

# 多極型都市構造を分析可能な業務立地モデルの提案：イスタンブール大都市圏を事例として\*

## A BUSINESS LOCATION MODEL APPLICABLE TO NON MONO-CENTRIC URBAN STRUCTURE:THE CASE OF ISTANBUL \*

アルプコキン ペリン\*\*・加藤博和\*\*\*・清水一大\*\*\*\*・林良嗣\*\*\*\*\*

By Pelin ALPKOKIN\*\*・Hirokazu KATO\*\*\*・Kazuhiro SHIMIZU\*\*\*\*・Yoshitsugu HAYASHI\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

19世紀後半、欧米の大都市圏では経済発展と人口増加に伴い都市の規模が拡大した。同時に、雇用立地が分散したことから、副都心が出現し、都市空間構造が一極集中型から多極型都市型へと変化した。そして近年、北米・ラテンアメリカ・アフリカ・アジアなどの大都市圏でも副都心が見られるようになった。その理由として、工業化、住宅の郊外化、モータリゼーションの進展が挙げられる。

副都心が成長する都市では、都心部は都市の中心的役割を保つものの、そこにおける企業の集積が緩やかとなり、副都心が都心部を上回る勢いで成長する。また、多くの既往研究において、一極集中型都市と比べて多極型都市構造では、住宅や企業の立地に関し複雑な挙動を見せ、特に企業の郊外化が人口の分散の次に起こることが一般的であることが示されている。1980年以降、モデルの構築や政策立案が困難であった多極型都市構造に関する研究が進展した。そこでは、一極集中型都市と同様の立地モデルを用いることは不適切であるということが多くの研究者の共通認識となっている<sup>1)</sup>。

以上を踏まえると、多極型都市における副都心化の原因を把握し、発展途上国の大都市圏に適用可能なモデルを構築する必要があると考えられる。そこで本研究ではトルコ共和国のイスタンブールを対象として業務立地変化の実証モデルを提案し、入手可能な1985年と1997年のデータを用いてパラメータを推定し、副都心の成長分析を行った。

### 2. 多極型都市形成に関する研究

多極型都市構造の問題意識に基づいた、業務立地、住宅立地、そしてそれらが交通パターンに与える影響を詳

細に分析した研究は、過去20年間に於いて着実に増えてきた。さらに、多極型構造の分布と副都心形成を説明するための理論モデルや実証モデルが提案されてきている。

多極型都市構造に適合した業務立地モデルは、主に2種類ある。1つは1980年代以降幅広く適用された、Cobb-Douglas生産関数を用いて、利潤関数が立地によりどう変化するかを説明するモデルである。そこでは、1964年にALONSOが提案した一極集中型構造の概念と異なり、副都心が都心部からどの程度離れた地域に、どの程度の規模で発生するかを説明するために、集積経済便益、地価、賃金、労働力移動費用、投入財・生産物の輸送費用を説明変数とするモデルが構築された<sup>2)</sup>。

もう1つは、都市圏拡大の原因を把握するために、Dallas, Bogotá, Sao Paulo, Los Angeles, Chicagoでの過去の状況について、離散選択モデル、あるいは回帰分析を用いて実証的に分析を行ったものである。説明変数として、集積経済利便性を測るために業種別企業分布や現地の業種別従業員数が用いられた。また、交通システムとの関連では、高速道路の主要なインターチェンジや主要な鉄道駅への近接性、空港までの距離、都心部までの距離、他の副都心部への距離、地価、地理的特徴が広く採用された。そして、過去のモデルのほぼ全てにおいて、集積経済利便性、高速道路の主要なインターチェンジへの近接性、空港までの距離の有意性が高く、一方で、いくつかのモデルでは、都心部までの距離、主要鉄道駅への近接性の有意性が低いものが見られた<sup>3), 4), 5)</sup>。

これら多極型都市構造に関する既往研究の多くは北米の大都市圏を対象としており、途上国の都市を対象としたものは存在しない。そこで、経済成長に従って雇用が増加している発展途上国大都市での企業立地の傾向分析および先進国との比較研究が、その都市の土地利用・交通計画策定のために重要な役割を果たすと考えられる。国連は、2025年には400万人を超える都市が135あり、そのうちの114が発展途上国に存在することになると予測している。さらに、発展途上国の国内総生産の大部分がその国における経済的中心となっている大都市に集中していることから、その大都市における企業立地分布の詳細な分析が必要である。

