考えると、店舗が立地する場合、他の店舗との隣接関係が重要な立地要因の一つであり、従って集積形態を分類しようとする場合にも、このような店舗間の関係を明示的に扱うことが望ましい。そこで本論文では、店舗間の位相関係を考慮した形態分類の方法を提案しよう。以下、本節では集積内の店舗間の隣接関係の定義、店舗間の隣接関係から見た各店舗の分類、店舗の分類に基づいた形態の分類方法という順に、形態分類の手法を説明する。

まずは、店舗間の位相関係を扱うために、店舗間の隣接関係を定めておこう。店舗間の隣接関係を定める場合、本来は道路との接続形態や敷地の隣接関係を考慮しなければならない。しかし、通常道路や敷地に関する詳細な情報を入手することは難しく、このような隣接関係の定義は、実際の利用に適した方法とは言い難い。このような場合、隣接関係を近似的に定める方法としてドロネ三角網がよく用いられる。ドロネ三角網は、ポロノイダイアグラムの双対グラフとして表わされるものであり、最近では地理情報システムを用いて簡単に扱うことができる。そこで本論文でも、全店舗を母点としたドロネ三角網を構築し、各リンクの両端に位置する店舗を隣接しているものと扱うことにしよう。

次に、商業集積の定義を決めておこう。商業集積については、その定義の方法は場合によって様々であり、定説が確立されているわけではない。

例えば、Leeming (1959)は、地域の全建物に占める商業系の建物の割合が1/3以上である地域を商業集積地域とするという定

義を行っている。またDavies (1959)は、地価が急激に変化する地点を商業集積の境界とした。Clark (1967)は、互いに200フィート以内に連なっている店舗の集積を商業集積とした。また日本では、商店会を構成しているものを一つの商業集積とするという方法や、買回り行動において消費者が苦痛を感じない歩行距離を考え、50m以内の距離で連担している店舗群を商業集積とするといった方法が採られている。これらの定義のうち、本論文では実際の分析における操作性を考え、ある一定距離内に連担している店舗群を商業集積として定義する。定義のための距離については、場合に応じて決定する必要がある。その場合、定義された商業集積ができるだけ利用者の認識と一致するようにすべきである。

商業集積をこのように定義する場合、さらに店舗数に関する議論が行われるのが普通である。例えば、日本の場合大規模店舗法では店舗数20以上のものだけを商業集積と定義しており、この数字はかなり一般的に使われている。一方、アメリカなどでは10あるいは5店舗以上の集積とすることも少なくない。ところで、本論文の目的は集積の形態と規模との関係を分析することであり、そのためには前述したように形態を分類することが必要である。小さな集積の場合、その形態は必ずしも明確ではなく、そのため、形態を分類することが不可能な場合がある。従ってここでは、形態分類が可能になる店舗数以上のものを商業集積としておこう。なお、この定義の基準となる店舗数については後で詳しく説明する。

以上のように、店舗間の隣接関係と商業集積を定めると、それぞれの集積内での店舗間の隣接関係を記述することができる。これをまとめると、図5.2のようになる。

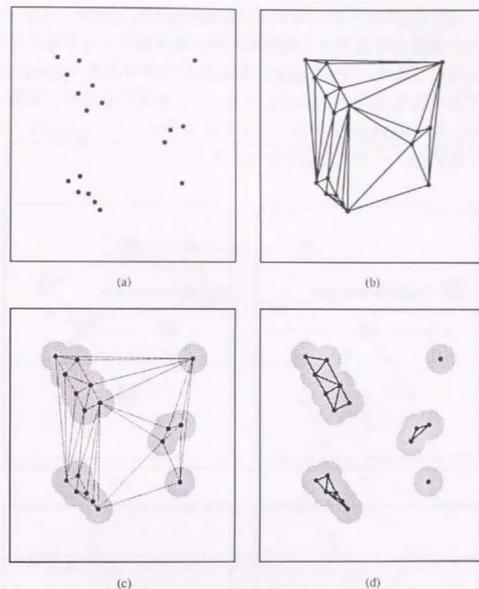


図5.2 商業集積と隣接関係の定義

(a) 店舗の分布, (b) 店舗間の隣接関係,

(c) 商業集積, (d) 各商業集積内における店舗間の隣接関係

次に、各ノード（店舗）の分類方法について説明しよう。いま、ある集積の中に、図5.3(a)のようなリンクを持つノードがあるものとする。このようなノードは、集積の輪郭を構成するものであり、集積の形態に矢印のような方向性を持たせるものと考えることができる。あるいは、このノードは集積が矢印と垂直の方向に広がることを抑えているものと見てもよい。ま

た、図5.3(b)のようなノードは、集積の端部を構成するものであり、集積が今後さらに矢印の方向に伸びることを示唆しているように見える。図5.3(c)(d)にあるようなノードは、(a)や(b)のような明確な方向性を持たないノードである。そこで、本論文では、図5.3(a)(b)のようなノードを有向性ノード、(c)(d)のノードを無向性ノードと呼ぶことにしよう。

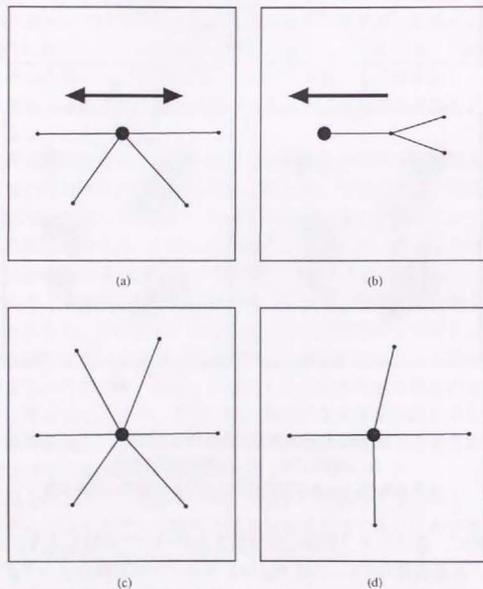


図5.3 ノードの種類 (a)(b)有向性ノード、(c)(d)無向性ノード

これらのノードを定量的に分類するには、各ノードについて隣接するリンクのなす最大角度に注目すればよい。例えば、図5.4のような集積がある場合、各ノードについて黒く示されている角度を見るとよい。

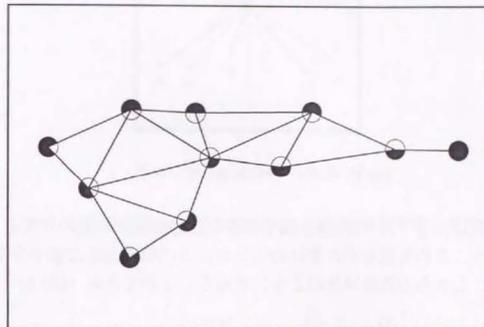


図5.4 隣接するリンクの最大角度

計算機上では、この角度は次のように求めることができる。いま、ある一つのノードに注目しよう。このノードの位置ベクトルを $\mathbf{x}_0$ 、座標を $\mathbf{x}_0=(x_0, y_0)$ とする。このノードに接続しているリンクを $l_1, l_2, \dots, l_n$ 、各リンクのもう一方の端点の位置ベクトルをそれぞれ $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n$ 、各端点の座標を $\mathbf{x}_1=(x_1, y_1), \mathbf{x}_2=(x_2, y_2), \dots, \mathbf{x}_n=(x_n, y_n)$ としよう(図5.5)。

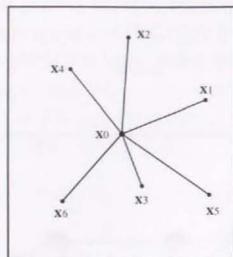


図5.5 あるノードに接続しているリンク

次に、各リンクがx軸と成す角度を反時計回りの方向で考えよう。この角度をそれぞれのリンクについて $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ とすると、これらの角度は次のように求めることができる(図5.6)。

$$\varphi_i = \begin{cases} \tan^{-1} \left( \frac{y_i - y_0}{x_i - x_0} \right) & (\text{if } y_i - y_0 \geq 0) \\ \tan^{-1} \left( \frac{y_i - y_0}{x_i - x_0} \right) + \pi & (\text{if } y_i - y_0 < 0) \end{cases} \quad (5.2)$$

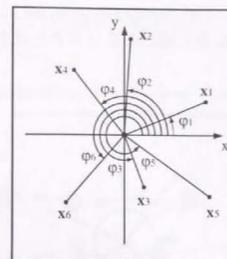


図5.6 各リンクがx軸と成す角度

これらの角度を用い、リンク $l_j$ がリンク $l_i$ から成す角 $\theta_{ij}$ を次のように表そう(図5.7)。

$$\theta_{ij} = \begin{cases} \varphi_j - \varphi_i & (\text{if } \varphi_j > \varphi_i) \\ 2\pi + \varphi_j - \varphi_i & (\text{if } \varphi_j < \varphi_i) \end{cases} \quad (5.3)$$

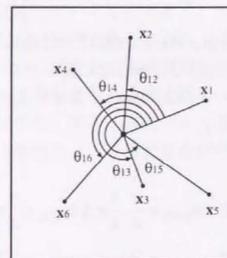


図5.7 リンク $l_j$ がリンク $l_i$ から成す角度

ここで、 $I_n = \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $\theta_i = \min\{\theta_j : j \in I_n, j \neq i\}$  とする。 $\theta_i$  は、リンク  $i$  から時計回りに見て隣にあるリンクと成す角度になる (図 5.8)。

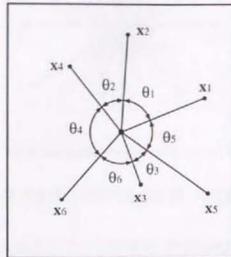


図5.8 隣接するリンクの成す角度

従って、このノードについて、隣接するリンクの成す最大角度  $\theta_{MAX}$  は次の式で表される。

$$\theta_{MAX} = \max\{\theta_i : i \in I_n\} \quad (5.4)$$

有向性ノードの場合、 $\theta_{MAX}$  は  $\pi$  及び  $2\pi$  付近に集中し、無向性ノードの場合には  $1/2\pi$  及び  $3/2\pi$  付近に集中する。従って、有向性ノードと無向性ノードは、 $\theta_{MAX}$  によって次のように定義することができるであろう。

$$\text{有向性ノード: } 0 \leq \theta_{MAX} < \frac{\pi}{4}, \frac{3}{4}\pi \leq \theta_{MAX} < \frac{5}{4}\pi, \frac{7}{4}\pi \leq \theta_{MAX} < 2\pi$$

$$\text{無向性ノード: } \frac{\pi}{4} \leq \theta_{MAX} < \frac{3}{4}\pi, \frac{5}{4}\pi \leq \theta_{MAX} < \frac{7}{4}\pi$$

図5.4のグラフにこの定義を適用すると、各ノードは図5.9のように分類される。

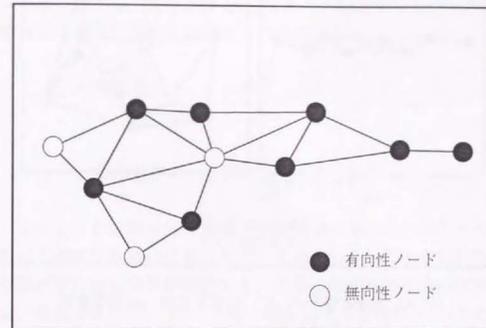


図5.9 各ノードの分類

次に、このノード分類の方法を用いて、集積形態の分類を行おう。線型集積とは、店舗が集積を形成するときに、ある方向性を保ちながら立地していくものであり、面型集積とはそのような方向性を持たないものである。このような定義を、先程分類したノードを用いて行くと、線型集積とは有向性ノードを多く持つ集積であり、面型集積とは無向性ノード多く持つ集積であるということになる。実際、有向性ノードは線型集積のノードの多くを占め、無向性ノードは面型集積の内部に多く見られる (図5.10)。

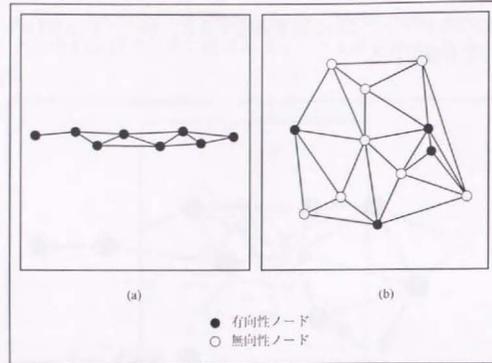


図5.10 集積形態とノード (a)線型集積, (b)面型集積

このような分類を客観的に行うには、集積に占めるノードの数と形態の関係について、分類の基準を示す必要がある。そこでここでは、統計的にこの分類を行う方法を提案しよう。集積の形態を統計的手法を用いて定めるには、まずランダムな集積を定義し、そこからはずれたもの、つまり、有向性ノードが有意に多いものを線型集積、無向性ノードが有意に多いものを面型集積として定義するという方法が考えられる。ランダムな集積については、様々な定義が有り得るが、ここではある店舗が有向性ノードになる確率と無向性ノードになる確率が等しい場合に形成される集積をランダムな集積としよう。すると、各集積について、それが形成される確率を計算することができる。いま、ある集積に含まれるノード数を $N$ 、そのうち有向性ノードを $N_1$ 、無向性ノードを $N_2$ としよう。有向性ノード及び無向性ノードの発生確率はそれぞれ $1/2$ であるから、このような集積の形成される確率は

$${}^N C_{N_1} \left(\frac{1}{2}\right)^N \quad (5.5)$$

である。従って、有意水準を $p$ とすると、線型集積及び面型集積は次のような場合に定義することができる。

$$\text{線型集積: } p > \sum_{i=0}^{N_1} {}^N C_i \left(\frac{1}{2}\right)^N$$

$$\text{面型集積: } p > \sum_{i=0}^{N_2} {}^N C_i \left(\frac{1}{2}\right)^N$$

このような分類を行う場合、店舗数が少ないとどのような場合にも曖昧型集積に分類されてしまい、前述したように形態の分類が不可能な場合が発生する。形態分類の可能な最小店舗数は、有意水準が1%、5%、10%の場合にそれぞれ8、6、5である。そこで本論文では、商業集積の最低店舗数としてこれらの数字を採用することにしよう。

