

交通網整備による拠点地区の活性化のための基礎的研究

Fundamental Study for the Activation of Urban Core Areas
by the Improvement of Transport Network

谷口 守*、 天野 光三**、 戸田 常一***

By Mamoru TANIGUCHI, Kozo AMANO, Tsunekazu TODA

The aim of this study is to propose the method to examine effective plans to improve transport networks for the activation of urban core areas. In this method core areas are firstly defined and their characteristics are analysed from various aspects. Secondly, the Potential Estimation Model is built to estimate the locational level of urban activities in each core area. This model is also useful for the estimation of impacts upon core areas caused by transport improvements. This method is applied to the Osaka city and its validity is examined.

1. はじめに

現在、大都市圏の内部においては、都市活動が高度に特化した複数の中心地区が形成されている。このような中心地区は、場合に応じて都心、副都心、CBDなどの様々な名称で呼ばれている。中心地区に対するこのような定義は、必ずしも明確な概念にもとづいて行われているわけではないが、これらの概念は地理的に見ると、鉄道ターミナルの近傍などの交通条件が非常に良く、都市活動の集積が顕著な地区であることに共通している。戦後、自動車交通の発達に伴い、都市活動の立地の郊外化、分散化が進んだが、その一方でこれら中心地区の都市圏において占める産業・行政中枢としての重要性はますます高くなっている。しかし、近年、中心地区

においては、在来型産業の流出、都市型産業の立地による業務床の絶対的な不足と地価の高騰、公共交通サービスの水準の低さなど、様々な問題が生じている。これらの問題に対し、工場や貨物ヤード跡地を業務用地に転用したり、地下鉄の新線建設などを行って中心地区を活性化していこうとする試みが見られる。

以上のような状況のもとで、本研究は、大都市中心地区の活性化のための交通網整備などの基盤整備を効率的に行っていく際に、意思決定の一助となるような分析方法を提示することを目的とする。具体的には、まず一定の指標を用いて中心地区を抽出して、それを「拠点地区」として定義し、その地区特性を分析する。次にこの結果をふまえたうえで「拠点地区」における都市機能レベルを算定するポテンシャル推計モデルを提案する。また、このポテンシャル推計モデルを用いることによって、交通網整備代替案が実施された場合に「拠点地区」に及ぼイン

* 学生会員 工修 京都大学工学研究科博士後期課程

** 正会員 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学科

*** 正会員 工博 京都大学講師 工学部交通土木工学科

(〒606 京都市左京区吉田本町)

パクトを明らかにする。なお、本研究ではケース・スタディのために、大阪市を対象地域としてとりあげる。

過去における中心地区に関する研究には、CBDについて多角的な分析を行った苦瀬¹⁾や、大都市周辺部における地区レベルでの核地区について、道路を中心とした交通施設の整備効果を分析した浅野²⁾などの研究がある。また、交通施設整備が土地利用パターンの変化に与える影響について、比較的広いゾーン区分のもとで、中村³⁾、芝原⁴⁾、浅野⁵⁾などによるモデル分析が行われている。本研究ではこれらの研究成果に留意すると共に、中心地区として、都心の鉄道駅周辺の「拠点地区」に着目し、その現況を把握することにも重点を置いた。また、各「拠点地区」を対象として、地区内の産業活動の集積効果をも同時に考慮した、ポテンシャル推計モデルを構築し、交通網整備のインパクト分析への応用例を示すこととする。

以下、2. では分析の全体構成と分析方法をまとめ、3～5. では大阪市を対象としたケーススタディの結果を説明する。

2. 分析の全体構成と分析方法の概要

本研究の内容は〔1〕「拠点地区」の設定と現況分析、〔2〕ポテンシャル推計モデルの構築、〔3〕交通網整備によるインパクト分析、の三つの段階から構成されている。以下では各段階で用いる分析方法を説明する。

〔第1段階〕「拠点地区」の設定と現況分析

対象とする都市域において「拠点地区」を図-1に示す手順にもとづいて設定する。図中に判定基準としてまとめられているように、「拠点地区」は以下の3つの基準を満たす地区であると考えられる。

- ① 一定規模以上、一定密度以上の都市活動の集積を持つ地区である。
- ② 都市圏の中心の一つとして多くの人がその地区に集散する。
- ③ ある程度の空間的なひろがりを持ったまとまりのある同質的な地区である。