\*キーワード：多極型都市構造、産業立地、土地利用

\*\*正員、博(工)、名古屋大学大学院助手 環境学研究所

(名古屋市千種区不老町、

TEL052-789-2773、FAX052-789-1454)

\*\*\*正員、博(工)、名古屋大学大学院助教授、環境学研究所

\*\*\*\*学生員、学(工)名古屋大学大学院博士前期課程、環境学研究所

### 3. イスタンブール大都市圏の概要と利用データ

本研究の対象都市であるイスタンブールは、アジアとヨーロッパの接点として有名である。現在、人口は1000万人を超えている。都市面積はトルコ全体のわずかに1%であるが、国内総生産の約22%がここに集中している（人口1人あたり約4400US\$）。アジア側とヨーロッパ側が海峡を挟んだ2つの橋で接続され、古い歴史を持つヨーロッパ側の半島に都心部がある（図-1）。イスタンブール大都市圏は、多極化が現在も進行しているが、その土地利用マスタープランや交通マスタープランの中には都市の多極化についての記述はあるものの、その詳細な分析は行われていない。また、多極化に応じた土地利用と交通整備を規定する都市計画の整備も十分なされていない。

本研究では、イスタンブールで1985年と1997年に行われた交通マスタープランで定義する209ゾーン別の土地利用調査とトリップ調査のデータを用いて、その12年間に発生したクラスター型都市形成のメカニズムを説明するための分析を行った。結果の概要は以下の通りである。

総人口は68%、労働者数は48%増加した。都心部である中央業務地区は、都市の中心的役割を保持しているものの、雇用シェアの一部を失った。実際の雇用増加は成長中の副都心、すなわちCBDの外縁で起きた<sup>9)</sup>。

図-2に、12年間の雇用変化を立体地図で示す。都心部の外縁に副都心の成長が見られる。また北部にある副都心は第二ボスポラス橋の高速道路建設によって成長し、雇用密度の高い地区となっている。

### 4. 業務立地モデルの構築

既往研究の知見を参考に、多項ロジットモデルを適用し、1985年から1997年のイスタンブール大都市圏での企業の都心部以外への集積行動の実態を分析・検証する。この12年間の企業の増加を目的変数として、1985年時点で既に存在していた企業についてはその後の移転がないと仮定する。また、多極型都市構造へと変化する様子をクラスターの成長という観点から把握するために、209ゾーンを5つのクラスターにまとめ、立地場所選択肢として仮定する。図-3に、y軸をゾーン別対数雇用密度、x軸をゾーンの順位とするランクサイズ分布を示す。このグラフを元にゾーンを5つに分類する。業種別労働者数の12年間の変化率を表-1に示す。増加率が高いのはクラスター、 、 であり、大部分が都心のゾーンであるクラスター の増加率は相対的に低くなっている。