ところで、以上の形態分類では、格子型の集積が定義されていなかった。格子型集積とは、図5.1(c)に示すようなものであるが、この形態は、店舗間の隣接関係の定義によって形態分類が異なるものとして、定めることができる。前述したように、店舗間の隣接関係はドロネー三角網によって定義した。この定義を、集積内部の空隙を通るリンクについても定義するかどうかによって、格子型集積は面型集積にも線型集積にも見える。例えば、図5.11のような格子型集積がある場合、隣接関係を(a)のように定義するか(b)のように定義するかによって、その見え方が異なるわけである。

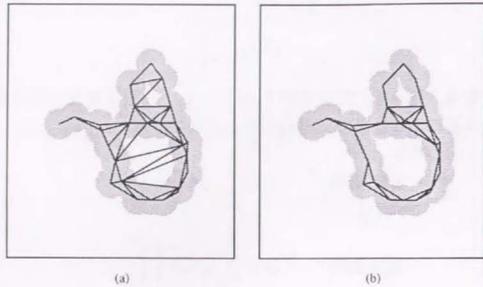


図5.11 格子型集積の定義方法

そこで本論文では、集積内の店舗間の隣接関係について、このように集積内部の空隙を通るリンクを認める場合と認めない場合の二通りの定義を行い、定義によって形態が異なる集積を格子型集積と定義しておこう。

以上の分類方法によって、商業集積の形態を4つに区別することができる。もちろん、形態分類の妥当性については、実際のデータに手法を適用することによって確認する必要がある。この分類の検証は、第4節で行うことにしよう。次に、集積の形態と規模の関係を調べるための方法について考えてみよう。集積の規模については、集積の面積や総床面積、含まれる店舗数などの指標を用いて記述することが可能であろう。この場合、例えば集積の規模が大きくなると、その形態は面型あるいは格子型になるのではないかという仮説を立てることができる。この仮説を統計的に検定する場合には、WilcoxonのU検定を用いれば良い。つまり、面型あるいは格子型の集積の規模が、全ての集積の規模の中で偏っているかどうかを調べれば良い。あるいは、線型の集積と曖昧型の集積を比べた場合に、前者の方が後者よりも規模のばらつきが大きいと思われる場合には、連検定を用いれば、二つの分布の間に違いがあるかどうか

を検定することができる。

#### 第4節 実証分析

前節では、商業集積の形態を分類し、規模と形態の関係を検証するための手法を提案した。本節では、この手法の有効性を確認するために、西宮市の商業集積について適用した事例を示す。

まず、集積の同定方法について説明しよう。商業施設としては、NTTタウンページの業種分類における卸売りとサービス業の一部の店舗を取り上げている。商業施設のデータは、平成4年度NTTタウンページに掲載されている各店舗の住所をコンピュータに入力し、アドレスマッチングによってXY座標に変換したものをGISに入力してある。これらのポイントデータを基に、何通りかの半径でバッファリングを行い、その結果が利用者の認識に最も近いものとして、最終的に半径25mでバッファリングを行った。

次に、これらの集積について、ドローネ三角網をGIS上で発生させ、そのデータについて、ワークステーション上で店舗間の隣接角度を計算し、有意水準5%とした統計的検定による形態分類を行った。その結果、図5.12に示すように集積の分類が行われた。

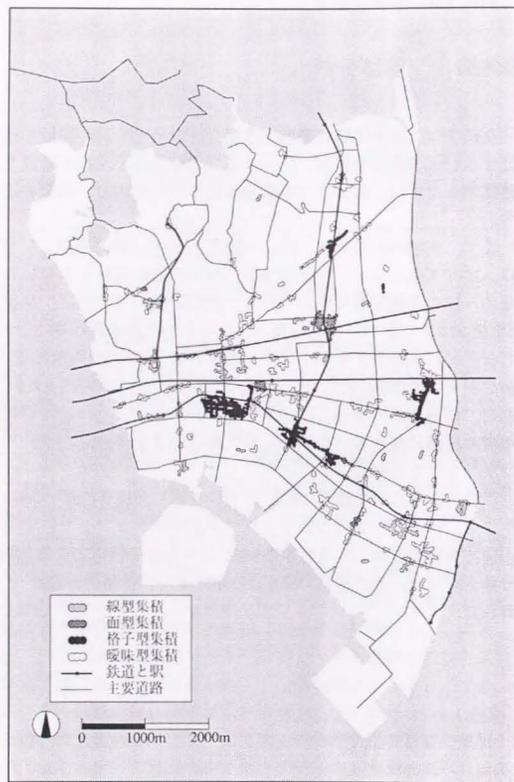


図5.12 西宮市の商業集積形態の分類

図5.12を見る限り、形態の分類は適切に行われているように見える。さらに、分類の結果を詳細に検討するために、形態別の分類結果についても見てみよう（図5.13）。

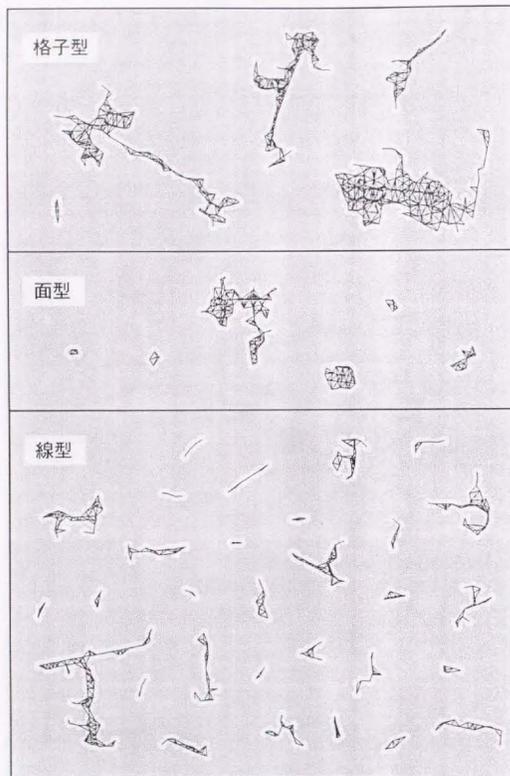


図5.13 形態別の商業集積分類



図5.13 形態別の商業集積分類 (続き)

やはり、直感的に線型や面型、格子型に見える集積は、確かにそのように判断されている。従って、前節の分類方法は有効であることが確認されたと言えよう。

次に、格子型、面型、及び線型の商業集積について、道路網や鉄道駅の位置との関係を地図上で見てみよう（図5.14, 15, 16）。なお、線型集積については代表的なものだけを取り上げている。

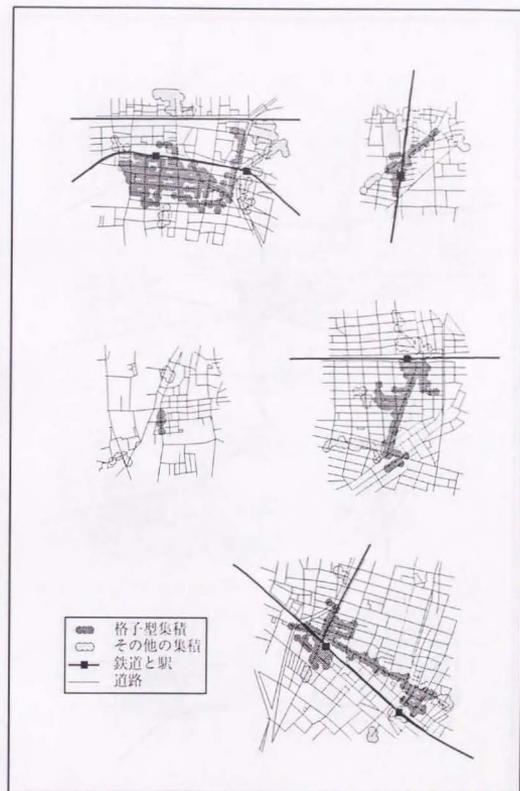


図5.14 格子型商業集積

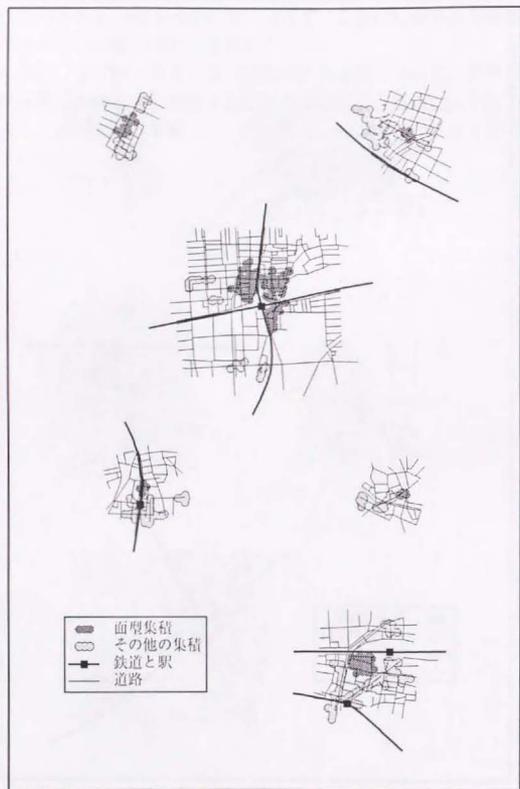


図5.15 面型商業集積

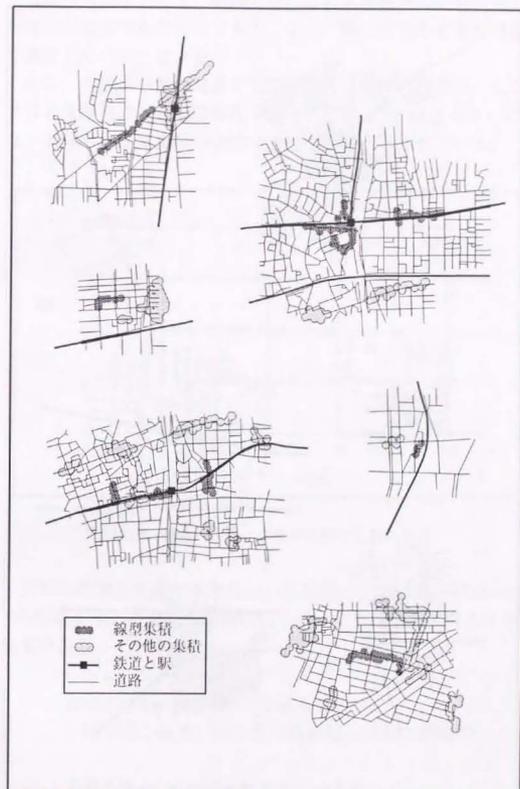


図5.16 線型商業集積

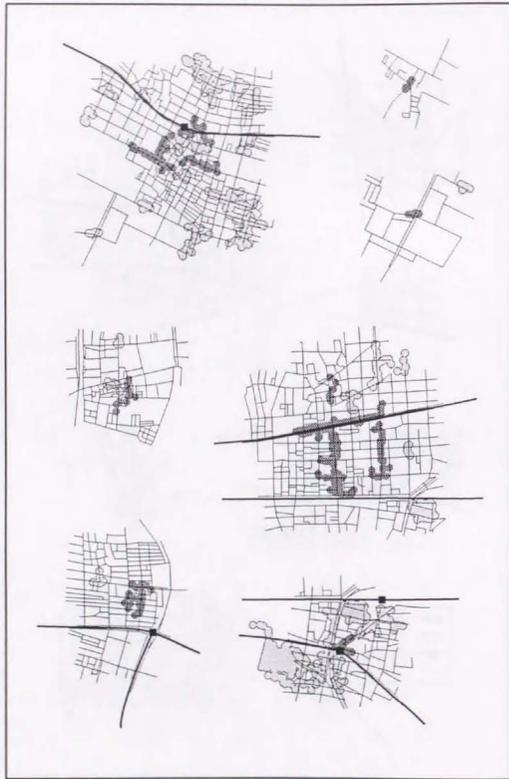


図5.16 線型商業集積 (続き)

これらの図を見ると、集積形態における道路網の影響の強さを改めて確認することができる。また、駅の位置も重要な役割を果たしていることが多い。

次に、規模と形態の関係を見てみよう。集積の規模は、ここでは各集積に含まれる店舗数を用いて記述している。図5.17には、西宮市の商業集積の規模と形態の関係が示されている。