「拠点地区」の設定にあたっては、図-1に示すように、まずSTEP 1で上記の基準①、②を用いて「拠点地区」を多くの候補地の中から選択し、次

に、STEP 2において、基準①、③を用いて各「拠点地区」の空間的な範囲を設定する二段階の方法をとっている。このようにして「拠点地区」を設定した後、その「拠点地区」がどのような特性を持ち、都市圏においてどのような役割をはたしているか分析する。

〔第2段階〕ポテンシャル推計モデルの構築

「拠点地区」における都市機能のポテンシャルを推計するモデルの構築を行う。そのためには、まず都市機能に対して影響を与える要因をあらかじめ把握しておく必要がある。一般にこのような要因は次のように、大きく三通りに分けることができる。

(i) 広域的要因

これは主に交通条件に相当し、各「拠点地区」と都市圏内の各地域との近接性を示すものである。指標としては、鉄道や道路によるアクセシビリティ、港湾・空港・インターチェンジなどへの時間距離などが考えられる。

(ii) 地区的要因

地区的要因は、広域的要因とは対照的に、それぞ

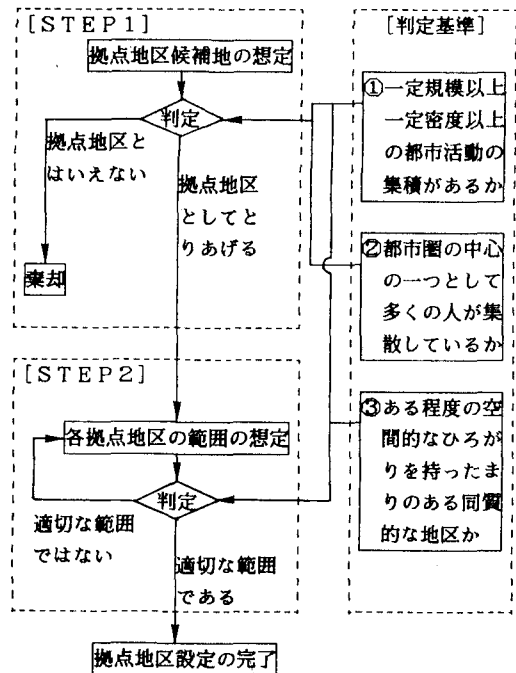


図-1 拠点地区の設定手順

れの「拠点地区」内の固有の条件に作用されるものであり、対象地域内の道路条件、開発可能地面積や用途地区・容積率制限などの規制条件が含まれる。

(iii) 都市化機能集積要因

多数の活動や施設が集積することにより生じる都市化の経済がこれに相当している。具体的には各種事業所の集積により業種間の接触利益、様々な不安定性の吸収、相互補完性の向上といったメリットが得られることを指す。本研究で構築するモデルにおいては、各業種間の相互作用を考慮するために、「拠点地区」における他業種の立地量をポテンシャル形成要因として変数に取り込むことを試みる。よって、都市活動の立地変数がモデル式の両辺に設定されることになり、同時連立方程式タイプのエンベリックモデルの形をとる。

本研究では、「拠点地区」における都市機能 i のポテンシャルを推計するために、これらの要因の中から必要なものを説明変数として選び、式(1)に示すモデル式に用いる。なお、「拠点地区」のポテンシャルの大きさの代理指標として、各地区で立地する活動レベルを用いることとしている。

$$P^i_j = \alpha_0 (Z_{1j})^{\alpha_1} (Z_{2j})^{\alpha_2} \dots (Z_{nj})^{\alpha_n} \quad (1)$$

ただし

P^i_j : 都市機能 i の「拠点地区」 j における活動レベル

Z_{nj} : 「拠点地区」 j における業種 i の n 番目の説明変数、 $P^i_j (i \neq j)$ をこの変数として設定することができる

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$: パラメーター

[第3段階] 交通網整備が「拠点地区」に与えるインパクト分析

第2段階で構築したポテンシャル推計モデルを用いることにより、各「拠点地区」における都市機能別のポテンシャルを求めることができる。そこで、この段階では、交通網整備代替案が実施された場合に「拠点地区」のポテンシャルにどのような変化がみられるかを分析する。具体的には、交通網整備によって上述のいくつかの広域的要因の大きさが変化し、それらがその他の要因と一定の関係をもって最終的なポテンシャルの変化をもたらすこととなる。