次に、業種の分類を、入手可能なデータが限られていることから、商業・サービス業、製造、重工業の3つとし、各業種別に効用関数を設定して、モデルのパラメー

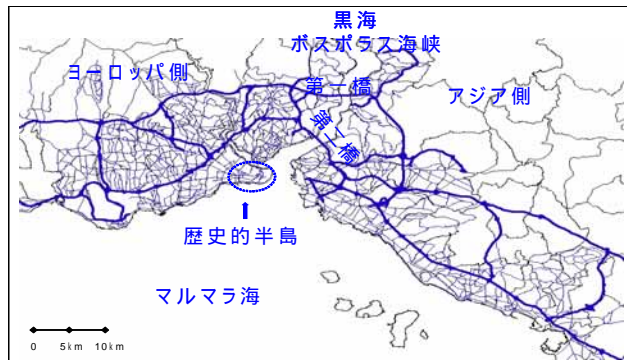


図-1 イスタンブール都市圏と道路網

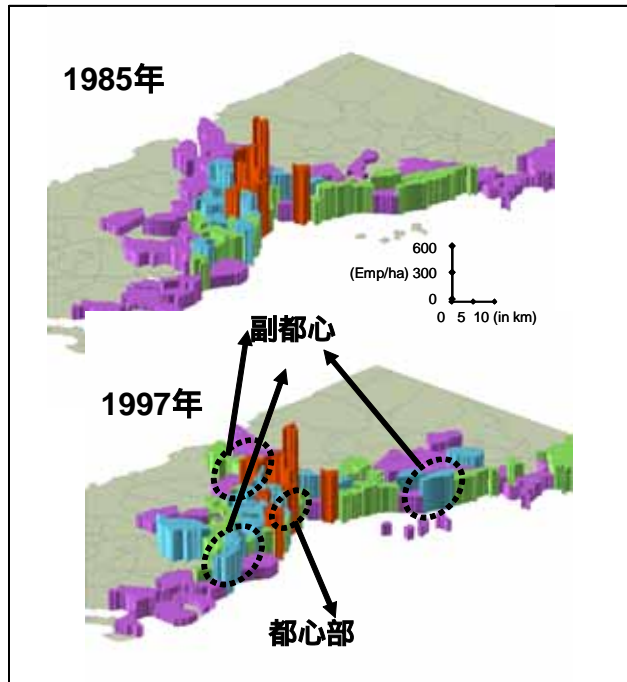


図-2 1985年と1997年の雇用分布

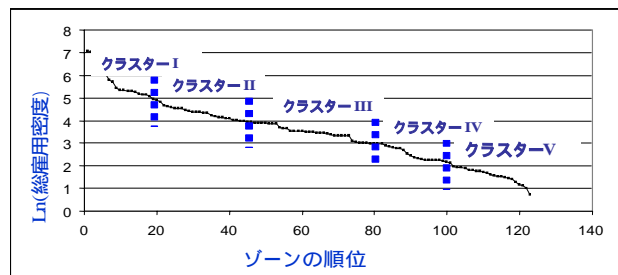


図-3 1985年における雇用密度によるゾーンの類別

表-1 業種別労働者数の増加（1985年から1997年まで）

クラスター (1985) “i”	労働者数の増加 (1985-1997) “q <sub>i</sub> ”		
	商業・サービス業	製造業	重工業
クラスター I	3%	2%	1%
クラスター II	22%	27%	23%
クラスター III	25%	32%	29%
クラスター IV	27%	29%	33%
クラスター V	23%	10%	14%

タ推定を行った。各業種の立地の内訳を見ると、全企業の3分の2程度を占める商業・サービス業について、都心部でのシェアは圧倒的に高い。一方で、商業と製造業や

重工業との差が郊外では少なくなる。土地利用マスタープランで副都心化が指定されている地域では、12年間で製造業・重工業の増加が目立った。

(1) 効用関数の特定化

業種  $q_y$  がクラスタータイプ  $i$  に立地する場合の効用関数を(1)式のような線形関数とする。

$$\Pi_{q_y,i} = k_1 A_i^C + k_2 A_i^P + k_3 A_i^{S^y} + k_4 C_i + k_5 Z_i \quad (1)$$

ここで、

$A_i^C$ : 自動車のアクセシビリティ

$A_i^P$ : 公共交通サービスレベルの指標

$A_i^{S^y}$ : 業種間アクセシビリティ (経済集積利便性)

$C_i$ : 高密度化による用地不足を表す指標

$Z_i$ : 土地利用政策の有無を示す変数

副都心化と公共交通サービスの相互作用に関する分析のために、公共交通と道路のアクセシビリティを分けて扱う必要がある。それぞれの変数を以下のように定義する。

a) 自動車アクセシビリティ

(2)式のように重力タイプとして表現する。

$$A_i^C = \sum_j L_j e^{-\beta x_{ij}} \quad (2)$$

ここで、

$L_j$ : ゾーン  $j$  に住んでいる労働者人口

$x_{ij}$ : ゾーン  $j$  からゾーン  $i$  までのラッシュ時通勤時間

$\beta$ : 逓減パラメータ

b) 公共交通アクセシビリティ

公共交通のサービスレベルを表現するため、2つの変数を提案する。1つは、(3)式で示される Fulham Hammersmith 公共交通頻度指標である。

$$M_i = \frac{30}{X_1} + \frac{15}{X_2} \dots \frac{15}{X_m} + \frac{30}{Y_1} + \frac{15}{Y_2} \dots \frac{15}{Y_n} \quad (3)$$