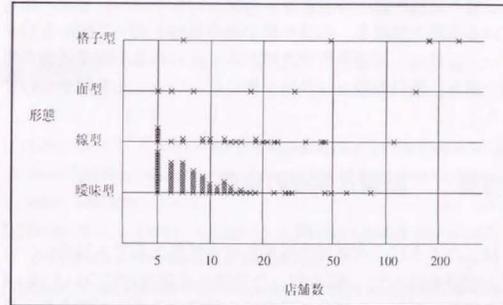


図5.17 西宮市の商業集積の規模と形態の関係

これらの関係を調べるために、各形態対について、WilcoxonのU検定を用いた規模の差の検定を行ったところ、次のような結果を得ることができた。

有意水準5%で有意になる組み合わせ

格子型>線型, 格子型>曖昧型, 線型>曖昧型

有意水準5%で棄却される組み合わせ

格子型>面型, 面型>線型, 面型>曖昧型

有意水準5%で有意になった組合せを併せて考えると、商業集

積はその規模が大きくなるにつれて、曖昧型から線型、さらに格子型へと移行するのではないかと推測することができる。実際、図5.14を見ると、格子型集積のうちいくつかは明らかにいくつかの線型集積がつながって形成されたものであり、このような形態変化の存在を裏付けている。一方、面型の集積はその規模にばらつきが大きく、他の形態変化とは別に形成されることが予想される。実際、それぞれの面型集積について見ると、各店舗の規模が他の形態と比べて明らかに小さく、また、面している道路の幅員も、線型や格子型の集積と比べて狭いものが多い。これは、面型集積が比較的古くからある小規模店舗の集積であり、他の形態とは性格を異にしていることを示すものであろう。

## 第5節 結論と今後の課題

以上のように、本章では商業集積の規模と形態の関係について、考察を行った。3節で行った形態の分類方法については、4節の実証分析によってその妥当性を確認することができた。また、実証分析からは、商業集積はその規模が大きくなるにつれて、曖昧型から線型、格子型へと変化する傾向があり、その一方で性格の異なる面型集積が存在するということがわかった。しかし、全体的には面型集積の数は非常に少なく、集積の形態が道路網によって強く規定されることを示唆している。従って、今後どのような道路に集積が形成されているのかを詳細に調べることで、現存する商業集積の将来的な形態を予測し、それに対してどのような用途規制を行う必要があるかを検討することができる。

次に、本研究に関する今後の課題について、簡単にまとめておこう。本論文において用いた形態分類の手法では、線型と面型、線型と格子型といった二つの集積の組合せになっている集積は、多くの場合曖昧型に分類される。このような集積は、そ

の数がそれほど多くないため、本論文のように形態と規模との関係を大局的に見る場合にはあまり問題にはならないが、集積形態をより詳細に扱う場合には、新たな分類を設ける必要が発生するかもしれない。今後さらにいくつかの実証分析を通して、この問題について検討していきたい。

また、本論文では各店舗の規模を明示的に扱わなかったが、各店舗の規模と集積の規模には密接な関係があるものと思われる。この点についても、今後研究を進めていきたい。

## 参考文献

- [1] Berry, B. J. L. (1959): "Ribbon Development in the Urban Business Patterns," *Annals of the Association of American Geographer*, 145-155.
- [2] Berry, B. J. L. (1967): *Geography of Market Centers and Retail Distribution*. New Jersey: Prentice-Hall.
- [3] Braid, R. M. (1988): "Heterogeneous Preferences and Non-Central Agglomeration of Firms," *Regional Science and Urban Economics*, 18, 57-68.
- [4] Carlino, G. A. (1980): "Contrasts in Agglomeration: New York and Pittsburgh Reconsidered," *Urban Studies*, 17, 343-352.
- [5] Clark, W. A. V. (1967): "The Spatial Structure of Retail Functions in a New Zealand City," *New Zealand Geographer*, 23, 23-33.
- [6] Elliot, H. M. (1985): "Cardinal Place Geometry," *Geographical Analysis*, 17, 16-35.
- [7] Fairbairn, K. (1984): "The Urban Pattern of Retailing," in *Store Location and Store Assessment Research*, edited by R. L. Davies and D. S. Rogers, 55-71. New York: John Wiley.
- [8] Fotheringham, A. S. (1985): "Spatial Competition and Agglomeration in Urban Modeling," *Environment and Planning A*, 17, 213-230.

- [9] Garwood, F. (1947): "The Variance of the Overlap of Geometrical Figures with Reference to a Bombing Problem," *Biometrika*, **34**, 1-17.
- [10] Getis, A. and J. M. Getis (1968): "Retail Store Spatial Affinities," *Urban Studies*, **5**, 317-332.
- [11] Jones, K. and J. Simmons (1990): *The Retail Environment*. London: Routledge.
- [12] Kellerer, A. M. (1983): "On the Number of Clumps Resulting from the Overlap of Randomly Placed Figures in a Plane," *Journal of Applied Probability*, **20**, 126-135.
- [13] Lee, Y. (1979): "A Nearest-Neighbor Spatial-Association Measure for the Analysis of Firm Interdependency," *Environment and Planning A*, **11**, 169-176.
- [14] Leeming, F. A. (1959): "An Experimental Survey of Retail Shopping and Service Facilities in Part of North Leeds," *Transactions and Papers of the Institute of British Geographers*, **26**, 133-152.
- [15] Logan, A. (1968): *The Pattern of Service Centers in Warringah Shire*. Sydney: University of Sydney Planning Research Centre.
- [16] Okabe, A., B. Boots and K. Sugihara (1992): *Spatial Tessellations*. New York: John Wiley.
- [17] Okabe, A., and F. Miki (1984): "A Conditional Nearest-Neighbor Spatial-Association Measure for the Analysis of Conditional Locational Interdependence," *Environment and Planning A*, **16**, 163-171.
- [18] Okabe, A. and A. Fujii (1984): "The Statistical Analysis through a Computational Method of a Distribution of Points in relation to Its Surrounding Network," *Environment and Planning A*, **16**, 107-114.
- [19] Okabe, A. and T. Yoshikawa (1989): "The Multi Nearest Neighbor Distance Method for Analyzing the Compound Effect of

- Infrastructural Elements on the Distribution of Activity Point," *Geographical Analysis*, **21**, 216-235.
- [20] Pielou, E. C. (1961): "Segregation and Symmetry in Two-Species Populations as Studied by Nearest Neighbor Relations," *Journal of Ecology*, **49**, 255-269.
- [21] Pielou, E. C. (1977): *Mathematical Ecology*. New York: John Wiley.
- [22] Proudfoot, M. J. (1937) "City Retail Structure," *Economic Geography*, **13**, 425-428.
- [23] Radke, J. D. (1988) "On the Shape of a Set of Points," in *Computational Morphology*, edited by G. T. Toussaint, 105-136. Amsterdam: North Holland.
- [24] Roach, S. A. (1968): *The Theory of Random Clumping*. London: Methuen.
- [25] Sadahiro, Y. (1994): "A Statistical Method for Analyzing Shapes of Retail Clusters with Respect to Their Sizes," submitted to *Geographical Analysis*.
- [26] Santaló, L. A. (1976): *Integral Geometry and Geometric Probability*. London: Addison-Wesley.
- [27] Scott, P. (1970): *Geography and Retailing*. London: Hutchinson & Co.
- [28] Serra, J. (1982): *Image Analysis and Mathematical Morphology*. London: Academic Press.
- [29] Upton, G. and B. Fingleton (1985): *Spatial Data Analysis by Example*. New York: John Wiley.
- [30] 小嶋勝衛・根上彰生 (1981): 「繁華地区の空間構成に関する研究」, *都市計画学会学術研究論文集*, **16**, 145-150.
- [31] 阪本一郎・村松茂樹・高辻秀興・中井検裕 (1991): 「商業集積地のポイントサンプリングデータを用いた抽出と集積規模の変化」, *都市計画学会学術研究論文集*, **26**, 103-108.
- [32] 貞広幸雄 (1994): 「商業集積の形態と規模に関する分析」,

都市計画, 投稿中.

- [33] 深海隆恒 (1974): 「商業地における歩行者流に関する研究」, 都市計画学会学術研究論文集, 9, 43-48.

## 第6章 消費者の店舗評価に関する分析

### 第1節 研究の目的

既に述べたように、近年都市における商業空間構造は大きな変革期を迎えているが、その大きな原因の一つに、品揃えや駐車場の有無といった店舗の属性に対する消費者の評価が変わってきたことが挙げられる。例えば、駐車場を例にとって考えてみよう。自動車の一般家庭への普及に伴い、消費者は店舗を評価する場合、店舗までの距離をあまり気にしない、つまり、重視しないようになり、その代わりに店舗が大きな駐車場を持っていることを高く評価するようになってきている。また、かつては消費者はいわゆる「なじみ」の店で買物をするということが多かったが、最近はこの「なじみ」という点はあまり高く評価されなくなってきている。このようなことを考えると、適切な商業施設計画を行う上で、消費者の店舗属性に対する評価を客観的に捉えることが不可欠であると思われる。

消費者の店舗評価を知るための手段としては、買物動向調査が従来からよく行われてきた。特にその中でも、各店舗の品揃えや価格などについて消費者に評価を求めるアンケート調査は、よく行われるものである。例えば、「以下の商業施設のうち、あなたの利用される施設について、各項目を5段階で評価してください」といったものである。店舗属性に対する消費者の評価は、このようなアンケート調査項目ごとに単純集計を行うと、おおよその傾向が分かる。例えばある店舗について、価格が安いと評価する人が非常に多く、品揃えについては高く評価する人があまりいない場合には、その店は価格の安さゆえに利用されているのであろうと推測することができる。しかし単

純集計からだけでは、消費者がそれぞれの店舗属性をどの程度重視しているのかという評価値を数量的に知るのは難しい。そのため、店舗の属性をどうすれば消費者の評価が上がるのか、さらには、どうすれば多くの消費者を集めることができるのか、という問題を考えることは容易ではなかった。

このような目的を達するには、店舗に対する消費者の数量的評価値を推定する必要がある。これは、消費者の店舗属性に対する評価尺度をアンケート結果から導出することによって可能となる。

そこで本章では、買物動向調査において店舗の評価を尋ねるアンケートから、消費者の店舗属性に対する評価尺度を導出する手法を提案する。3節では、消費者による店舗属性の評価行動を確率的モデルとして定式化する。次に4節では、実際に得られているアンケート結果からモデルを推定するための方法を示す。さらに5節では、このモデルの実際の有効性を検討するため、西宮市買物動向調査におけるアンケート結果に適用する。最後に6節では、本章から得られる知見のまとめと今後の課題を述べる。

## 第2節 既存研究のレビュー

消費者の評価尺度を導出するための手法は、既にいくつか存在する。ここではそれらについて簡単に説明する。

消費者行動分析において最もよく用いられるモデルはロジットモデルである (Dunn and Wrigley, 1982; Ben-Akiva and Lerman, 1985)。ロジットモデルは、実際の消費者の店舗選択行動の結果から、店舗の持つ属性が消費者の店舗選択にどのように影響しているかを推定しようとするものである。ここでは、消費者の店舗選択の結果と、店舗の持つ属性、消費者と店舗間の時間距離や交通手段に関するデータが必要となる。

ハフモデルなどの重力モデルも、消費者行動分析においてよ

く用いられるものである (Huff, 1964; Fotheringham, 1986; Guy, 1987)。重力モデルは、ロジットモデルのように個人の効用という理論的な出発点を持っていないこと、よりマクロな分析に使われることが多いという点でロジットモデルとは異なっているが、消費者の店舗選択行動の結果から、店舗の持つ属性の影響を推定しようという点ではロジットモデルと類似している。重力モデルの場合も、必要なデータはロジットモデルの場合と同じである。

以上二つのモデルは、消費者の店舗選択行動に関するモデルであり、選択される対象はあくまで店舗であった。しかし、対象を店舗に限らなければ、消費者の評価尺度を導出するための方法は他にもいくつか存在する。

例えば、マーケティングサイエンスにおける選好分析がある (Parker and Srinivasan, 1977; Gensch and Svestka, 1984)。これは、いくつかの商品について、消費者がそれらを好みの順に並べた結果を利用し、それぞれの商品の属性がどのように影響を与えているのかを知ろうとするものである。また、コンジョイント分析 (Green and Srinivasan, 1978) も、対象とする商品が仮想的なものであるという点では異なるが、手法自体は選好分析と基本的に同じである。これらの分析手法は、どちらも商品に対する消費者の選好行動の結果と商品の属性データを必要とするものである。

心理学の分野には、双対尺度法がある (Srinivasan and Shocker, 1973)。これは、一対の選択対象について、被験者が好みの方を選択するという実験を何組かの選択対象について繰返し、その結果と選択対象の属性から属性に対する被験者の評価尺度を推定しようとするものである。

以上のように、対象物の選択結果あるいは対象物に対する評価の順位と属性に関するデータを用いて、評価尺度を導き出すという手法は数多く存在する。しかし、これらの方法は、どちらかというと間接的に評価尺度を求めるものであり、データ

の存在しない属性については評価を数量的に知ることはできない。そこでここでは、データの存在しない属性に対しても評価を推定することができる評価尺度の導出方法を提案する。

### 第3節 店舗評価要因選択のモデル化

消費者の店舗評価を知るために最もよく用いられる方法は買物動向調査である。買物動向調査では、店舗に対する評価を尋ねるアンケートがよく行われる。その項目としては、「あなたが買物をする店舗について、その店舗を選んだ理由を挙げてください」、「それぞれの店舗について、下記の項目を10段階で評価してください」、「下記の店舗について、特に優れていると思われる項目の一つを挙げてください」といった種類のものが多い。これらの質問には、品揃え、品物の価格など、店舗の持つ様々な属性に対する消費者の評価を引き出そうという意図がある。この意図を十分に活かすために、ここでは、消費者の店舗選択理由から、店舗属性に対する消費者の評価尺度を導出する手法を提案する。