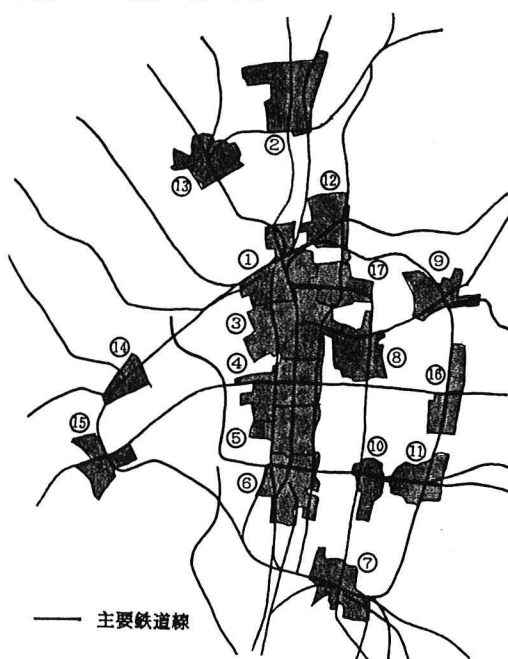
3. 「拠点地区」の設定結果とその現況分析

(1) 「拠点地区」の設定結果

本研究では大阪市を対象地域として分析を行った。大阪市は昭和61年時点で人口約254万人、面積213 km² であり、拠点的性格を持った地区を数多く含んでいる。2. において「拠点地区」設定のための3つの基準を示したが、大阪市への適用に際しては各基準に対して以下のような具体的な指標を用いた。

① 都市活動の集積状況に関しては、各町丁目ごとの従業者密度を指標とする。

② その地区にどれほど多くの人が集散しているかを表わす指標には、想定した「拠点地区」内の鉄道駅の乗降客数を用いた。



- | | | |
|-------|---------|-------|
| ① 梅田 | ⑦ 天王寺 | ⑬ 十三 |
| ② 新大阪 | ⑧ 天満橋 | ⑭ 西九条 |
| ③ 淀屋橋 | ⑨ 京橋 | ⑮ 弁天町 |
| ④ 本町 | ⑩ 上本町 | ⑯ 森の宮 |
| ⑤ 心斎橋 | ⑪ 鶴橋 | ⑰ 南森町 |
| ⑥ 難波 | ⑫ 天神橋筋六 | |

図-2 設定した拠点地区

③ 各「拠点地区」の範囲は、最大でもその中心鉄道駅からの徒歩圏を越えないものとする。

使用したデータは、鉄道駅の乗降客数に関しては都市交通年報を用い、従業者密度は事業所統計調査(町丁目編)のデータから算定した。これらの基準のもとで 2. で述べた設定手順に従って、「拠点地区」の設定を行ったところ図-2に示すような17地区を抽出することができた。

(2) 「拠点地区」の現況分析

このように設定された「拠点地区」は、大阪市全域の約7.2%の面積を占めるにすぎないが、総従業者数では約38.9%を占めている。各業種別に、17の「拠点地区」の従業者数の合計が大阪市全体に対して占める割合を図-3に示す。これを見ると建設業、製造業、運輸・通信業の現業系の業種のうち「拠点地区」で働いている従業者数の割合は高くないが、卸売・小売業、金融・保険業、サービス業では大阪市全体の半数近い従業者が「拠点地区」に存在することがわかる。これから、本研究で設定した「拠点地区」は産業活動が高度に集中し、特に非現業部門の業種に特化した地区であることがわかる。

次に各拠点地区の特性について分析を加えた。先述した8つの業種を現業系(建設業、製造業、運輸・通信業)、商業系(卸売・小売業)、サービス系(金融・保険業、不動産業、サービス業、公務)の3つの系に大別し、各「拠点地区」の系別従業者数の構成比を三角グラフ上に表現したものが図-4である。各「拠点地区」の特徴を明らかにするた