ここでは、

$X_m, Y_n$ : バス・電車それぞれの路線の、家から乗り場までのアクセス時間と乗車待ち時間 ((4)式、 $X$ と $Y$ の値が小さいものから順に  $m, n=1, 2, \dots$  と定義)

$$X = walking\_time + \frac{60K}{2S} \quad (4)$$

$S$ : 1時間当たりの運行本数

$K$ : 定時性係数

2つ目の変数は、Fulham Hammersmith 指標を用いて公共交通の総所要時間で計算される(5)式の重力タイプのアクセシビリティである。

$$x_{ij}^p = \beta t_{ij} + X_{ij} + \sum_z z_{ij}^z \quad (5)$$

公共交通所要時間は前述の  $X, Y$  と乗車時間、または乗換時間  $z_{ij}$  を合計したものと計算する。イスタンブール

の場合、バスおよびミニバスの機関分担率は全体トリップのおよそ60%であり、平均で乗り換え回数が1.5(回)なので、乗り換え時間の要素を組み込む必要があると考えられる。次に、自動車アクセシビリティと同様に労働者人口を用いて算出する。

c) 業種間アクセシビリティ

ゾーン  $i$  における業種  $q_y$  の集積経済利便性を(6)式で表す。

$$A_i^{q_y} = \sum_{j=1}^n \sum_{z=1}^k K_{q_z, q_y} E_{q_z, j} e^{-\beta D_{ij}} \quad (6)$$

ここで

$E_{q_z, j}$ : 業種  $q_z$  の 総労働者数、

$D_{ij}$ :  $i$  から  $j$  までの道路距離

$K$ : 労働投入係数、 $k$ : 業種数、

$n$ : ゾーン  $i$  の周辺にあるゾーンの数

各業種の相互関係を表す  $K$  の定式化のために、ここでは産業連関表を利用する。(7)式で定義される。

$$K_{q_y, q_z} = \frac{a^{q_y, q_z} E_{q_y}}{\sum_{q_y} (a^{q_y, q_z} E_{q_y})} \quad (7)$$

ここで、

$a^{q_y, q_z}$ : 単位が金銭である産業連関表から得られる投入係数 (業種  $q_z$  の価格 1 単位を生産するために必要な業種  $q_y$  の生産額と定義できる)

d) 用地不足指標

データ制約の都合上、地価を用いて分析できないため、新たに(8)式で定義される用地不足指標を提案し利用する。これは、着目するゾーン  $i$  の雇用密度と最大値の比である。

$$C_i = \frac{empden_i}{\max empden} \quad (8)$$

e) 土地利用規制

イスタンブール土地利用計画には土地利用政策の第3段階で副都心の規模について述べられているが、実施された政策がない。逆に、都心に近いボスポラス海岸地帯または、半島の歴史的、建造物を保護するために開発を抑制する政策が実施されている。そこで、抑制要因をダミー変数として考慮する。

5. モデルのイスタンブールへの適用と検証

本研究では、モデルの適合性を高めるため、業務立地モデルを業種別で作成する。本稿ではスペースの関係で、商業・サービス業についてのみ記載する。説明変数として1985年の業種間アクセシビリティと用地不足指標、Fulham Hammersmith 公共交通本数、1997年の自動車と公共交通のアクセシビリティ、企業立地規制のゾーニング政策を採用する。標本として抽出された600企業のデ

ータを用い、構築した3つのモデルの推定結果を表-2に示す。

モデル ではモデル のFulham Hammersmith 公共交通頻度指標の代わりに公共交通のアクセシビリティを用いた。モデル ではモデル から用地不足指標を省くことで、3つのアクセシビリティでクラスターの形態をどの程度説明できるかを確認するために作成した。パラメータの符号は理論と合致している。モデル と の尤度比が近い値をとり、モデル より統計的に有意であった。選択肢別の中率を計算したところ、一番低いのはクラスター、一番高いのはクラスターであった。すなわち、高密度の都心地域についてあまり正確ではなかったが、中密度の開発途上の副都心地域に関して高い的中率を示した。また、モデル と における説明変数間の相関係数を計算し、表-3に推定した係数の値およびt値をまとめた。ここで、モデル の自動車と公共交通のアクセシビリティとの相関が高かった(0.789)。これは、イスタンブールの公共交通で圧倒的な割合を占めるバス交通が自動車と同じ道路を使っていることと、同じ労働力分布を用いて計算されたことが原因であると考えられる。

本分析から得られた知見は、以下の3つにまとめることができる。有意性の一番高いパラメータは用地不足である、自動車アクセシビリティの有意性が公共交通アクセシビリティより高い、モデル の公共交通運行本数の変数の有意性が一番低い。