消費者が店舗を選択する場合には、店舗までの距離や品揃えなどを考慮する。ここでは、それらを評価要因と呼ぶことにしよう。評価要因は、メートル、円など、客観的な量として測ることができるものが多い。そこで、消費者 $i$ に関する店舗 $j$ の $k$ 番目の評価要因の客観量を $X_{ijk}$ と表わすことにする。しかし、消費者はこれらの評価要因をその客観量 $X_{ijk}$ のままの形で捉え、良し悪しを評価するというわけではない。例えば、評価要因として、店舗で扱っている品物の数を考えてみよう。品数が多ければ、それに対する評価は確かに高くはなるであろうが、品数が2倍になったからといって、評価も2倍になるとは限らない。これは、消費者が評価要因の客観量 $X_{ijk}$ をある評価関数に基づいて主観量に変換しているためであると考えられる。そこで、この

変換を評価関数と呼び、消費者 $i$ の評価要因 $k$ に対する評価関数を $U_{ijk}$ で表し、 $U_{ijk}(X_{ijk})$ の値を店舗 $j$ の評価要因 $k$ の主観量を表しているものと考え、これを評価値と呼ぶことにしよう(図6.1)。

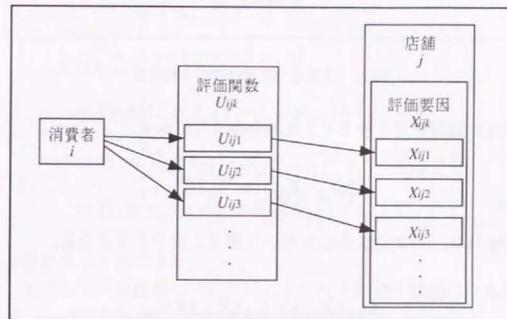


図6.1 消費者の店舗評価

もちろん、消費者の評価値は常に一定というわけではない。消費者の評価要因に対する評価は、状況に応じて微妙に変動するのが普通である。しかし、その変動も大局的に見ると安定しており、確率的評価値 $U_{ijk}(X_{ijk})$ は期待値をとると一定値に落ち着いていると考えられる。そこでこの値を期待評価値と呼び、 $V_{ijk}(X_{ijk})$ と表すことにしよう(図6.2)。

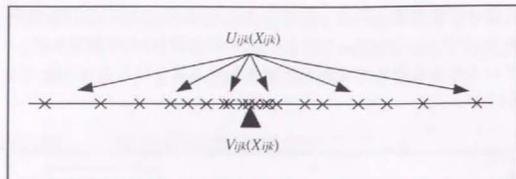


図6.2 消費者の評価の変動と期待値

期待評価値を式で表すと、式(6.1)のようになる。

$$E[U_{ijk}(X_{ijk})] = V_{ijk}(X_{ijk}) \quad (6.1)$$

式(6.1)は、確率変動項 $\varepsilon_{ijk}$ を用いて表すと次のようになる。

$$\begin{aligned} U_{ijk}(X_{ijk}) &= V_{ijk}(X_{ijk}) + \varepsilon_{ijk} \\ E[\varepsilon_{ijk}] &= 0 \end{aligned} \quad (6.2)$$

ここで、確率変動項 $\varepsilon_{ijk}$ については、期待値が0であるということ以外には何ら条件を付していない。しかし通常、店舗の選択理由については、例えば品質と広告の数というように、独立な評価要因を選ぶことが多いので、変動項 $\varepsilon_{ijk}$ は独立であると仮定しても差し支えないであろう。

次に、消費者が店舗選択理由を多数の質問項目の中から選択するという行動を、この評価値を用いて表現してみよう。今、 $i$ という消費者が、店舗 $j$ の選択理由として、価格の安さと品質の高さという2項目のうち、価格の安さという項目を選んだ場合を考えてみよう。この場合、この消費者は店舗 $j$ に関して価格の安さを品質の高さよりも高く評価したものと考えられる。これを式で表すと、価格を要因1、品質を要因2、価格に対する評価

値を $U_{ij1}(X_{ij1})$ 、品質に対する評価値を $U_{ij2}(X_{ij2})$ として、

$$U_{ij1}(X_{ij1}) > U_{ij2}(X_{ij2}) \quad (6.3)$$

という不等式が成り立っているものと考えられる。このような評価が行われる確率は、式(6.2)を用いて、

$$\begin{aligned} &\text{Prob}[U_{ij1}(X_{ij1}) > U_{ij2}(X_{ij2})] \\ &= \text{Prob}[U_{ij1}(X_{ij1}) - U_{ij2}(X_{ij2}) > 0] \\ &= \text{Prob}[V_{ij1}(X_{ij1}) - V_{ij2}(X_{ij2}) + \varepsilon_{ij1} - \varepsilon_{ij2} > 0] \\ &= \text{Prob}[\varepsilon_{ij1} - \varepsilon_{ij2} > V_{ij2}(X_{ij2}) - V_{ij1}(X_{ij1})] \end{aligned} \quad (6.4)$$

と表わすことができる。

ところで、変動項についてはここではその差が問題になるので、この差を新たに次のように定義しておこう。

$$\varepsilon_{ijk_1k_2} = \varepsilon_{ijk_1} - \varepsilon_{ijk_2} \quad (6.5)$$

$\varepsilon_{ijk_1k_2}$ は、本来は各評価要因の評価の変動であるが、一対の評価要因間の比較を行うときに生ずる変動と考えることもできる。比較される二つの要因に対する評価は、その都度行われると考えられるので、この場合、 $\varepsilon_{ijk_1k_2}$ はかなり独立性の高い変動項であると考えることができよう。この $\varepsilon_{ijk_1k_2}$ を用いると、式(6.4)は

$$\text{Prob}[U_{ij1}(X_{ij1}) > U_{ij2}(X_{ij2})] = \text{Prob}[\varepsilon_{ijk_1k_2} > V_{ij2}(X_{ij2}) - V_{ij1}(X_{ij1})] \quad (6.6)$$

と書き換えることができる。

変動項 $\varepsilon_{ijk}$ については、通常経験的に正規分布が仮定されることが多い。しかし、正規分布は確率分布関数の計算に数値積分を要するなど、解析的な計算の上でいくつかの難点がある。そこでここでは、より解析性の高いロジスティック分布を仮定することにする。ロジスティック分布は、図6.3に示されるような、正規分布に似た形状の確率密度関数である。

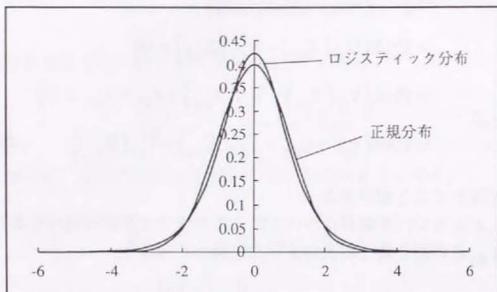


図6.3 ロジスティック分布と正規分布

ロジスティック分布は、パラメータのとりかたによっては正規分布の極めて良い近似になり、正規分布よりも計算上扱いやすいという利点を持っている。従って、変動項に関するこの仮定は容認できるものであろう。ロジスティック分布の平均を0、分散を $\sigma$ とすると、 $\varepsilon_{ijk}$ の従う確率密度関数は、

$$f(x) = \frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}x}}{(1 + e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}x})^2} \quad (6.7)$$

となる(図6.4)。

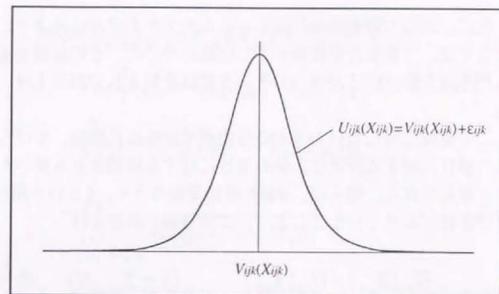


図6.4 消費者の評価値の変動

また、確率分布関数は

$$F(x) = \frac{e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}x}}{1 + e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}x}} \quad (6.8)$$

である。従って、評価要因1が評価要因2よりも高く評価される確率は、式(6.6)及び(6.8)を用いて

$$\begin{aligned} & \text{Prob}[U_{ij1}(X_{ij1}) > U_{ij2}(X_{ij2})] \\ &= \text{Prob}[\varepsilon_{ij12} > V_{ij2}(X_{ij2}) - V_{ij1}(X_{ij1})] \\ &= 1 - F(V_{ij2}(X_{ij2}) - V_{ij1}(X_{ij1})) \\ &= \frac{1}{1 + e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}(V_{ij2}(X_{ij2}) - V_{ij1}(X_{ij1}))}} \end{aligned} \quad (6.9)$$

と表すことができる。

次に、実際の調査結果に即してこのモデルを考えてみよう。ここでは、「あなたが買物をする店舗について、その店舗を選んだ理由を挙げてください」という質問を例として取り上げる。

この質問に対していくつかの理由が挙げられた場合、挙げられた項目に対する評価は、他の項目に対する評価よりも高いものと考えられる。例えば、 $N$ 個の評価要因のうち、1という項目だけが挙げられていたとしよう。この場合、消費者は

$$U_{ij1}(X_{ij1}) > U_{ijk}(X_{ijk}) \quad (k = 2, \dots, N) \quad (6.10)$$

と判断したものと解釈することができる。これは、図で表すと例えば図6.5のような状況であろう。

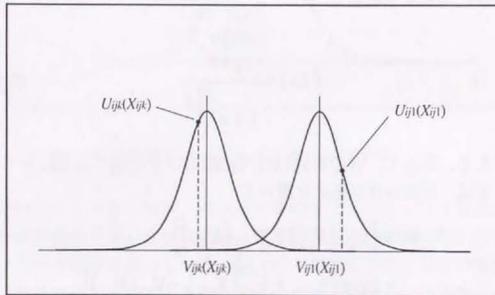


図6.5 消費者の評価

このようなことが起こる確率は、式(6.10)に示した $N-1$ 個の事象の同時確率密度関数を考えれば良い。すなわち、式(6.9)より

$$\begin{aligned} & \text{Prob}\left[U_{ij1}(X_{ij1}) > U_{ijk}(X_{ijk}), k = 2, \dots, N\right] \\ &= \text{Prob}\left[\varepsilon_{ij1k} > V_{ijk}(X_{ijk}) - V_{ij1}(X_{ij1}), k = 2, \dots, N\right] \\ &= \prod_{k=2}^N \left\{1 - F\left(V_{ijk}(X_{ijk}) - V_{ij1}(X_{ij1})\right)\right\} \\ &= \prod_{k=2}^N \frac{1}{1 + e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}(V_{ijk}(X_{ijk}) - V_{ij1}(X_{ij1}))}} \end{aligned} \quad (6.11)$$

となる。買物動向調査では、このようなデータが、様々な消費者 $i$ や店舗 $j$ 、評価要因 $k$ について得られている。そのため、複数の消費者や店舗、評価要因について、店舗選択理由の選択が同時に行われる確率を考えることができる。この確率は、

$$\prod_{i,j,k_1,k_2} \frac{1}{1 + e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}(V_{ijk_2}(X_{ijk_2}) - V_{ijk_1}(X_{ijk_1}))}} \quad (6.12)$$

と表わされる。

#### 第4節 店舗評価要因選択モデルの推定

前節のように定式化されたモデルを用いると、期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ や $\sigma$ が分かっている場合には、買物動向調査において評価要因に対する評価がどのように行われるかが分かる。具体的には、式(6.12)の確率を求めることができる。しかし、実際には $V_{ijk}(X_{ijk})$ や $\sigma$ は未知であることが多く、アンケート結果からそれらを推定しなければならない。これは即ち、1節で述べたような、データから期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ を推定するという本論文の目的である。そこで本節では、前節で示したモデルの推定方法を述べる。

モデルは、式(6.12)に事象の起こる確率が表されているのであるから、最尤法を用いることで $V_{ijk}(X_{ijk})$ や $\sigma^2$ を推定することができる。即ち、

$$\max_{V_{ijk}(X_{ijk})} \prod_{i,j,k_1,k_2} \frac{1}{1 + e^{\frac{3\sigma}{\sqrt{\pi}}(V_{ijk_2}(X_{ijk_2}) - V_{ijk_1}(X_{ijk_1}))}} \quad (6.13)$$

を解けばよいことになる。

次に、上記のモデルの具体的な推定手順を簡単に示す。推定の方法は、期待評価値の関数形が分かっているかどうか、及び、 $X_{ijk}$ のデータがあるかどうかによって異なる。

第一に、期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の関数形が全く分からない場合を考えてみよう。この場合には、期待評価値の関数形は分かっているが $X_{ijk}$ のデータが全くないという場合も含まれる。具体的には、各店舗の品物の価格はわかっているが、価格を消費者がどのように評価しているかわからない、あるいは逆に、消費者の評価構造はわかっているが、店舗に関する属性データが全くないといった場合である。このようなときには、まず、消費者をその種類によって層別化し、それぞれの消費者層について個別にモデルの推定を行う。つまり、 $V_{ijk}(X_{ijk}) = V_{jk}(X_{jk})$ とおくわけである。層別化の方法としては、地域ごとの集計や消費者の属性データを利用したクラスタリングなど、いくつか考えられる。層別化を行うと、それぞれの店舗について、評価要因間での $V_{jk}(X_{jk})$ の大小関係を明らかにすることができる。例えば、店舗*j*については消費者は

品質の高さ > 品揃えの豊富さ > 価格の安さ  
と評価している、ということが分かるわけである。ただし、店舗*j*<sub>1</sub>と店舗*j*<sub>2</sub>のどちらの品質の方が高く評価されているか、ということはここでは分からない。

第二に、全ての期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の関数形が分かっているか、あるいは仮定されており、それらの評価項目について $X_{ijk}$ の

データも得られている場合を考えてみよう。これは、期待評価値の関数形と消費者や店舗の属性、座標に関するデータ、アンケート結果の全てが揃っている場合であり、式(6.13)をそのまま解けば良い。

