

大都市圏における商業業務活動予測モデル

東京大学工学部	○ 正 員	宮本和明
東京大学工学部	正 員	中村英夫
東京大学工学部	正 員	林 良嗣
東京大学大学院	学生員	山中芳朗
東京大学大学院	学生員	斎藤俊樹

1. はじめに

商業業務をはじめとする三次産業が経済活動の中核を占め、就業者数においても5割を越えている。したがって土地利用や交通計画をはじめとする地域内の諸計画の策定に際しても、これらの商業業務の立地傾向が二次産業以上に重要な意味をもつ。本研究は、大都市圏の将来の商業業務の活動規模を業種ごとに市町村程度のゾーン単位に求めることを目的とするものである。なお、本研究は著者たちによる大都市圏土地利用モデル¹⁾に関する研究の一部に位置づけられるものである。

本研究において対象とする商業業務活動とは、いわゆる第三次産業の小売商業、卸売商業、金融・保険業、不動産業、運輸・通信業、電力・ガス・水道業、サービス業、公務の他に、建設業を含めた9業種であり、その分類は商業を除き産業大分類に一致している。業種はいくつか統合することも考えられるが、各業種の立地を規定する依存関係や、各種関連指標が異なることから、このような分類を行なっている。建設業は一般に加工業という観点から第二次産業に含まれるが、その立地行動は他の産業等に依存することから、本研究においては業務活動の一種と考えている。

本研究の構成は以下のとおりである。まずモデル化に先立ち、商業業務活動の指標である従業者数、生産額、床面積等の首都圏における現況分析を行なっている。次いで、現況分析と既存の関連研究等をもとに、商業業務活動規模を説明するモデルを定式化し、首都圏における各種パラメータを推定している。さらに、以上のモデル式を工業立地モデル²⁾や住宅立地モデル³⁾と関係づけて将来の商業業務活動を予測するモデルを構築している。

2. 商業業務活動の現況分析

(1) 商業業務活動指標

商業業務活動指標としては、従業者数、生産額（または販売額）、利用床面積があげられる。これらの指標間の関係の分析は、予測モデルに用いる指標を選択するためと、モデルの予測結果を土地利用計画や交通計画に結びつけるために重要である。また、これらの指標の地域分布の観測より各地域の特性を理解することができ、それは、モデル化の基本となっている。

(2) 活動指標の選定

商業業務活動指標は、従業者数を除いて、小売商業の場合のほかにその収集は困難であり、全業種合計の床面積以外得られなかった。そのためここでは小売商業の各種指標に関して検討を加え、どの指標を採用すれば活動状況の地域分布をみるのに最もよいかを探ることとする。

(a) 従業者数/売場床面積

平均値は0.082人/㎡であり、また、分母、分子の指標間の相関係数は0.98と非常に高い。地域分布を図1に示すが、一般に古くからの商業集積地が高い値を示し、近年商業都市化している柏、厚木等の都市は非常に低い値を示している。これは、いわゆるスーパーマーケット方式の店舗がそのような都市に多く存在することを示している。

(b)販売額/従業者数

平均値は1,165万円/人であり、また、分母、分子の指標間の相関係数は0.95である。地域分布は古くからの商業集積地と同様最近都市化している地域も高い値を示している。

(c)販売額/売場面積

平均値は96.1万円/㎡であり、また、分母、分子の指標間の相関係数は0.93である。地域分布は古くからの商業集積地は高いが、(a)、(b)の結果から予想されるとおり、周辺商業地の値は平均化されていることを示している。

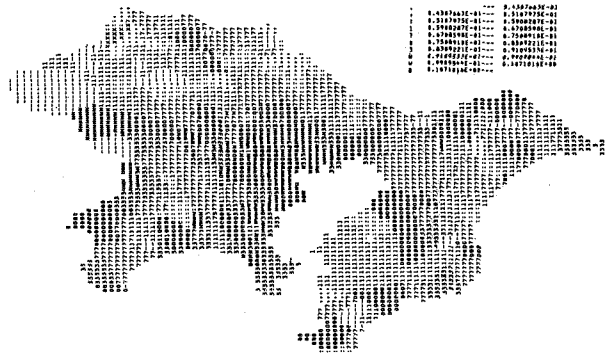


図1 小売商業の(従業者数/売場床面積)の分布

以上の指標間の関係にみるように、従業者数を介した各指標間の対応は他に比べ安定している。この事実と、データ入手の容易さから、本研究ではモデルを記述するための変数として従業者数を用いることとする。