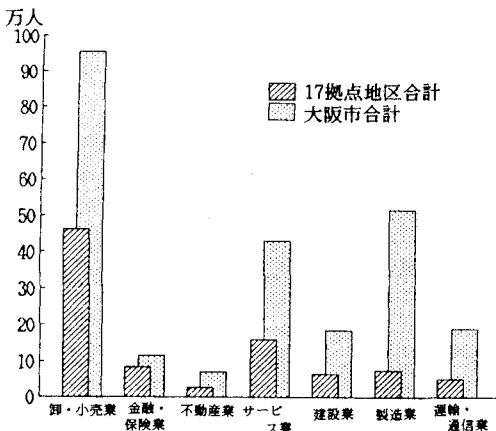


図-3 拠点地区の従業者数が大阪市全体に占める割合(公務以外)

め、商業系の構成比50%、サービス系35%、現業系40%を境界としてグラフを分割すれば、17の「拠点地区」は4つのグループに分類することができる。

I) 商業系卓越型グループ(梅田、本町、心斎橋、難波): 卸売・小売業従業者が全従業者の過半数を占めるグループであり、これに含まれる4つの拠点地区はいずれも大阪の都心軸である御堂筋沿いに存在する。このうち私鉄の終端ターミナルが存在する梅田、難波の各地区は小売業や飲食店を中心とした盛場的要素が強く、心斎橋、本町の各地区では船場の島ノ内を中心とした卸売業の構成比が高くなっている。

II) サービス系卓越型グループ(淀屋橋、天満橋、南森町、天王寺、森之宮): このグループは地域的、規模的に多様な拠点地区を含んでいる。これら「拠点地区」のサービス系業種の特化係数を図-5に示すが、同じサービス系卓越型グループでも、淀屋橋では金融・保険業に、天満橋では公務に、南森町ではサービス業に特化していることがわかる。

III) 現業系卓越型グループ(弁天町、西九条): このグループには17の拠点地区中で従業者数が最も少ない臨海部の2つの拠点地区が含まれている。ここでは現業系業種が発達しているというより、商業系、サービス系業種が未発達のため、結果的に現業系業種の比率が高くあらわれていると考えることができる。

IV) 混合型グループ(上本町、天六、京橋、鶴橋、新大阪、十三): このグループに含まれる各地区は、いず

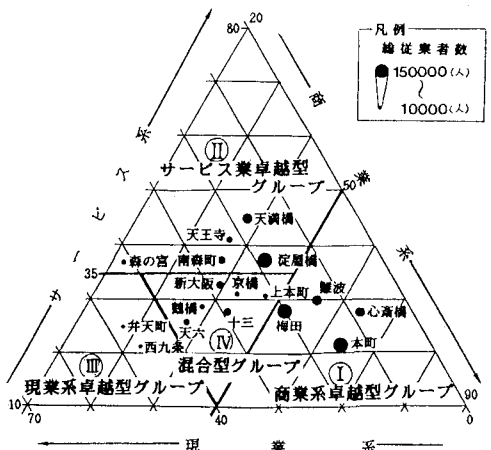


図-4 各拠点地区の従業者数構成比とその規模(目盛は%)

れの系にも特化しているとはいえない。また、現業系卓越型グループに次いで活動集積量が小さく、主に乗り換え利用客の比率が高い鉄道ターミナルを中心とした「拠点地区」から構成されている。

4. ポテンシャル推計モデルの作成結果

(1) ポテンシャル推計モデルの構成

以上の分析結果から事業所統計調査の大分類にもとづく、①卸売・小売業、②金融・保険業、③不動産業、④サービス業の4業種が「拠点地区」において特化していることを明らかにすることができた。

本研究では、これらの4業種を「拠点地区」における代表的な都市機能としてとりあげ、それらのポテンシャルを推計する。なお、本研究ではポテンシャルの代理指標として、業種別の活動レベルを用いることから、具体的にはこれら4業種についてその活動レベルを推計するモデル式を構築する。

ポテンシャル推計モデルの作成にあたって、既に設定した17の「拠点地区」における都市機能のポテンシャル形成に対して重要な影響を持つと思われる要因のうち、定量可能なものを表-1のように設定した。各業種の活動レベルを表現するには、事業所