第三に、一部の期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の関数形が分かっている、あるいは、一部の $X_{ijk}$ に関するデータがない、という場合を考えてみよう。現実的には、期待評価値の関数形も $X_{ijk}$ も全て分かっているということは希である。例えば、消費者の年収などといった、個人のプライバシーに関わる属性データは、入手できないことも多い。また、店舗の信用や清潔さなどは、物理量として簡単に測定できるわけではない。このように、いくつかの評価要因について関数形が明らかでない、あるいは $X_{ijk}$ のデータが得られていない、という場合には、関数形の明らかでない期待評価値について、 $V_{ijk}(X_{ijk})$ は消費者によらないという仮定をおく。すると、関数形の明らかでない期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の中にも含まれるパラメータと、その他の期待評価値の大きさを推定することができる。この場合、各評価要因の期待評価値の大きさは全て推定できるわけであるから、同一店舗についての評価要因の比較や、一評価要因について店舗間での比較を行うことができる。前者は例えば、店舗*j*について消費者は品揃えの豊富さよりも品質の高さを高く評価している、といったことであり、後者は例えば、価格について店舗*j*<sub>1</sub>よりも店舗*j*<sub>2</sub>の方が高い評価をされているといった比較である。このように、 $X_{ijk}$ のデータが得られていない項目について期待評価値を推定するのは、ロジットモデルのように間接的に評価を推定するモデルでは難しい。

以上のように、モデルの推定方法は場合によって異なる。しかし、現実的には第三のような場合が最も多いであろう。この場合にはさらに、 $X_{ijk}$ に関するデータはあるが、期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の関数形が分からないという評価項目について、 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の関数形の選択を行うこともできる。つまり、まず本論文の方法によって期待評価値 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の値を推定し、次に $X_{ijk}$ の

値と比較することによって、 $V_{ijk}(X_{ijk})$ の関数形としてどれが最も説明力が高いかということを判定できるわけである。

## 第5節 実証分析例

3節及び4節では、解析手法の応用可能性を示すために、一般的な形でのモデルの記述と推定方法の説明を行った。本節では、実証分析の例を通して、具体的な解析手順について詳しく述べる。

ここで用いる実証データは、1988年西宮市で行われた買物動向調査の結果である。調査の対象は、西宮市在住の主婦及びそれに代る者であり、総数4269の回答が得られている。これは西宮市の全世帯数の約5%に当たる。回答者の分布は図6.6の通りである。

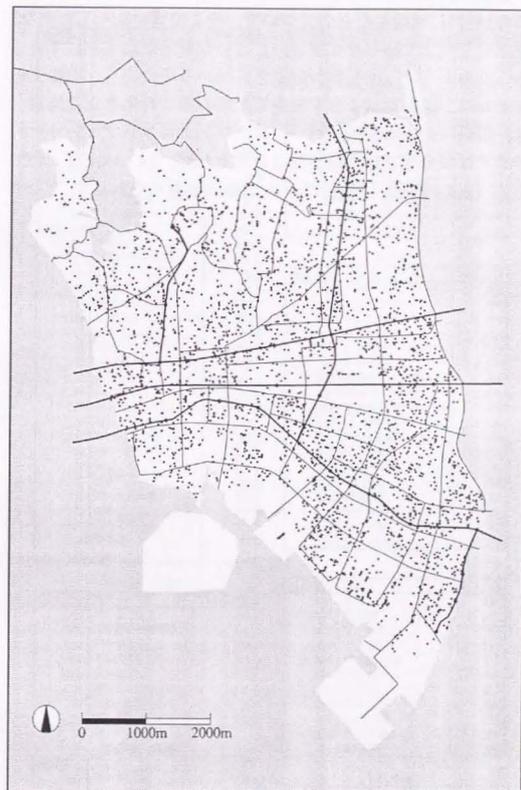


図6.6 買物動向調査の回答者の分布



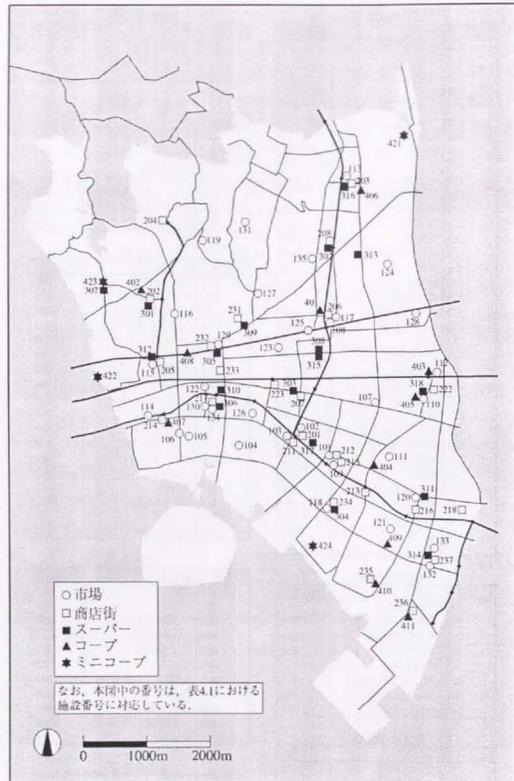


図6.7 商業施設の分布

店舗選択理由としては、表6.2のような22の選択肢が提示されている。表中、左欄の番号は、評価要因の項目番号を示す。

表6.2 店舗選択理由

1	近くて便利だから
2	品数が多いから
3	品質がよいから
4	価格が安いから
5	なじみだから
6	営業時間が長いから
7	店が清潔だから
8	広告がよく入るから
9	バーゲンの内容が魅力的だから
10	通勤途上だから
11	信用がおけるから
12	店員のマナーがよいから
13	駐車場・駐輪場があるから
14	雰囲気・ムードがあるから
15	流行の商品があるから
16	明るくて活気があるから
17	休憩所・トイレなどの施設があるから
18	何でも揃うから
19	有名店だから
20	子どもを連れていても買物しやすいから
21	セルフ方式だから
22	この中がない

ところで、前節でも述べたように、 $X_{ijk}$ の大きさが分かっている項目については、評価関数の形が既知であるかあるいは仮定すれば、パラメータの値が推定できる。しかし、 $X_{ijk}$ の値がわからない項目については、期待評価値の値しか推定することができない。表6.2について具体的に言えば、1については消費者と店舗の間のユークリッド距離を評価値の客観量と仮定すれば、評価関数に含まれるパラメータを推定できるが、他の項目についてはその評価値だけが推定される。ここでは、距離に対する評価関数としては、一般的な線形のを仮定しておこう。すると、消費者*i*と店舗*j*の間の距離を $d_{ij}$ として、

$$V_{j1} = -\alpha_{ij}d_{ij} \quad (6.14)$$

における距離抵抗 $\alpha_j$ と、

$$V_{j2}, V_{j3}, \dots, V_{jN} \quad (6.15)$$

を推定することができる。これらの期待評価値 $V_{jk}(X_{ijk})$ の値は、 $X_{ijk}$ としてどのような変数を用い、評価関数としてどのようなモデルを考えればよいか、という問題を解くために利用することができる。

評価関数を式(6.14)のように仮定すると、式の構造上、パラメータ $\alpha_{ij}$ と同時に $\sigma$ を推定することはできない。これは、確率密度を表す式の中で $\alpha_{ij}$ と $\sigma$ が積の形になっており、パラメータ $\alpha_{ij}$ と $\sigma$ を分離できないためである。しかし、既存研究から、距離抵抗の値はおおよそ判っているため、その値を用いれば、 $\alpha_{ij}$ や $\sigma$ も推定することができる。また、式(6.14)のような評価関数を仮定すると、推定を店舗ごとに行うことになるので、計算量が少なくすむという利点がある。もちろん、距離抵抗がわからない場合でも、 $\alpha_{ij}$ の大小の比較は可能である。

なお、パラメータ $\alpha_{ij}$ の値については、個人によって異なると考えた方が、より現実に即したモデルとなる。しかし、その場合推定すべきパラメータが多くなり、推定値が安定しないという欠点があるので、ここでは消費者によらず一定であるとす。つまり、 $\alpha_{ij} = \alpha_j$ とおく。すると、式(6.14)は次のような形になる。

$$V_{j1} = -\alpha_j d_{ij} \quad (6.16)$$

次に、具体的な推定の手順を説明する。既に述べたように、推定は各店舗について別々に行われるので、ここでは店舗について推定する例を示す。

まず、複数の店舗選択理由のうち、1と $k$ という項目についてのみ考える。1とは、距離が近いという項目である。仮に、 $n_{ik}$

人が1を挙げ、 $k$ という項目を挙げなかったとする。この場合、 $n_{ik}$ 個の

$$-\alpha_j d_{ij} > U_{jk} \quad (i = 1, \dots, n_{ik}) \quad (6.17)$$

という式が得られる。また同様に、 $n_{k1}$ 人が距離が近いという理由を挙げずに $k$ という項目を挙げた場合、 $n_{k1}$ 個の

$$-\alpha_j d_{ij} < U_{jk} \quad (i = 1, \dots, n_{k1}) \quad (6.18)$$

という不等式が得られる。

次に、1以外の店舗選択理由について考える。いま、 $k_1$ と $k_2$ という項目の対について、 $n_{k_1 k_2}$ 人が $k_1$ を挙げ、 $k_2$ という項目を挙げなかったとする。この場合、 $n_{k_1 k_2}$ 個の

$$U_{jk_1} > U_{jk_2} \quad (6.19)$$

という不等式が得られる。このような不等式は、さまざまな $k_1$ と $k_2$ の組み合わせについて得られることになる。

$$U_{jk_1} > U_{jk_2} \quad (k_1, k_2 = 2, \dots, N; k_1 \neq k_2) \quad (6.20)$$

この場合、尤度は式(6.12)より

$$\prod_{k=2}^N \prod_{i=1}^{n_{ik}} \frac{1}{1 + e^{V_{jk} + \alpha_j d_{ij}}} \prod_{k=2}^N \prod_{i=1}^{n_{k1}} \frac{1}{1 + e^{-\alpha_j d_{ij} - V_{jk}}} \prod_{k_1=2}^N \prod_{k_2=2}^N \left( \frac{1}{1 + e^{V_{jk_2} - V_{jk_1}}} \right)^{n_{k_1 k_2}} \quad (6.21)$$

となる。ここで、尤度を最大化するパラメータ及び評価値を求めるわけであるが、尤度の最大化は、対数尤度の最大化と同等であるので、式(6.21)の両辺について対数尤度をとると、

$$\begin{aligned}
& - \sum_{k=2}^N \sum_{i=1}^{n_{1k}} \log(1 + e^{V_{jk} + \alpha_j d_{ij}}) - \sum_{k=2}^N \sum_{i=1}^{n_{k1}} \log(1 + e^{-\alpha_j d_{ij} - V_{jk}}) \\
& - \sum_{k_1=2}^N \sum_{k_2=2}^N n_{k_1 k_2} \log(1 + e^{V_{j k_2} - V_{j k_1}}) \quad (6.22)
\end{aligned}$$

を最大化すればよいことになる。つまり、

$$\begin{aligned}
g(\alpha_j, V_{j2}, \dots, V_{jN}) &= \sum_{k=2}^N \sum_{i=1}^{n_{1k}} \log(1 + e^{V_{jk} + \alpha_j d_{ij}}) \\
&+ \sum_{k=2}^N \sum_{i=1}^{n_{k1}} \log(1 + e^{-\alpha_j d_{ij} - V_{jk}}) + \sum_{k_1=2}^N \sum_{k_2=2}^N n_{k_1 k_2} \log(1 + e^{V_{j k_2} - V_{j k_1}}) \quad (6.23)
\end{aligned}$$

とにおいて、

$$\min_{\alpha_j, V_{j2}, \dots, V_{jN}} g(\alpha_j, V_{j2}, \dots, V_{jN}) \quad (6.24)$$

が解くべき問題となる。これはさらに、

$$\frac{\partial g}{\partial \alpha_j} = \sum_{k=2}^N \sum_{i=1}^{n_{1k}} \frac{d_{ij} e^{V_{jk} + \alpha_j d_{ij}}}{1 + e^{V_{jk} + \alpha_j d_{ij}}} + \sum_{k=2}^N \sum_{i=1}^{n_{k1}} \frac{-d_{ij} e^{-\alpha_j d_{ij} - V_{jk}}}{1 + e^{-\alpha_j d_{ij} - V_{jk}}} = 0 \quad (6.25)$$

及び<sup>c</sup>

$$\frac{\partial g}{\partial V_{jk}} = \sum_{i=1}^{n_{1k}} \frac{e^{V_{jk} + \alpha_j d_{ij}}}{1 + e^{V_{jk} + \alpha_j d_{ij}}} + \sum_{i=1}^{n_{k1}} \frac{-e^{-\alpha_j d_{ij} - V_{jk}}}{1 + e^{-\alpha_j d_{ij} - V_{jk}}} + \sum_{k_1=2}^N n_{k_1 k} \frac{-e^{V_{jk} - V_{j k_1}}}{1 + e^{V_{jk} - V_{j k_1}}} = 0 \quad (6.26)$$

を満たす $\alpha_j$ と $V_{j2}, V_{j3}, \dots, V_{jN}$ を求める問題と言い換えることができる。これらの式は、解析的に解くことは難しいので、数値計算によって解くことになる。しかし、変動項にロジスティック分布を仮定したことにより、尤度を最大化する $\alpha_j$ 及び $V_{j2}, V_{j3}, \dots, V_{jN}$ は必ず存在し、その組み合わせは一組だけであること、また、最大値は極大値と一致することが保障されているため、計算自体はさほど困難ではない。