3. 商業業務活動の連関関係のモデル化

(1)基本的考え方

モデル化に関する基本的な考え方は以下のとおりである。すなわち、商業業務活動は基本的には他の諸活動に依存して立地しており、その依存関係は二つに大別される。一つは地区内の他の活動のみに依存する関係であり、もう一つは周辺地区の他の活動にも依存する関係である。前者を近隣型、後者を地区中心型と呼び、それらの依存関係を有する活動をそれぞれ近隣型の活動、地区中心型の活動と呼ぶ。近隣型の活動規模は地区内の他の活動量によって規定される。言い換えれば、近隣型の活動は地区内の他の活動に対して原単位的に増加する。一方、地区中心型の活動規模は周辺地区の他の活動量およびその地区からの経路距離によって規定される。また、その時、周辺地区の同じ活動との競合関係にも影響を受ける。

(2)地区中心型活動の競合関係

地区中心型活動の競合は、その依存関係が立地を規定される側すなわち供給側のトリップによるものか、逆に、立地を規定する側すなわち需要側のトリップによるもので異なると考えられる。前者は運輸・通信業のように主に自らのトリップによる場合であり、後者は小売商業のように主に需要者である人口のトリップによる場合である。供給側のトリップの場合、その競合対象は一般には限定されないと考えられることから、地域内の全地区の同種の活動が競合対象となる。一方、需要側トリップの場合、次のように競合対象が限定されると考えられる。小売商業を例に説明すると、需要者(住人)は魅力の大きな地区へは距離遮減はあれ買物に行くであろうが、わざわざ、魅力の大きな地区より遠くの魅力の小さな地区へ行くことはほとんどないと考えられる。すなわち、図2において、i地区の住人は、 J_1, J_2, J_3 等の地区の集合 $\{J\}$ には買物に行くが、それ以外の $j_1, \dots, j_n$ 等の $\{j\}$ に行くことはほとんどなく、 $\{j\}$ はi地区から見た競合対象とはならない。従来、需要側トリップによる業種も供給側トリップによる業種と同様に $\{j\}$ にも $\{J\}$ の存在の有無に拘りなく行くとしていたので、 $\{j\}$ の地区の地域間交易が過大

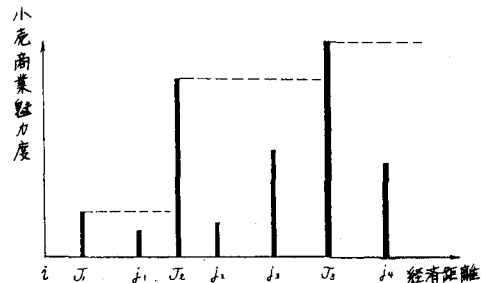


図2 買物対象地区 (地区iから)

に推定されていたと思われる。

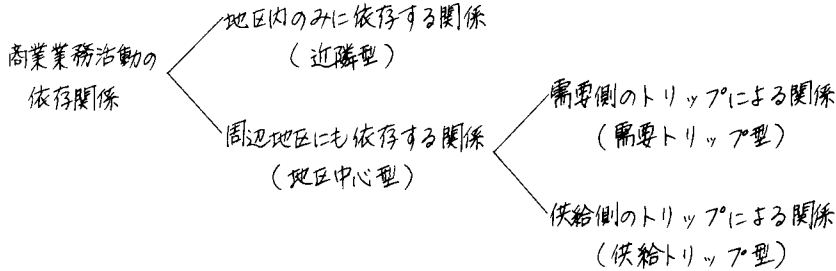


図 3 商業業務活動の他の活動との依存関係

(3) モデルの定式化

以上の考え方に基づいて、 i ゾーンにおける j 活動の規模(従業者数) E_i^j を決定する方程式を定式化すれば、式(1)ようになる。なお、商業業務9業種に人口と製造業を含めた11の活動の種類を一般に j または j' と表わすが、その内容は表1のとおりである。

$$E_i^j = \sum_{k'} \alpha_{ik'}^j E_i^{k'} + \sum_{j'} \beta_{ij'}^j E_{j'}^j S_{ji}^{j'j} \quad (1)$$