数、従業者数、出荷額など様々な指標を用いることができるが、本モデルにおいてはその中から「業種別従業者数」を採用している。なお、アクセシビリティ指標は対象地域内の各種活動への近接性を示す指標であり、式(2)のように定義される。

$$ACS^k_j = \sum_i \frac{A^k_i}{\exp(\alpha T_{ij})} \quad (2)$$

ただし

ACS^k_j : 「拠点地区」jの活動kに対する

アクセシビリティ

A^k_i : ゾーンiにおける活動kの活動レベル

T_{ij} : ゾーンiと「拠点地区」j間の時間距離

α : 交通抵抗パラメータ

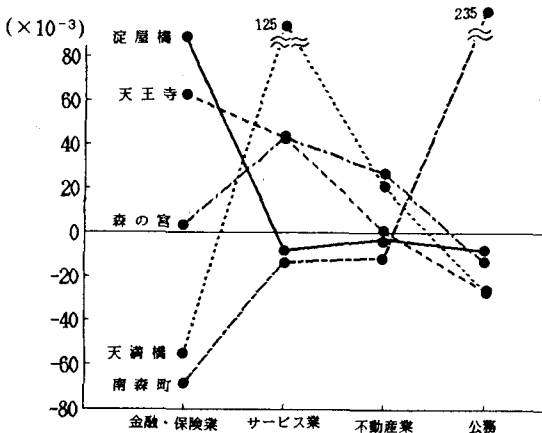
なお、本研究では鉄道網整備によるインパクト分析を中心的な検討課題とすることから、鉄道による交通手段を考えており、また大阪市の一次通勤圏に含まれる市区町村を基準としてゾーンの設定を行った。なお、アクセシビリティを求める際に、複数の鉄道路線が一つのゾーン内を通過する場合は各路線駅の乗降客数によってゾーン内の各活動量を配分し、その値をアクセシビリティ式の A^k_i として用いている。交通抵抗パラメータ α は、ここでは阿部らが大阪地域を対象とした研究⁶⁾を参考にして定めている。

(2) キャリブレーションの結果と考察

ポテンシャル推計モデルは、卸売・小売業、金融・保険業、不動産業、サービス業の4業種の活動レベル(従業者数)を被説明変数とし、表-1で示したポテンシャル形成要因を説明変数としてキャリブレーションを行った。この際、都市機能集積要因を考慮できるようにモデル式の両辺に業種別の活動レ

表-1 本研究でとりあげた拠点地区のポテンシャル形成要因

大分類	説明指標
「広域的要因」	① 夜間人口へのアクセシビリティ
	② 従業者人口へのアクセシビリティ
	③ 神戸都心までの時間距離
	④ 京都都心までの時間距離
	⑤ 最寄りの新幹線駅までの時間距離
「地区的要因」	⑥ 拠点地区内の最高法定容積率
	⑦ 拠点地区内幹線道路供用総延長
「都市化機能集積要因」	⑧ 拠点地区内の卸売・小売業総従業者数
	⑨ 拠点地区内の金融・保険業総従業者数
	⑩ 拠点地区内の不動産業総従業者数
	⑪ 拠点地区内のサービス業総従業者数



$$* \text{ 特化係数 } = \frac{E_{ij}}{\sum_j E_{ij}} - \frac{\sum_i E_{ij}}{\sum_i \sum_j E_{ij}}$$

(E_{ij} : ゾーンiにおける業種jの従業者数)

図-5 サービス業卓越型拠点地区の各サービス業への特化係数

ベルの変数が入るように同時型連立方程式モデルの形をとった。キャリブレーションに際しては、両辺の対数を取り、通常の最小自乗法ではバイアスを生ずる可能性があるため二段階最小自乗法を採用した。なお、キャリブレーションに先立ち、説明変数間の相関係数を参考に、相互に独立な説明変数を採用するように努め、最終的に表-2に示すようなポテンシャル推計式のキャリブレーション結果が得られた。用いた説明変数の内容は表-3に示す。ここで、夜間人口へのアクセシビリティと事業所従業者数へのアクセシビリティを式(1)の中で同時に用いると、重共線性の問題が生じたため、これらの変数の積を新たな指標(ACS3)として使用している。また、金融・保険業においては極端にポテンシャルの高い拠点地区が存在するため、この地区に対して、ダミー変数を導入した。