実際の計算では、表6.2に挙げた22の評価要因のうち、回答の多かったものとして、項目番号1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13の10項目を取り上げている。店舗によっては、誰も選択しない要因が存在することがあるが、このような場合、その要因を含めて計算すると推定される評価値は負の無限大になる。そのため、このような場合には選択されなかった要因を取り除き、他の要因だけについて計算を行う必要がある。

表6.3、表6.4及び図6.8が計算結果であり、評価要因は項目名を省略した形で表してある。例えば、「近さ」とは、「近くて便利だから」という項目に相当する。

表6.3 各店舗の評価要因に対する評価値

商圏	店舗名	近さ	品数	品質	価格	なじみ	時間	広告	通称	信用	駐車場	総合
01	あけぼの	0.877	-0.079	-2.095	-2.728	-1.808	-3.777	-0.555	-3.833	-3.128		
102	全労連	1.133	-3.307	-2.844	-2.483	-2.051	-3.377	-3.871	-3.039	-3.164	-5.859	-31.998
103	全労連	1.014	-3.526	-2.219	-2.464	-2.044	-3.370	-4.303	-2.969	-3.819	-6.074	-32.839
104	大船	0.620	-6.155	-3.571	-5.051	-4.203	-4.242	-4.324	-3.865	-6.155		
105	忠実店	0.910	-0.231		-2.558	-1.702	-3.417	-1.194	-1.099	-3.494		
106	可成り+	0.501	-4.721	-2.637	-2.736	-5.674	-4.435	-4.909	-4.311			
107	北本	0.900		-2.363	-1.962	-1.255	-3.379	-3.655	-4.951	-2.830		
108	北口	0.832	-2.161	-1.987	-2.358	-1.156	-4.309	-3.528	-2.653	-3.105	-3.837	-20.004
109	久寿川	0.426	-4.474	-2.471	-3.170	-1.502		-4.904	-3.961	-2.981		
110	甲子園	0.562	-2.942	-1.938	-2.562	-1.072	-5.551	-3.445	-3.445	-3.146	-5.613	-30.744
111	甲子園中央	0.151	-3.102	-1.849	-2.465	-1.823	-4.043	-3.885	-4.306	-2.483	-5.425	-29.381
112	甲子園+中	0.258	-3.396	-2.097	-2.953	-1.892	-4.948	-4.491	-3.991	-3.162	-6.179	-33.107
113	甲斐屋	1.047	-3.966	-2.176	-2.912	-2.490	-6.249	-3.810	-3.724	-3.370	-5.447	-34.143
114	梅屋	0.301	-4.544	-2.776	-2.719	-1.435	-5.597	-3.887	-3.800	-3.337		
115	風間+	0.612	-1.973	-2.547	-3.141	-2.890	-4.070	-3.011	-3.664	-3.654	-2.337	-27.247
116	風北	0.302	-4.135	-2.969	-2.996	-1.931		-3.437				
117	眞北口	0.865	-2.960	-1.983	-2.723	-2.166	-4.478	-5.494	-2.718	-3.204		
118	新甲子園	1.855	-4.663	-3.576	-3.007	-2.933	-5.593	-4.751	-4.860	-4.427	-5.359	-41.527
119	新甲斐屋	0.408		-3.480	-3.419	-2.320	-5.286	-3.151	-5.213	-4.827	-2.964	
120	新ことぶき	0.154	-2.959	-1.610	-2.492	-1.640	-6.257	-2.846	-1.154	-2.820	-6.139	-29.916
121	明徳	1.649	-3.749	-3.118	-2.802	-2.891	-5.744	-3.709	-3.855	-3.752	-5.773	-35.393
122	西宮駅南	0.493	-1.892	-2.142	-1.620	-1.673	-4.128	-3.664	-2.561	-2.990	-3.912	-24.511
123	西宮駅+中	1.405	-4.212	-3.861	-3.227	-2.963	-6.482	-3.955	-4.442	-4.284		
124	西宮駅	0.981		-2.022	-2.767	-3.577	-3.795		-2.425	-4.498		
125	飯立西宮	1.442	-3.976	-3.477	-3.200	-3.511	-5.892	-4.684	-4.129	-4.884	-5.381	-39.133
126	東田											
127	マゼン+パ+ミ	0.939	-5.832	-5.244	-3.530	-3.027	-2.066	-3.347	-3.239	-5.231	-3.024	-34.320
128	マゼン+パ+ミ	4.379	-8.221	-7.494	-5.784	-5.511	-8.259	-5.805	-7.549	-9.025		-57.648
129	丸菱	1.153	-4.232	-3.214	-2.180	-2.221	-5.816	-4.108	-5.500	-4.104	-4.387	-34.764
130	徳興	0.667	-2.824	-1.824	-1.962	-0.573	-4.100	-4.194	-3.766	-2.862		-21.825
131	マゼン+パ+原	2.866	-6.632	-7.017	-5.204	-4.483	-7.074	-5.139	-6.988	-7.696	-7.696	-58.010
132	みよこ	0.901	-2.477	-2.166	-1.825	-2.119	-4.879	-3.786	-3.733	-3.625	-6.293	-30.640
133	みよこ+中	0.660	-3.051	-1.925	-2.084	-1.951	-5.988	-3.300	-3.435	-3.136	-4.884	-29.753
134	北公園	2.138	-3.935	-3.148	-3.588	-1.959	-4.842	-4.832	-4.763	-3.921	-6.123	-37.090
135	門内	0.664	-3.415	-3.481	-3.460	-2.527	-4.833	-4.533	-3.412	-4.640	-4.685	-34.716

商圏	店舗名	近さ	品数	品質	価格	なじみ	時間	広告	通称	信用	駐車場	総合
201	全労連北宮	1.033	-3.329	-2.589	-1.917	-1.421	-4.209	-4.267	-3.568	-3.947	-5.073	-31.800
202	善楽園1階駅南	1.139	-4.244	-2.707	-3.354	-3.239	-6.273	-5.201	-5.059	-4.328	-4.905	-40.312
203	甲斐屋駅南	0.675	-4.166	-2.525	-3.351	-2.326	-6.676	-4.128	-3.641	-3.610	-7.250	-37.672
204	甲斐屋駅南	0.792	-6.841	-2.861	-5.291	-3.034	-4.117	-6.216	-4.099	-4.366		
205	駅南駅南	0.746	-3.684	-2.657	-1.835	-1.619	-3.769	-5.477	-4.526	-3.888	-4.036	-33.330
206	東京北口駅南	0.514	-1.630	-2.091	-1.761	-2.125	-4.465	-3.034	-2.778	-3.124	-3.558	-24.566
207	阪神西宮駅南	0.511	-2.293	-2.291	-1.424	-2.414	-2.482	-3.178	-2.142	-3.452	-3.926	-23.602
208	門内+神楽園	1.489	-4.403	-3.158	-3.355	-3.493	-4.610	-4.868	-5.077	-4.128	-5.331	-39.512
211	全労連西宮	0.747	-3.684	-2.657	-1.835	-1.619	-3.769	-5.477	-4.526	-3.170	-5.454	-29.933
212	久寿川駅南	0.639	-4.600	-3.661	-3.908	-1.957	-4.600	-5.742	-3.837	-3.466		
213	甲子園駅南	0.907	-3.482	-3.308	-3.862	-2.832	-3.388	-4.689	-3.160	-4.600	-5.022	-34.704
214	西宮駅南	0.880	-5.261	-4.201	-3.438	-2.344	-4.525	-5.011	-3.783	-4.231		
215	久寿川駅南	0.746	-3.058	-2.244	-3.159	-2.879	-5.477	-4.526	-3.888	-4.111	-3.292	
216	西宮駅南	0.204	-2.134	-2.652	-2.066	-1.870	-4.003	-4.331	-2.733	-3.131	-4.703	-27.663
217	西宮駅南	0.574	-1.944	-2.263	-1.849	-1.761	-3.324	-3.569	-2.701	-3.105	-4.026	-25.482
218	東甲子園	0.764	-3.100	-2.181	-1.411	-1.337	-3.287	-2.669	-1.668	-2.283	-4.794	-22.790
221	甲子園駅南	0.833	-4.656	-3.277	-3.141	-2.495	-4.928	-4.990	-3.542	-4.404	-5.897	-32.863
223	西宮駅南	0.300	-2.705	-2.249	-2.391	-1.160	-3.387	-4.045	-2.719	-2.618	-4.468	-25.743
231	市立体育館南	0.644	-2.983	-2.489	-2.238	-2.802	-6.403	-4.215	-3.761	-4.092	-3.072	-32.054
233	飯立西宮下町	1.049	-3.626	-3.204	-2.433	-2.255	-6.674	-4.782	-4.209	-3.928	-4.873	-35.955
235	北園南	1.833	-4.656	-3.277	-3.090	-3.178	-5.583	-5.593	-4.549	-4.726	-6.494	-43.326
236	新甲子園南園街	1.202	-4.780	-4.817	-3.967	-3.178	-6.089	-4.859	-5.074	-4.845		
238	浜甲子園南園街	2.694	-4.946	-5.219	-5.008	-3.847	-7.671	-5.371	-6.330	-5.533	-7.662	-51.587
239	東甲子園南園街	0.654	-3.650	-4.594	-4.042	-3.949	-5.886	-3.948	-4.165	-4.747		
243	みよこ+商店街	0.961	-3.174	-3.272	-2.286	-2.755	-5.823	-4.078	-4.177	-4.401	-7.254	-37.223

表6.3 各店舗の評価要因に対する評価値 (続き)

スーパー	店舗名	近さ	品数	品質	価格	なじみ	時間	広告	通称	信用	駐車場	総合
301	いなか風川	1.184	-1.879	0.840	-6.257	-4.263	-5.207	-6.729	-5.278	-1.862	-2.415	-33.648
302	いなか門内	1.570	-3.073	0.902	-5.749	-3.900	-4.065	-6.489	-4.269	-4.083	-3.477	-33.616
303	住北西宮	0.604	-1.905	-3.668	-0.919	-3.105	-4.210	-1.423	-3.418	-5.156	-3.128	-26.322
304	甲子園	1.948	-3.249	-2.996	-4.197	-4.330	-2.917	-3.871	-4.300	-6.092	-4.909	-37.197
305	西川	2.950	-5.475	-5.249	-3.893	-4.889	-7.105	-4.911	-6.344	-7.037	-8.020	-53.832
306	西宮	0.561	-2.119	-2.546	-2.244	-3.250	-2.180	-2.710	-2.917	-1.559	-4.742	-27.297
307	善楽園+善楽園	1.238	-2.190	-2.999	-3.267	-5.176	-6.337	-3.322	-5.116	-4.627	-6.648	-36.597
308	善楽園+西宮	0.834	-1.094	-2.024	-2.195	-5.533	-4.924	-2.124	-4.070	-4.092	-2.306	-26.363
309	善楽園+東田	1.330	-2.174	-2.388	-3.423	-4.181	-7.380	-3.077	-4.283	-4.718	-3.081	-35.040
310	西宮西宮	0.661	-1.504	-4.256	-1.297	-2.959	-4.078	-1.807	-2.872	-4.442	-4.101	-27.526
311	住北西宮	0.207	-1.293	-3.001	-1.886	-2.979	-4.180	-1.928	-3.249	-3.976	-3.256	-25.747
312	住北西宮	0.735	-1.368	-3.448	-2.398	-6.358	-4.201	-2.758	-3.551	-4.027	-2.727	-20.157
313	住北西宮	0.918	-9.116	-4.109	-2.206	-3.854	-4.241	-2.383	-5.561	-4.673	-1.849	-37.956
314	西宮	0.490	-3.022	-4.977	-1.311	-3.961	-5.534	-2.664	-4.405	-4.927	-4.728	-35.471
315	住北西宮	0.675	-0.230	-2.595	-0.916	-3.325	-3.761	-1.390	-3.955	-4.728	-1.668	-16.676
316	西甲斐屋	1.009	-4.233	-2.490	-4.014	-3.490	-5.380	-3.765	-4.104	-4.766	-6.497	-38.738
317	住北西宮	1.532	-2.564	-3.688	-2.176	-3.775	-5.972	-2.466	-4.310	-5.766	-4.925	-35.641
318	住北西宮	1.021	-2.254	-2.910	-2.001	-3.418	-4.996	-2.380	-3.889	-4.988	-5.298	-32.135

コープ	店舗名	近さ	品数	品質	価格	なじみ	時間	広告	通称	信用	駐車場	総合
401	北口	1.362	-1.818	-2.058	-2.118	-3.466	-6.178	-3.244	-4.035	-2.713	-3.896	-29.514
402	善楽園	1.001	-3.106	-2.716	-1.979	-3.721	-6.091	-2.970	-5.136	-3.308	-5.506	-32.533
403	甲子園北	1.398	-3.442	-2.854	-3.280	-4.102	-6.198	-3.848	-4.012	-3.456	-6.171	-37.362
404	甲子園中	0.611	-3.199	-2.146	-2.255	-2.991	-6.019	-3.209	-3.843	-2.839	-4.328	-30.839
405	甲子園南	0.085	-1.555	-1.441	-1.664	-2.432	-4.458	-2.143	-3.655	-1.152	-3.696	-23.093
406	甲斐屋	0.550	-2.021	-3.843	-1.759	-2.757	-5.629	-2.718	-4.444	-3.223	-3.927	-30.021
407	善楽園	1.259	-3.761	-2.341	-2.887	-3.823	-8.827	-3.629	-6.430	-3.276	-6.137	-36.543
408	西川	0.589	-1.374	-1.157	-1.033	-2.502	-5.393	-2.180	-3.884	-1.888	-2.350	-21.920
409	善楽園	0.872	-0.856	-2.044	-2.055	-1.153	-5.887	-3.480	-4.162	-3.015	-4.117	-27.208
410	浜甲斐屋	3.474	-2.966	-3.434	-3.018	-4.458	-3.820	-3.780	-5.126	-3.565	-5.906	-36.627
411	美里川	0.565	-1.150	-3.478	-3.395	-3.537	-6.326	-3.807	-4.478	-3.898	-5.866	-37.813