E_i^j : i ゾーンにおける j 活動の従業者数(または人口)
 $\alpha_{ik'}^j, \beta_{ij'}^j$: パラメータ
 $S_{ji}^{j'j}$: j ゾーンからみた、 j 活動の i ゾーンにおけるシェア

式(1)の第1項は、同一ゾーン内の他の活動 k' にかかわる従業者数すなわち近隣型の従業者数を表わす項であり、 j 活動1人に $\alpha_{ik'}^j$ 人の j 活動の従業者がかかわっていることを表わす。

一方、第2項は、他のゾーンの活動にもかかわる従業者数すなわち地区中心型の従業者数を表わす項である。 $E_{j'}^j$ は他のゾーン j' の他の活動の従業者(または人口)であり、 $\beta_{ij'}^j E_{j'}^j$ は j ゾーンの j 活動にかかわる全てのゾーンにおける j 活動の従業者数である。そして、 $\beta_{ij'}^j E_{j'}^j$ の i ゾーンにおけるシェアが $S_{ji}^{j'j}$ であることから、 i ゾーンの周辺全ゾーンについて総和をとると、 i ゾーンにおける j 活動の地区中心型の従業者数が求まる。 $S_{ji}^{j'j}$ は、式(2)のようにして求めるが、これは、いわゆるHaffのモデルと同型である。

$$S_{ji}^{j'j} = \frac{A_i^j f^{jj'}(r_{ji})}{\sum_l A_l^j f^{jj'}(r_{jl})} \quad (2)$$

A_i^j : i ゾーンにおける j 活動の集積度
 $f^{jj'}(r_{ji})$: j, j' ゾーン間の経済距離 r_{ji} に対する集積度の過減の程度を表わす距離関係(j, j' の組み合わせにより異なる関数となる)

ただし $\sum_l$ は、 j ゾーンからみた競合対象ゾーン l に関しての総和である。

活 動	記号
人 口	0
小売商業	1
卸売業	2
金融・保険業	3
不動産業	4
運輸・通信業	5
電カ・ガス・水道業	6
サービス業	7
公 務	8
建設業	9
製造業	10

表 1 活動とその表記

4. 商業業務活動モデルの推定

(1) 分析の対象地域と単位

分析対象地域は現況分析と同じ首都圏であり、分析単位は市区町村である。分析には、商業を除き、昭和50年の事業所統計および国勢調査データを用いる。商業に関しては、昭和50年の商業センサスと昭和50年の事業所統計から、昭和50年値を推定し用いている。また、経済距離としては昭和50年の鉄道ネットワークより求めた市区町村間所要時間を代理指標として用いている。

(2) 集積度と距離関数

集積度 A_i^R は、その代理指標として従業者数 E_i^R を用いる。また、距離関数 $f^R(r_{ij})$ は、

$$f^R(r_{ij}) = 10^{-\frac{r_{ij}}{\alpha}}$$
 (3)

の形を仮定し、 α を先決的に与えて α^R と β^R を推定することを試みる。式(3)は、 α 分だけ時間距離が増すと、結びつきの強さが $1/10$ に減ずることを表わすものである。なお、 α は与えられた値のうち、式(1)の適合度を最も高くするものを採用する。その値は距離抵抗の影響に差があるため、活動間により異なる。

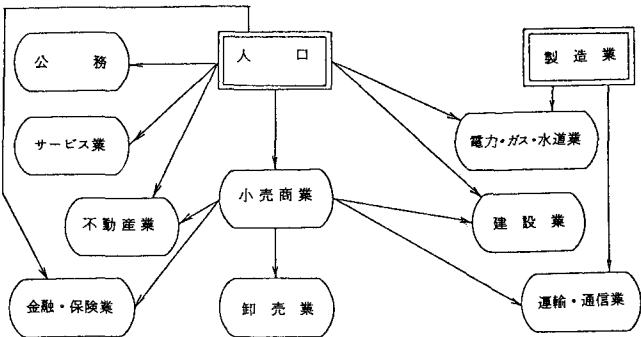


図 4 商業業務連関関係

(3) 活動間の連関関係

た活動の規模は、論理的には商業業務の業種と製造業の活動規模あるいは人口のうちの多くの活動と関係を持っていると考えられるが、統計的な有意性を検討した結果、図4に示すような関係が得られた。