本モデルでは、対数線形の同時連立方程式の体系をとっているため、モデルの説明力を検討するためには、モデルにおける決定係数に加えて、実績値とモデルによる推計値を比較する必要がある。このため、実績値とモデルによる推計値との間で相関係数とRMS誤差率を求めたが、その結果を表-2に併記した。各業種とも精度上は良好な結果が得られている。モデルの特徴をさらに詳しく検討するために、ここではRMS誤差率が比較的高かった卸・小売業について、その残差の空間的分布を検討した。図-6に残差の空間的分布を示すが、天王寺・森之宮・鶴橋・弁天町などJR環状線上の「拠点地区」において実績値よりも推計値の方が高くなっている。これらの地区では、交通条件などからみて卸・

小売業にとって高いポテンシャルを保持しているにもかかわらず、現実には既存の集積が少ないことを示している。逆に正の残差が大きいのは、淀屋橋・本町・心斎橋等の地区である。このように既存の都市機能の集積が高い地区において正の残差があらわれたのは、同業種の集積効果をモデルにとりいれていなかったこと、さらには大阪の都心軸である御堂筋沿いの地区にはネームバリューのような定性的要

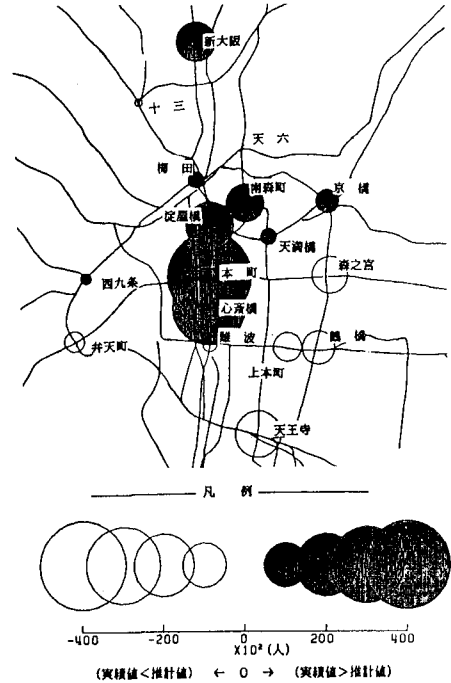


図-6 モデル推計によって生じた卸・小売業の残差分布

表-2 ポテンシャル推計モデルのキャリブレーション結果

業 種	ポ テ ン シ ャ ル 推 計 モ デ ル	精 度
卸・小売業	$\ln(A) = 1.04 \cdot \ln(D) + 0.85 \cdot \ln(ACS3) - 12.31$ [7.1] [1.6]	0.911 ¹⁾ 0.933 ²⁾ 78.2 ³⁾
金融・保険業	$\ln(B) = 5.54 \cdot \ln(ASC2) + 0.92 \cdot \ln(ROAD) + 1.31 \cdot DUMMY - 40.43$ [3.5] [2.5] [2.0]	0.850 ¹⁾ 0.986 ²⁾ 87.7 ³⁾
不動産業	$\ln(C) = 1.01 \cdot \ln(D) + 0.54 \cdot \ln(ACS3) - 10.12$ [7.6] [1.1]	0.915 ¹⁾ 0.899 ²⁾ 69.1 ³⁾
サービス業	$\ln(D) = 0.53 \cdot \ln(A) - 0.62 \cdot \ln(ROAD) + 1.27$ [2.5] [1.4]	0.914 ¹⁾ 0.913 ²⁾ 43.9 ³⁾

注) [] 内は t 値、1) モデルの決定係数、2) 推計値による相関係数、3) RMS 誤差率

表-3 ポテンシャル推計モデルに用いた説明要因

変数記号	説 明 要 因
A	拠点地区内の卸売・小売業総従業者数 (人)
B	拠点地区内の金融・保険業総従業者数 (人)
C	拠点地区内の不動産業総従業者数 (人)
D	拠点地区内の サービス業総従業者数 (人)
ACS1	夜間人口に対するアクセシビリティ
ACS2	事業所従業者人口に対するアクセシビリティ
ACS3	ACS1・ACS2
ROAD	拠点内主要幹線道路総延長
DUMMY	金融業卓越ダミー