ミニコープ	店舗名	近さ	品数	品質
-------	-----	----	----	----

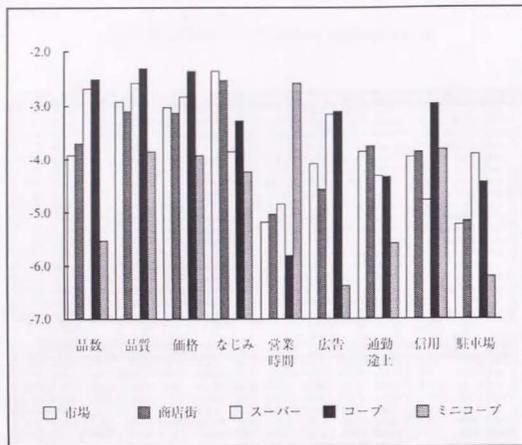


図6.8 各店舗タイプ別の評価要因に対する評価値

表6.3は、各店舗の評価要因に対する評価値を店舗ごとに表にしたものであり、表6.4は評価値を各店舗タイプごとに平均したもの、図6.8はそれをグラフ化したものである。評価値の推定は店舗ごとに行っているが、評価値は全て同一の尺度によって標準化されたものであるため、平均化や加算、あるいは、相互間の比較も可能である。表中、数字は全て評価値 $V_{ik}$ と $\sigma$ の積であり、「近さ」については、距離抵抗 $\alpha[1/\text{km}]$ と $\sigma$ の積である。またここでは、各店舗に対して総合的にどのような評価が行われているのかを概観するために、ここに挙げた「品数」～「駐車場」までの評価値の合計値を「総合評価」という項目として掲載しておく。

まずは総合評価の項を見てみよう。数字の大きいものほど、

その評価が高いということになるので、ここではスーパーやコンビニの評価が市場や商店街よりも高いことがわかる。これは、近年の商業構造の変化に対応した結果であると考えられる。この原因は、各店舗タイプの各評価要因の評価値を見ると理解できる。即ち、スーパーやコンビニが市場や商店街よりも優れているのは、品数の多さや品質、価格の安さ、広告、駐車場といった点であることをこの表から読み取ることができる。しかし、逆になじみであること、通勤途上であること、という評価要因については、市場や商店街の方が高く評価されており、これは古くからの利用者が多いこと、立地が比較的良いことを反映しているものと思われる。

次に、評価値を評価要因間で比較しよう。これは、表6.4の「平均」という欄を見るとよい。まずは「近さ」について考えてみよう。「近さ」については、ここでは、パラメータの値が記載されているので、他の評価要因の評価値と比較するにはこのパラメータを用いて評価値を計算する必要がある。利用者の店舗までの平均距離は、店舗タイプによって異なるが、おおそ0.5km～1.5kmである。従って、近さに対する評価値は-0.500～-1.500程度であり、「近さ」は他のどのような要因よりも強く影響することがまずわかる。次にその他の項目について見てみると、品質、価格、なじみであることなどの評価値が高くなっている。逆に、最近話題になっているワンストップショッピングや自動車利用型の大型店舗に対応する品数や駐車場の有無については、あまり高い評価がされていない。これは、データが多少古いことがその原因であるとも考えられるが、日常必需品を扱う店舗については、品質、価格など、きわめて基本的な要因の方が大きく影響していると言うこともできよう。

次に、図6.9で回答者数と総合評価の値の関係を見てみよう。

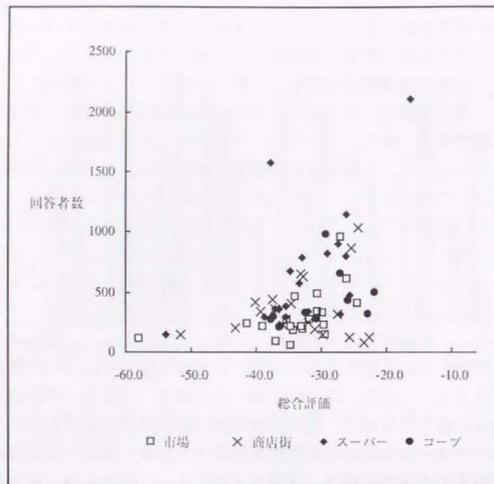


図6.9 各店舗の回答者数と総合評価

回答者数とは、アンケートの中で各店舗をこの1年間の間に利用したと答えた消費者の数(表6.1参照)であり、各店舗の利用者数の傾向を示しているものと思われる。図6.9を見ると、基本的には総合評価の高い店舗ほど、回答者数が多いといえる。しかし、その傾向に当てはまらないものも少なくなく、立地の良し悪しが影響しているものと考えられる。