(4) 業種別推定結果

業種別の商業業務活動モデルの推定結果を表2に示す。なお、需要トリップ型として競合対象を限定した業種は、小売商業とサービス業の2業種であり、他の業種は供給トリップ型として扱っている。ただし、需要トリップ型における競合対象ゾーンの制約は、集積度の認識にバラツキがあることを考慮し、最大の集積度の60%以上の集積をもつゾーンも競合対象に入ると仮定し緩和している。この制約の緩和は本来パーソントリップ等によって求めるべきものであるが、今回の推定では以上のように仮定して行なっている。また、需要トリップ型で制約を用いて推定した結果と制約なしで推定した結果の需要者のODパターンを比較した場合、制約を設けた推定結果のパターンの方がはるかに現実的である。

(a) 小売商業

小売商業は、主として最寄品を販売する近隣商業と、主として買い回り品の販売や中心地の飲食サービスを行なう地区中心商業に大別できる。式の第1項が近隣商業に対処

業 種	近 隣 型		地 区 中 心 型		d	重相関係数 (R)
	活動	α (t値)	活動	β (t値)		
*小 売	人口	0.0461 (33.)	人口	0.0230 (38.)	45	0.9624
卸 売	小売	0.0497 (130.)	小売	0.4586 (290.)	120	0.9987
金融・保険	人口	0.0026 (17.)	小売	0.2208 (295.)	45	0.9986
不動産	人口	0.0012 (20.)	小売	0.0776 (199.)	60	0.9974
運輸・通信	小売	0.0532 (8.)	製造	0.2041 (84.)	120	0.9911
電力・ガス・水道	人口	0.00044 (9.)	製造	0.0170 (66.)	120	0.9819
*サ ー ビ ス	人口	0.0500 (33.)	人口	0.0274 (54.)	60	0.9709
公 務	人口	0.0022 (10.)	人口	0.0123 (150.)	45	0.9941
建 設	人口	0.0083 (20.)	小売	0.3320 (93.)	60	0.9900

* 需要トリップ型。

d は 距離関数の指数の分母 (式(3))

表 2 商業業務活動モデルの推定結果

する従業者数と考えられ、人口1人あたり、0.0461人の従業者が必要であることを示している。また、地区中心商業に対応する従業者数は第2項で表わされており、人口1人あたり、0.0230人の従業者が必要であるが、ゾーンには、そのうち、0.0230 $\times$ $\frac{10}{5}$ の需要があることを示している。また、近隣型の需要としては、他の業種の従業者のいわゆる屋間人口によるものも考えられるが、統計的には、第2項と重共線を生じ、説明変数に明示的にとり込めなかった。そのため、第2項には、屋間人口による需要も暗示的に含まれていると考えられる。なお、小売商業の集積は、いわゆる魅力度に対応していると考えられる。

(b)卸売業

卸売業は、主としてその販売先としてだけでなく、都市集積の指標ともいうべき小売商業に引きずられて立地すると考えられる。また、地区内の小売商業を対象とする小規模の卸売業も存在する。なお、卸売業の説明には、小売商業の他に製造業を加えた式も推定したが、有意な結果は得られなかった。

(c)金融・保険業

金融・保険業は、大別して、近隣の個人を対象とする業務と、法人等を対象とする業務がある。近隣の個人を対象とする業務に対する需要が第1項であり、法人等を対象とする業務については、小売商業をその代理説明変数として第2項に示されている。ただし、この推定においても、小売商業は単に需要の発生源に限らず、都市集積の一つの指標として説明力をより増していると考えられる。

(d)不動産業

不動産業は、金融・保険業と同じく、近隣の個人を対象とする業務と、法人等を対象とする業務に分かれる。ただし、推定結果は、近隣の個人を対象とする業務は、金融・保険業よりやや比重が大きいことを示している。また、この推定においても、小売商業に関しては、金融・保険業と同様、都市集積を表わす指標としても使用している。

(e)運輸・通信業

運輸・通信業に対する需要は、主として製造業と小売商業から発生すると考えられる。製造業はその輸送距離が大きいことから、地区中心型需要に対応するものであり、また、小売商業は主として市内の配送のための近隣型需要に対応するものと考えられる。