因が大きな規定項目となっていることなどが理由として考えられる。他の3業種に関しても卸・小売業と類似した残差の空間的分布を確認することができ、全体としてモデルの有効性を確かめることができたと考えられる。

5. ポテンシャル推計モデルを用いたインパクト分析

ここでは、ポテンシャル推計モデルを用いて、「拠点地区」に対する基盤整備の役割を持つ交通網整備が、その都市機能に与えるインパクトを計測し、その結果にもとづいてモデルの挙動を考察する。

(1) インパクト計測の前提条件

一般に交通網整備により様々な効果が生じるが、それらは長期的には種々の都市活動のレベルの変化をもたらす。またその間に、経済社会的な外生諸条件が変化し、都市活動にとっての周辺状況が大きく変わる恐れもある。このような複雑な問題に対し、本研究では交通網整備代替案の実施が「拠点地区」に及ぼすインパクトを簡便に計測するため、以下のフレームのもとでインパクトを計測することにする。

① 交通網整備による直接効果として、様々な施設改良や新線建設によって生じる鉄道利用の所要時間短縮効果のみを考慮する。

② 本研究では、交通網整備代替案の実施効果のみを検討するため、交通条件以外の立地条件には代替案の実施前後で変化がないものと仮定する。

③ 交通網整備代替案の実施によるインパクトの大きさを表現する指標には、次に示すポテンシャルの変化量および変化率を用いる。

$$\Delta P S^m_j = P^m_j - P^0_j \quad (3)$$

$$P R^m_j = (P^m_j - P^0_j) / P^0_j \quad (4)$$

ただし

$\Delta P S^m_j$ 、 $P R^m_j$:それぞれ代替案mの実施による「拠点地区」jにおけるポテンシャルの変化量と変化率

P^0_j 、 P^m_j :それぞれ代替案mの実施前と後の「拠点地区」jにおけるポテンシャル

なお、インパクト計測のベースとして用いる交通網は昭和56年時点のものとする。

④ 交通網整備代替案として図-7に示す二路線

A、Bの新線建設を想定する。

(2) インパクトの計測結果

ポテンシャル推計モデルを用いてインパクト分析を行った結果、各機能、各拠点ごとに代替案実施によるインパクトを計測することができた。以下では紙面の都合上、都市機能別のインパクトに分けずに、各拠点地区の都市機能全体(4業種の合計)に生じたインパクトについて考察を加える。インパクト計測の結果、路線A、もしくは路線Bの整備によって、都市機能ポテンシャル全体の変化率 $P R^m_j$ が0.01より大きい「拠点地区」をとりあげ、図-8にそのポテンシャル変化率の大きさを示した。ここで横軸は基準ポテンシャルを示している。

まず、路線Aの整備によって、京橋、南森町、天六、梅田の各「拠点地区」において大きなインパクトがみられる。梅田地区は大阪東部からの、京橋地区は阪神間からの、南森町、天六は両者からの交通便利性が向上し、このような結果が生じたものと考えられる。次に、路線Bは、都心部を貫いている地下鉄1号線と平行する形で建設される。このため路線Bのインパクトは都心軸上の拠点地区に一様にあらわれており、周辺地区への影響は少ない。都心軸上の

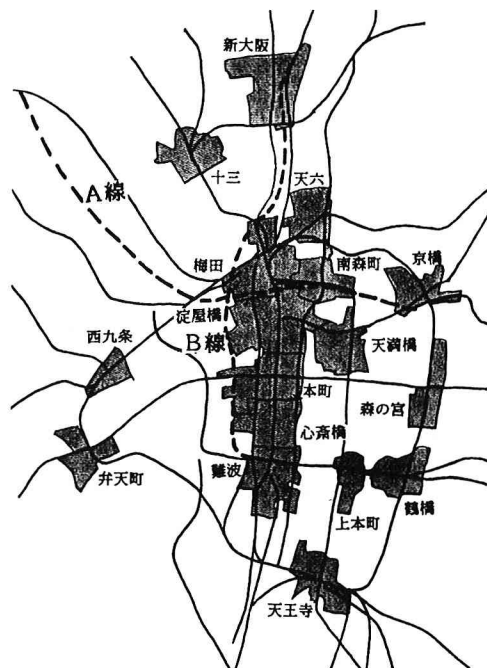


図-7 交通網整備代替案

「拠点地区」はもともとのポテンシャルが大きい地区ばかりであるため、変化量でとらえた場合、路線Bの整備実施効果はかなり大きいものであるといえる。このように、代替案の特性に応じて、特定の「拠点地区」にのみ大きなインパクトが生じる場合や、多くの「拠点地区」にわたってむしろインパクトが生じる場合など、その整備効果の多様性を明らかにすることができた。また、路線A、路線Bが直接通過しない十三、天六などにおいてもインパクトが計測され、交通ネットワークの形状に応じて、交通網整備の影響は周辺拠点地区にも及ぶことが明らかになった。

