

非集計分析に基づく研究所の立地予測モデルの開発に関する研究*

A Study on the Development of Forecasting Model of Research Institute Location

Based on Disaggregate Behavioral Analysis*

加藤勝敏**、岩崎義一***、相茶正彦****、遠藤弘太郎*****、鈴木千広*****、瀬口哲夫*****

By Katsutoshi KATO**, Yoshikazu IWASAKI***, Masahiko AICHA****, Kotaro ENDO*****,

Chihiro SUZUKI*****, Tetsuo SEGUCHI*****

1. はじめに

わが国の産業立地政策は、工場立地から工業立地へ、そして先端産業や研究所・情報産業など高度知識産業を主たる対象に業種を拡大しながら変化してきている。

しかし、従来の工場及び工業立地政策の時代は、古典的産業立地論で対応可能であったが、情報化や国際化が急激に進展した現在の社会産業構造下では、企業も情報処理部門や研究所等の知識部門を装備して多角化戦略を進めており、従来の産業立地論では現状にそぐわなくなってきた。

現行の産業立地政策は、古典的産業立地論に思想の中心がおかれているくらいが強く、このため、知識活動部門の台頭など社会産業構造の変化に対応した新たな立地政策への転換・再編が要請されるに至った¹⁾²⁾。

本研究は、産業の知識活動部門として研究所をとりあげ、研究所の立地因子を考慮した説明変数による立地選択モデルの開発を行い、新たな立地政策の確立に資する基礎的な知見を得ようとするものである。なお、研究所は、立地件数が少ないことや本社事務所と同様に多様な立地条件を求めることから³⁾、モデル開発には非集計分析手法が適切と判断し、非集計ロジットモデルを適用した。

2. 研究所の立地因子特性

工場を巡る立地因子の研究は工業立地論を中心に論じられてきているが、研究所についての立地因子の研究は殆どみられない。そこで、全国に立地する民間研究所に対して立地条件重視に関するアンケート調査を実施¹⁾し、これに基づいて立地因子の特性を整理した(図-1)。

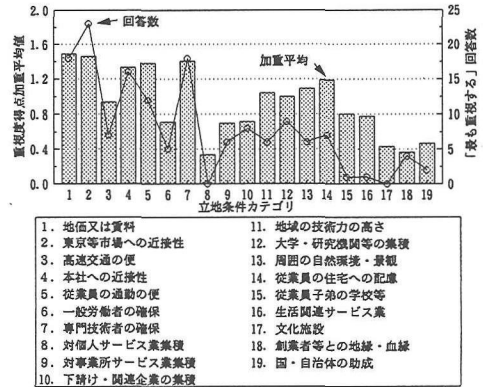


図-1 研究所の立地条件重視度

研究所が重視する立地条件の立地因子への対応づけは、図-2のように整理される。なお、立地条件重視項目の選択基準は全設問の重視度平均値以上、又は「最も重視する」の回答が1件以上みられたものを採択した。これによると、研究所は工場立地と異なり、費用利益因子に類する因子のみならず、費用利益を増幅させる質的な集積利益因子がかなり重要視されていることが分かった。

通産省の工場立地動向調査では1985年から研究所の立地に対して届け出が義務づけられた。1985年～1993年までの間に研究所の立地件数は411件であった。次章のモデル分析では、このうち本社所在地が不明の3件を除く408件のサンプルを用いた。