の理由として、イスタンブールでは地域全体をカバーする一様なバスネットワークが形成されており、本数に地域別で変化が見られないことが考えられる。このことからFulham Hammersmith 頻度係数よりも、総所要時間をもとにしたアクセシビリティの変数(モデル )の方が高い有意性を示したと言える。

## 6. おわりに

本研究では、イスタンブールを対象都市とし、業務立地の要因とその傾向の把握のために、1985年と1997年のデータを用い、非集計型の業務立地選択モデルを作成し、分析を行った。その結果、都心部以外での雇用クラスターが大きく発展したことが明らかになった。そして、高密度地区の用地不足、関連企業が近くに集まることによる集積効果、高速道路の自動車アクセシビリティ、公共交通機関のアクセシビリティ、土地利用規制の有無、といった説明変数の検定結果は統計上有意であった。有意性が最も高かったのは、高密度地区の用地不足と高速道路の自動車アクセシビリティであり、これらが副都心の発展を促進させたことが示される。今後は、立地規制による都市空間コントロールと、競争力の高い公共交通の整備によって、モータリゼーション進展に対応でき、

表-2 モデルの構築と検証

標本抽出率 (600 / 44000)	モデルI	モデルII	モデルIII
説明変数			
業種間 Acc(1985)			
用地不足 (1985)			
自動車 Acc(1997)			
公共交通 Acc(1997)			
F.H 公共交通頻度(1985)			
ゾーニング政策 (抑制)			
統計的検定			
尤度比	0.254	0.245	0.168
的中率(すべて)	54.4%	51.5%	42.1%
的中率(クラスターI)	8.3%	8.3%	5.8%
的中率(クラスターII)	70.8%	67.3%	51.7%

表-3 モデルの推定結果(係数(t値))

モデル I	クラスターI	クラスターII	クラスターIII	クラスターIV
業種間 Acc	0.11(1.9)	0.022(1.9)	0.019(1.7)	0.002(1.8)
用地不足	-0.27(-5.3)	-0.29(-4.9)	-0.12(-5.0)	-0.002(-3.8)
自動車 Acc	0.014(2.3)	0.017(3.7)	0.022(4.1)	0.019(1.8)
公共交通頻度	0.020(0.9)	0.035(1.4)	0.039(1.3)	0.022(1.1)
ゾーニング	-0.016(-12.8)	-0.008(-9.5)	-0.006(-4.2)	-0.001(-2.2)
モデル II	クラスターI	クラスターII	クラスターIII	クラスターIV
自動車 Acc	0.008(1.45)	0.015(1.56)	0.014(1.21)	-
用地不足	-0.20(-4.32)	-0.19(-5.3)	-0.078(-3.56)	-0.009(-2.7)
自動車 Acc	0.021(1.91)	0.028(2.13)	0.031(1.99)	0.015(1.74)
公共交通 Acc	0.028(1.43)	0.024(1.91)	0.029(1.78)	0.015(1.49)
ゾーニング	-0.014(-9.21)	-0.008(-7.6)	-0.008(-3.2)	-0.003(-2.6)

経済的にも環境的にも持続可能な都市圏を形成していくための施策パッケージ立案が急務と言える。

## 謝辞

本研究は、イスタンブール市、ならびに、イスタンブール工科大学 Haluk Gercek 教授の協力により進められた。ここに記して謝意を表する。

## 参考文献

- Gordon, P., Richardson, H. W. and Wong, H. L.: The distribution of population and employment in a poly-centric city: The case of Los Angeles. Environment and Planning A, Vol. 18, pp. 161-173, 1986.
- Fujita, M. and Ogawa, H.: Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configuration. Regional Science and Urban Economics, Vol. 12, pp. 161-196, 1982.
- McMillen, D. P. and McDonald, J. F.: Suburban Sub-centers and employment density in metropolitan Chicago. Journal of Urban Economics, Vol. 43, pp. 157-180, 1998.
- Shukla, V. and Waddell, P.: Firm location and land use in discrete urban space. Regional Science and Urban Economics, Vol. 21, pp. 225-253, 1991.
- Lee, K. S.: A model of intra-urban employment location: An application to Bogota, Colombia. Journal of Urban Economics, Vol. 12, pp. 263-279, 1982.
- Alpkokin, P., Hayashi, Y., Black, J. and Gercek, H.: Polycentric employment growth and impacts on urban commuting patterns: Case study of Istanbul, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 3835-3850, 2005.