これらの分析から、本研究で構築したポテンシャル推計モデルは一定の前提条件のもとで十分な有用性を有していると考えることができる。また、各代替案実施に要するコストが明らかになり、さらにポテンシャルの向上を貨幣尺度上で表わすことができるようになれば、これらのインパクト値をもとに投資効率という観点から代替案の検討を行うことも可能となる。

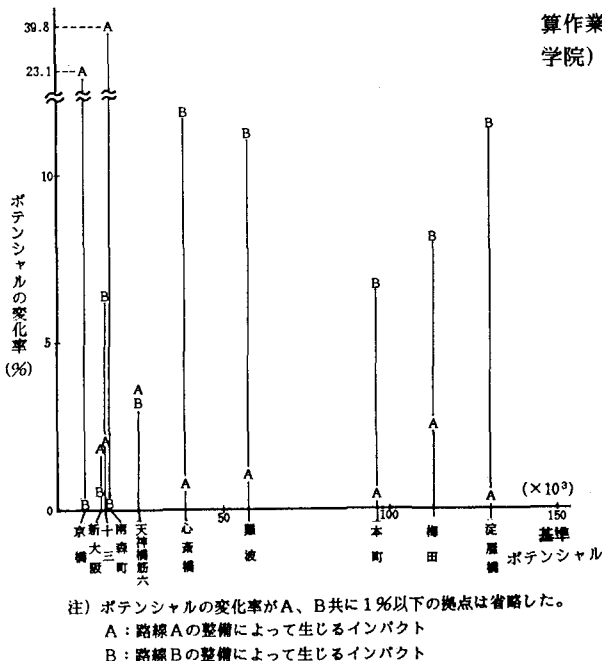


図-8 交通網整備によって各「拠点地区」に生じるインパクト

5. おわりに

本研究では大都市圏の産業活動の中心地区を「拠点地区」として定義し、そのポテンシャルを推計するモデルを提案した。また、大阪市を対象として分析を行ったところ、様々な都市活動に特化した17の「拠点地区」を抽出することができた。また、「拠点地区」において特化している4業種に着目してポテンシャル推計モデルを構築し、交通網整備が「拠点地区」に及ぼすインパクトを計測することができた。

今後の課題として、「拠点地区」のポテンシャルを説明する要因として、宣伝効果やファッション特性などの定性的な特性についても考慮する必要がある。また、交通網整備による「拠点地区」へのインパクト分析においては、鉄道整備による時間短縮効果のみに着目したが、そのほか自動車利用に着目した拠点特性の分析も今後の重要な課題と考えられる。

最後になったが、本研究を実施するに当たりデータを提供して下さいた大阪市の関係各位、ならびに計算作業に協力いただいた三菱総合研究所(元京大大学院)新田啓之氏に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 吉瀬博仁: 地方都市における中心業務地区(CBD)の研究、早稲田大学学位論文、1980.12.
- 2) 浅野光行: 都市における核地区の形成と交通施設整備に関する基礎研究、土木学会論文集、第385号、IV-4、1986.1.
- 3) 中村英夫、林良嗣、宮本和明: 広域都市圏土地利用交通分析システム、土木学会論文報告集、第335号、1983.
- 4) 芝原靖典、青山古隆、大谷博: 交通施設整備を考慮した土地利用-交通モデル、第4回土木計画学研究発表会、1982.1.
- 5) 浅野光行: 都市における交通-活動分布モデルに関する基礎的研究、土木学会論文集、第285号、1979.5.
- 6) 阿部宏史: 広域都市圏における土地利用モデルの開発と応用に関する研究、京都大学学位論文、1985.6.