(f)電力・ガス・水道業

電力・ガス・水道業に対する需要は、近隣の個人に関する需要と、産業、特に製造業による需要があげられる。前者は明らかに近隣型であり、後者は、地区中心型と考えられる。

(g)サービス業

サービス業は、小売商業と同様の立地行動が考えられ、推定式もほぼ同様の結果が得られている。

(h)公務

公務は、個人および産業の両方にサービスを行なうと考えられるが、統計的には、人口以外の説明変数を加えることはできなかった。また、個人に対するサービスも、県庁等による地区中心型と、出先機関や清掃業務等に関する近隣型の2種類に分けられる。また、地区中心型の項には、暗示的に産業に対するサービスが含まれていると考えられる。

(i)建設業

建設業は、実際の工事現場と、設計等の業務を行なう事務所とは一般に離れており、推定の考え方が難しい業種である。ここでは、個人住宅建設に係わる、需要を近隣型で表わし、また、商業・業務用ビルディングや、大規模工事の設計業務等の需要は、都市集積の大きな場所に集まると考え、その代理指標として、小売商業を説明変数とした。

なお、本研究においてはゾーンを市区町村としているが、はじめに述べた大都市圏土地利用モデルにおいては

その居住ゾーン(首都圏69ゾーン)単位に推定を行なう。そのために居住ゾーン単位においても商業業務活動モデルを推定している。この場合、ゾーンが小さくなることから、市区町村単位の場合より近隣型の重みが増し、一般に係数が小さくなっている。

5. 商業業務活動予測モデルの構築

(1) 予測モデルの考え方

前章で求めた方程式をもとに、将来の商業業務活動規模をゾーン単位で予測するモデルを構築する。モデル構築の前提は以下になる。

(i) 対象地域全域における各業種の生産額および従業者数は、計量モデルを用いて作られた経済計画フレームから外生的に与えられる。

(ii) 人口分布、製造業従業者数分布は、それぞれ住宅立地モデル、工業立地モデル等から外生的に与えられる。

(iii) 各方程式における集積度の代理指標は、推定においては同期のものを用いたが、予測モデルにおいては、同期のものとすると同時決定の分数方程式となり、解を直接求めることはできない。そのため、集積度には一前期前の値を代入することとする。

(iv) 方程式から求められる従業者数は昭和50年現在の需給関係にもとづいたものである。将来予測においては、人口または業種従業者1人当りの需要量の変化に対して調整する必要がある。本モデルではこの変化は対象地域内において差がないとして、方程式から求められる従業者の合計を、(i)のフレームに一致させるように調整計算を行なう。

(v) 予測は、図4の連関図に沿って行なう。

(2) 予測モデルの全体構成

以上の考えのもとに、工業モデル、住宅モデルとの関連を含めたモデルの全体構成を図5に示す。工業モデル、住宅モデルを含めた全体モデルの場合は、商業業務従業者の住宅立地を考慮するため、住宅モデルとのイターレーションが必要である。一方、商業業務モデルのみを単独に用いるときは、人口分布は決定されているので、この場合住宅モデルとのイターレーションの必要はない。