次に、空間的な評価値の分布をみてみよう。図6.10～6.16は、各店舗の評価要因に対する評価値を図上に表したものである。

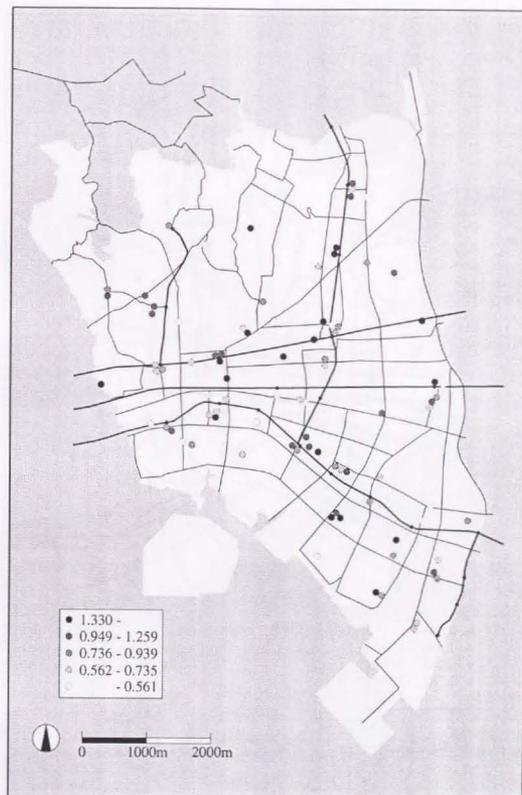


図6.10 「近さ」に対する評価値

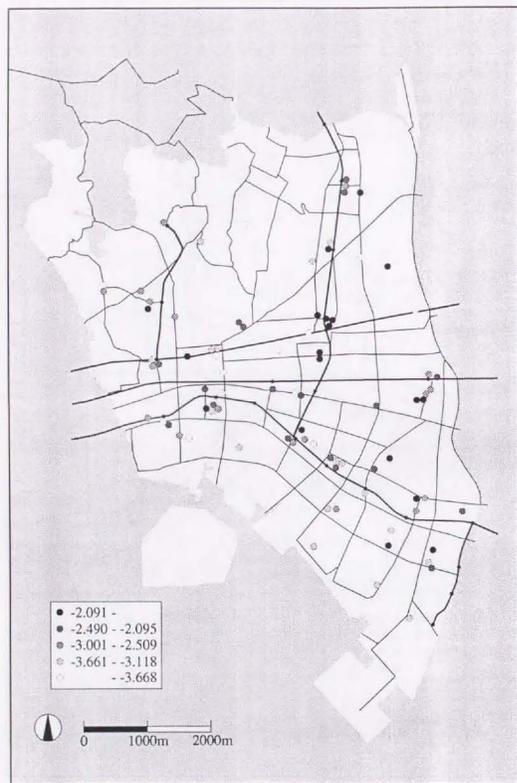


図6.11 「品質」に対する評価値

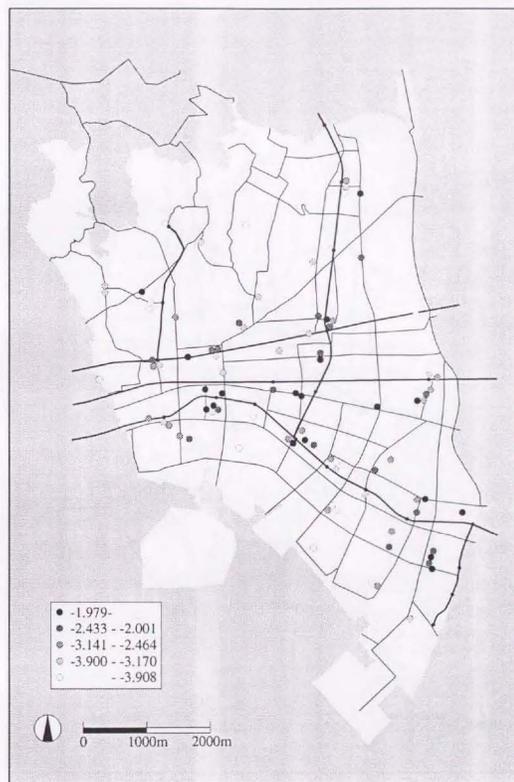


図6.12 「価格」に対する評価値

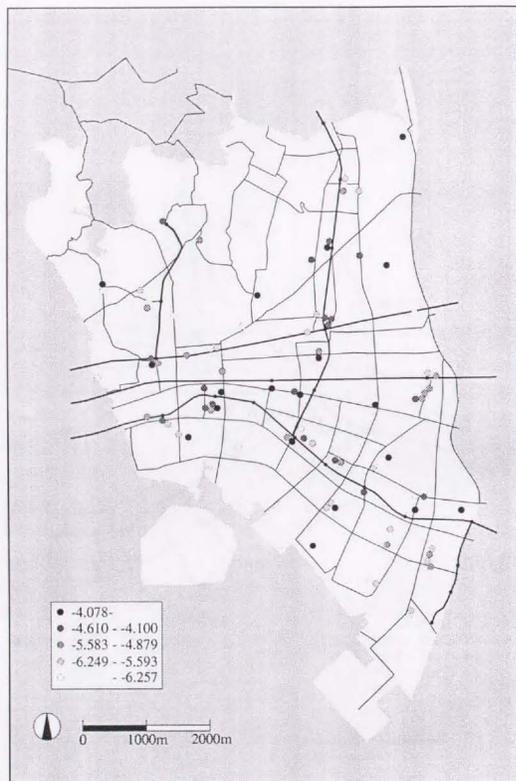


図6.13 「営業時間」に対する評価値

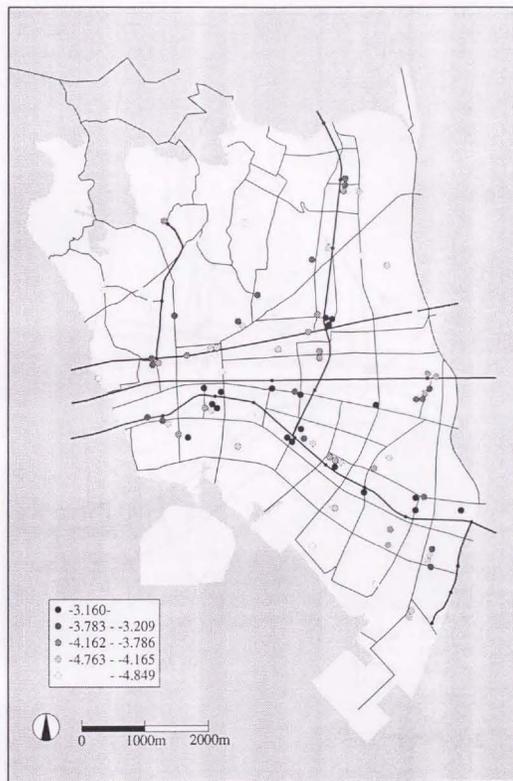


図6.14 「通勤途上」に対する評価値

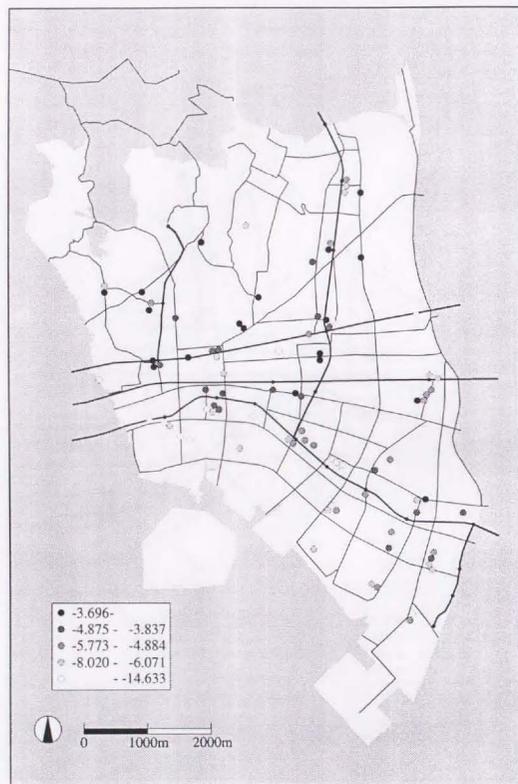


図6.15 「駐車場」に対する評価値

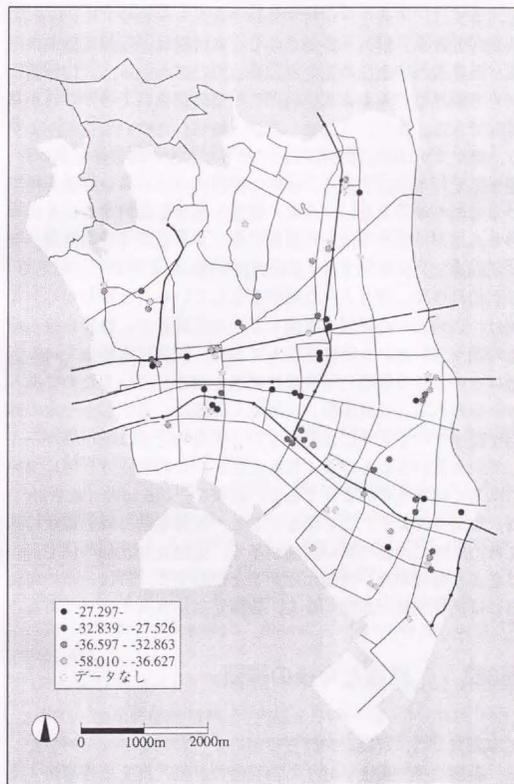


図6.16 総合評価

図は全て、色の濃い店舗ほど評価値が高いことを表している。まずは、「近さ」に対する評価を見てみよう。図6.10を見ると、「近さ」が高く評価されている店舗は、阪神電鉄の南部及び阪急電鉄の北部の住宅街に多いことがわかる。人口分布に対して敏感な立地をする店舗にこの傾向が強いことがここから理解できる。次に、「品質」及び「価格」について見てみよう。図6.11及び図6.12を見ると、どちらも市の南東部に高い評価を得ている店舗が多く、両方の要因について高い評価を得ているものも少なくない。通常、価格と品質とは両立しにくいものであるが、ここでは逆の結果になっている。「営業時間」と「通勤途上」については、図6.13及び図6.14を見ると、どちらも駅前に多く、同じような傾向を示していることがわかる。これは、この二つの要因を重視している消費者が、仕事をもち帰宅時間が遅いという特性を持っており、駅前に立地している店舗はそのような種類の消費者の要求を満たしているためであろうと思われる。「駐車場」に対する評価は、必ずしも一定の傾向を持っているようには見えない。駅前の店舗は駐車場が不足しているということがよく言われるが、この実証分析例については当てはまらないようである。最後に、図6.16の「総合評価」を見てみよう。この図を見ると、阪神電鉄と阪急電鉄に挟まれた地域に評価の高い店舗が多く、南部及び北部の住宅街にはあまり評価の高い店舗がないことがわかる。特に、市の南西部にはあまり良い店舗がなく、整備が望まれるところである。

## 第6節 結論と今後の課題

本論文では、買物動向調査において行われるアンケートから、店舗の持つ属性に対する消費者の評価尺度を直接導出する方法を示した。これによって、いままで明らかではなかった品質や価格、品揃えといった属性に対する評価を定量的に扱うことができるようになり、適切な商業施設設計画を行う上での一つ

の指針を与えることができる。また、こうした非数量的な属性を、どのような物理量を用いたモデルによって説明するのが良いのか、という問いに答えることもできる。物理量と評価値との関係が明らかにされれば、各店舗のどのような属性をどうすれば評価が高くなるのかという問題を考えることが可能になる。

3節及び4節で述べた手法は一般的なものであり、得られるデータの量と質によるものの、個人の属性や交通手段などを考慮することも可能である。今後は、さらに多くの実証分析を行い、業種別の評価の推定や各評価要因の評価関数の推定、各属性の評価と店舗の総合評価との関係などを研究していきたいと思う。

## 参考文献

- [1] Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman (1985): *Discrete Choice Analysis*. Massachusetts: MIT Press.
- [2] Dunn, R. and N. Wrigley (1982): "Beta-logistic Model of Urban Shopping Center Choice," *Geographical Analysis*, **17**, 95-113.
- [3] Fotheringham, A. S. (1986): "Modeling Hierarchical Destination Choice," *Environment and Planning A*, **18**, 401-418.
- [4] Gensch, D. H. (1985): "Empirically Testing a Disaggregate Choice Model for Segments," *Journal of Marketing Research*, **12**, 462-467.
- [5] Gensch, D. H. and J. A. Svestka (1984): "A Maximum Likelihood Hierarchical Disaggregate Model for Predicting Choices of Individuals," *Journal of Mathematical Psychology*, **28**, 160-178.
- [6] Green, P. E. and V. Srinivasan (1978): "Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook," *Journal of Consumer Research*, **5**, 103-123.
- [7] Guy, C. M. (1977): "A Method of Examining and Evaluating the

- Impact of Major Retail Developments Upon Existing Shops and Their Users.” *Environment and Planning A*, **9**, 491-504.
- [8] Guy, C. M. (1987): “Recent Advances in Spatial Interaction Modeling: An Application to the Forecasting of Shopping Travel,” *Environment and Planning A*, **19**, 173-186.
- [9] Huff, D. L. (1964): “Defining and Estimating a Trading Area,” *Journal of Marketing*, **28**, 34-38.
- [10] Leonardi, G. and R. Tadei (1983): “Random Utility Demand Models and Service Location,” *Regional Science and Urban Economics*, **14**, 399-431.
- [11] Luce, R. D. (1959): *Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis*. New York: John Wiley.
- [12] Parker, B. R., and V. Srinivasan (1977): “A Consumer Preference Approach to the Planning of Rural Primary Health Care Facilities,” *Operations Research*, **24**, 991-1025.
- [13] Srinivasan, V. and A. D. Shocker (1973): “Estimating the Weights for Multiple Attributes in a Composite Criterion Using Pairwise Judgements,” *Psychometrica*, **38**, 473-493.
- [14] Timmermans, H. (1982): “Consumer Choice of Shopping Centre: An Information Integration Approach,” *Regional Studies*, **16**, 3, 171-182.
- [15] Wind, Y. (1978): “Issues and Advances in Segmentation Research,” *Journal of Marketing Research*, **15**, 317-337.
- [16] 石田東生・松村直樹・黒川洸 (1988): 「買物目的地選択における駐車場整備の効果について」, 都市計画学会学術研究論文集, **23**, 403-408.
- [17] 貞広幸雄・岡部篤行 (1993): 「消費者の店舗属性に対する評価の解析手法」, 都市計画学会学術研究論文集, **28**, 373-378.
- [18] 西井和夫・近藤勝直・森川高行・弦間重彦 (1991): 「ショッピングコンプレックス来訪者の買物場所選択に関

- する意向分析」, 都市計画学会学術研究論文集, **26**, 283-288.
- [19] 西里静彦 (1982): 「質的データの数量化」, 朝倉書店.
- [20] 藤原章正・杉恵頼寧 (1990): 「選好意識データの安定性と信頼性」, 都市計画学会学術研究論文集, **25**, 103-108.

## 第7章 結語

本論文では、商業施設の立地構造を解析するための手法として、5種類のを提案した。ここでは、商業施設の立地を規定する多数の要因のうち、最も重要であると思われる人口分布、空間階層構造、チェーン型商業施設の立地傾向、商業集積の形態という4つの空間的要因と、消費者の店舗評価構造という非空間的要因を対象として取り上げた。

第2章では、人口分布が店舗分布に与える影響を解析するための手法を提案した。具体的には、ポテンシャルとアクセシビリティという二つの概念を媒介として、人口分布と店舗分布がどのように影響し合うかをモデル化し、モデルの推定手法を提案している。この手法を用い、兵庫県西宮市を対象とする実証分析を行った結果、人口分布の影響を強く受ける業種とそうでない業種とを定量的に判断することができた。また、店舗選択において消費者と店舗との間の距離が大きく影響する業種については、ここで提案した手法は、買物動向調査のような消費者の行動に関する詳細な調査と同等の結果をもたらすことがわかった。

第3章では、商業集積の空間階層構造を記述し、階層構造を規定している要因を推定するために、現実の階層構造を階層構造の形成要因が全くない場合と比較することによって、現実の階層構造形成要因を推定するための手法を提案した。具体的には階層構造の定義、階層構造間の比較のための指標の導入、階層構造の形成要因が全くない場合における指標値の計算を経て、西宮市の商業集積の階層構造をランダムな階層構造及び中心地理論において述べられている階層構造と比較した。その結果、西宮市の商業集積の階層構造は、これら二つの階層構造の中間にあるが、どちらかと言えばランダムな階層構造に近いものであり、必ずしも明確な階層構造の形成要因があるとは言え

ないということがわかった。

第4章では、チェーン型商業施設の立地傾向について、特にチェーン間の競合と回避傾向を分析するための手法を開発した。分析手法はGIS上での適用に配慮したものとなっており、チェーン型ではない商業施設の立地傾向とチェーン型商業施設の立地傾向を統計的に比較することによって、チェーン間の競合と回避という立地の特性を記述している。この分析手法を東京近郊の3つの地域におけるコンビニエンスストアチェーンに適用したところ、いくつかのチェーン間で明らかな競合傾向や回避傾向を見出すことができた。

第5章では、商業集積の形態と規模との関係を分析するための手法を提案した。ここではまず、店舗間の隣接関係を用いて商業集積の形態を分類するための統計的手法を提案した。さらに、分類された形態と規模との関係を分析するための手法について記述した。この手法を用い、西宮市の商業集積の形態について分析を行ったところ、規模が大きくなるにつれて曖昧な形態から線型、さらに格子型へと移行することがわかった。

第6章では、消費者の店舗に対する評価尺度を買物動向調査のアンケート結果から直接導出するための手法を開発した。ここではまず、消費者が店舗に対する評価を求められたとき、どのような回答を行うのかを確率的な行動として捉え、モデル化した。さらに、最尤法を用いて、実際に得られた回答結果からこのモデルを推定するための手法を開発した。この手法を用い、西宮市における買物動向調査で行われた店舗評価アンケートの結果を解析した結果、各店舗の非空間的な属性に対する消費者の評価を定量的に表すことができ、各店舗の持つ課題を示すことができた。

このように、本論文では商業施設立地を規定する5つの要因について、解析手法の提示及び手法の有効性を確認するための実証分析を行った。その結果、各手法について有効性が確認され、またその課題を明らかにすることができた。前述の5つの

要因が、商業施設立地を規定する要因の全てであるというわけではないが、これらは店舗立地要因の主な部分を説明するための足掛かりになるであろうと考えられる。

今後、さらに多くの課題が残っていることは明らかである。第3章に関連したことで言えば、商業集積の階層構造については本来、各集積の持つ機能を考慮し、属性及び地理的配置を同時に扱った階層構造の定義を行うべきであろう。この場合、空間的な階層構造と非空間的な階層構造をあわせて考える必要があり、新たな解析手法の提案が望まれる。第6章については、例えば消費者の店舗選択と評価のずれの問題がある。本論文で提案した手法を用いれば消費者の店舗評価を定量化することは可能であり、その結果を実際の利用頻度データと比較、解析することによって、この問題を扱うことが可能となるであろう。その他、用途規制と商業集積の関係や無店舗販売に対する消費者の評価など、扱わねばならない問題は多い。これらの課題については、今後さらに研究を進めていきたいと思う。

なお、本論文中、第2章については日本建築学会計画系論文報告集及び*Geographical Analysis*、第4章についてはGIS—理論と応用—、第6章については都市計画学会学術研究論文集において、それぞれ審査を経た発表を行っている。また、第3章については、一部は地理学評論において審査を経た発表を行っており、一部については*Geographical Analysis*に投稿中である。さらに、第5章については都市計画及び*Geographical Analysis*にそれぞれ投稿中である。

## 謝辞

本論文をまとめるにあたり、数多くの方々に御指導、御協力を頂いた。末筆ながらここで謝意を表したい。

岡部篤行教授（東京大学工学部都市工学科）には、筆者の研究全体を通じて、研究に対する姿勢や分析手法、研究の展開方法、発表の技術など、数多くの事柄について御指導頂いた。

浅見泰司助教授（東京大学工学部都市工学科）には、特に数理的考え方に関して御教授頂いた。

金子忠明技官（東京大学工学部都市工学科）には、ワークステーションやパーソナルコンピュータの利用において、御協力頂いた。

太田勝敏教授（東京大学工学部都市工学科）、小出治教授（東京大学工学部都市工学科）、柴崎亮介助教授（東京大学工学部土木工学科）、荒井良夫助教授（東京大学教養部教養学科）には、本研究全体について、多くの有益な助言を賜った。

高阪宏行教授（日本大学文理学部地理学教室）には、商業立地分析とGIS応用という点で、多くの示唆を与えて頂いた。

細野助博助教授（中央大学総合政策学部）には、学会において有益なコメントを頂き、また、商業立地分析における多くの課題について御教授頂いた。

四茂野英彦氏（東芝アドバンスシステム）は、本研究の中でも特に西宮市を実証分析の対象とした部分について、データの提供や様々な助言を賜った。

今井修氏（株式会社パスコ）には、GISシステムの利用やパーソナルコンピュータとの連携について御指導頂いた。

長坂俊成氏（住信基礎研究所）には、横浜市における商業施設のデータの提供を頂き、また、筆者の研究の一部を発表する機会を与えて頂いた。

そのほか、都市工学科の諸先生方や研究室の大学院生には、様々な研究発表の機会を通じて数多くの助言を頂いた。これら

多くの方々に、この場を通じて感謝の念を表したい。

また、本研究は家族の協力無くしては成し得なかったものである。筆者の精神的支えとなり、また、日常生活の様々な場面で実際に助けてくれた妻齋子に、この場を借りて謝意を表したい。

1994年3月25日

貞広 幸雄