6. 予測モデルの適用と検討

(1) 適用条件

表3に示す2つのケースについて予測モデルを適用し、昭和50年の9業種の従業者数を求めた。

(2) 適用結果と検討

適用結果を表4に示す。ケース1の結果から逐次計算による適合度はほとんど

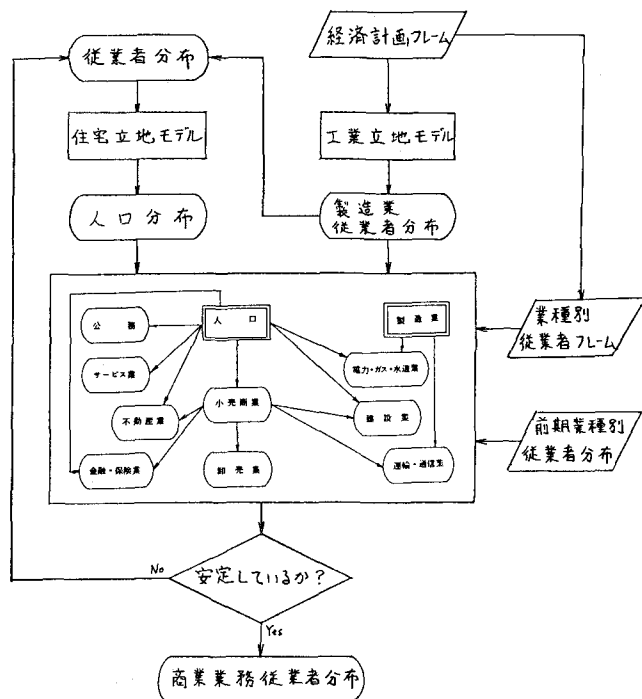


図4 商業業務活動予測モデルの全体構成

	ケース 1	ケース 2
外 生 値 (人口・製造業)	昭和50年	昭和50年
集 積 度	昭和50年	昭和47年
交通条件	昭和50年	昭和50年

表3 予測モデルの適用条件

低下しない。また、ケース2の結果より、短期間の適用とは言え、時系列的にも適合度が高いことから、本モデルは予測モデルとして十分有用であると考えられる。

業 種	ケ ー ス 1		ケ ー ス 2	
	相 関 係 数	スケールファクター	相 関 係 数	スケールファクター
小 売	0.9624	1.036	0.9624	1.036
卸 売	0.9989	1.033	0.9989	1.033
金融・保険	0.9983	0.998	0.9949	0.998
不動産	0.9975	1.007	0.9946	1.007
運輸・通信	0.9914	1.073	0.9549	1.087
電力ガス水道	0.9819	1.087	0.9825	1.073
サービス	0.9709	1.005	0.9598	1.005
公 務	0.9941	1.032	0.9927	1.014
建 設	0.9912	1.038	0.9839	1.051

* スケールファクター = (観測値の全域の総和/推定値の全域の総和)

7. おわりに

表4 予測モデルの適用結果

本研究は大都市圏における商業業務活動規模を活動間の連関関係をもとに予測するモデルを構築した。本モデルは、はじめに述べたように、大都市圏土地利用モデルの一部を構成するものではあるが、市区町村単位での単独の分析にも適用できるものである。

本研究の成果をまとめると以下ようになる。

(a)首都圏における商業業務関連指標の分布に基づく現状分析を行ない、従業者数が商業業務の安定した指標であることがわかった。また、各指標間の関係を分析し、土地利用計画や交通計画と予測モデル結果を結びつけている。

(b)商業業務活動を近隣型と地区中心型に大別し、さらに地区中心型を需要トリップ型と供給トリップ型に分類し、それぞれ活動間の依存関係をモデル化した。また、そのモデル式は市区町村単位で有意に推定され、活動間の立地連関を表わす式を得た。

(c)活動間の立地連関をもとに将来の商業業務活動を予測するモデルを構築し、事後テストによりモデルの有用性が示された。

(d)本モデルと工業モデル住宅モデルを結びつけることにより、大都市圏土地利用モデルを構成することができ、大都市圏の将来の土地利用変化を予測することができる。

なお、上記のモデルにおいては、対象地域内の首都機能をもつ東京の特殊性を表わしていないこと、集積度を従業者のみで代用していること、結果的に1市区町村1中心と仮定していること、また、経済距離に鉄道所要時間を代用していること等、今後とも改良を行なうべきいくつかの点が残されている。また、小売商業等の需要トリップ型の依存関係をパーソントリップのデータ等で検証する必要がある。なお、業種分類に関しては分析の目的に応じていくつかの業種を統合して扱ってもよい場合も考えられる。

このように、いくつかの改良すべき点を残してはいるが、本モデルはデータの収集の容易さやモデルの操作性から考えて、地域の計画決定のための実用的モデルであると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 中村、林、宮本、他：広域都市圏交通土地利用モデル、土木計画学研究発表会講演集、第3回、1981年1月
- 2) 中村、宮本、林：交通条件の内陸工業立地へ及ぼす影響のモデル化、高速道路と自動車、23-8、1980年8月
- 3) 中村、林、宮本：都市近郊地域の土地利用モデル、土木学会論文報告集、1981年5月掲載予定
- 4) 日笠、石原：地域施設商業、p.284～p.298、丸善、1974年