* キーワーズ：産業立地、地域計画、国土計画、計画手法論

** 財団法人日本立地センター 主任研究員
(東京都港区虎ノ門1-4-2 虎ノ門東洋ビル)
(tel 03-5512-8713, fax 03-5512-8722)

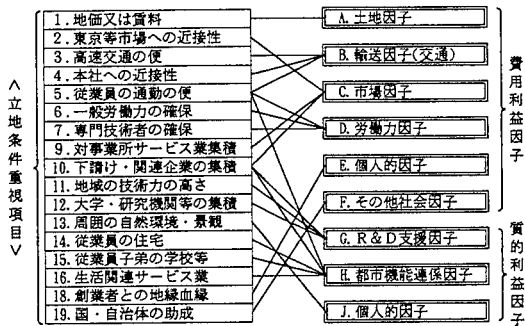
*** 正員、財団法人日本立地センター 主任研究員

**** 株式会社エス・アール・シー 主任研究員
(東京都港区虎ノ門3-18-6 朝日虎ノ門ビル)
(tel 03-3434-1744, fax 03-3434-2789)

***** 正員、株式会社ライテック 公共政策室 室長代理
(東京都新宿区市谷本村町2-7)
(tel 03-3268-2511, fax 03-3268-7181)

***** 株式会社ライテック 公共政策室
***** 正員、工学博士 豊橋技術科学大学 助教授
(豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)

(tel 0532-47-0111, fax 0532-48-2830)



注) 質的利益因子のうち「I. 個人的因子」は、データ把握が困難なため、説明変数の検討対象から省略。

図-2 重要視する立地条件と立地因子の対応

3. モデルの基本的考え方

研究所の立地に係る意思決定は、移転あるいは新設の決定段階と、立地地点の選定との大きく2つの段階に分けて捉えられる。本稿では後者を非集計ロジットモデルを用いて分析する。対象地は日本全国であり、これを353ゾーンに区分し⁽²⁾、これらのゾーンへの立地確率を推計するモデルを開発する。

非集計分析を用いて立地選択や目的地選択のような膨大な選択肢がある場合の分析を行う際の問題点として、膨大な数の選択肢を選択主体が同時に評価しているとは考えにくいという点が挙げられる。このため、各選択主体の選択肢集合をどのように設定するかという問題が生じる。これに対する非集計モデルの改良方法として最も一般性を有するのは、分析者の各選択主体の選択肢集合の認知に対する不確実性を確率的に表現する方法である^{(4) (5) (6)}。ただし、これらの方法はパラメータ推定が複雑であり、標準的推定プログラムが利用できないという問題がある。

もう1つの代替的な方法としては、選択主体が認識する選択肢の数を、選択主体の活動拠点からの距離による遞減関数として表す方法である⁽⁷⁾。本稿ではこの方法を用いることとした。すなわち、研究所の立地選択モデルを以下のように定式化した。

$$P_t(i) = \frac{M_{it} \cdot \exp(V_{it})}{\sum_j M_{it} \cdot \exp(V_{it})} \quad [1]$$

$P_t(i)$: 研究所tがゾーンiを選択する確率

V_{it} : 研究所tがゾーンi内に立地した場合の効用の確定項

ここで、 M_{it} はtが認識できるゾーンiの選択肢

の供給量を表す。本稿ではこれがtの本社ゾーンhからの時間距離 d_{hi} によって遞減するものと仮定し、次式で表す。

$$M_{it} = S_i^a \cdot \exp(\beta \cdot d_{hi}) \quad [2]$$

S_i : ゾーンiの選択肢の供給量を表す規模変数

d_{hi} : tの本社ゾーンhからゾーンiまでの時間距離

α, β : パラメータ ($\alpha > 0, \beta < 0$)

4. パラメータの推定結果

(1) 説明変数の設定およびモデルの推定

モデルに用いる説明変数としては、立地因子に対応して、表-1に示すような変数を検討した。

なお、式[2]の選択肢の供給量を表す規模変数 S_i としては、可住地面積を用いることとした。

立地選択のように膨大な選択肢集合を有する場合のもう一つの非集計モデル適用上の問題点は、パラメータ推定に要する計算量が膨大になることである。

この問題に対しては、ロジットモデルの場合には、選択肢の全体集合の中からランダムに少量の選択肢集合Dを抽出してパラメータの推定を行う方法が提案されている⁽⁸⁾。選択肢集合のDの具体的な抽出方法については、Ben-Akiva他⁽⁹⁾が以下の3種類の方法に整理している。

- ① 単純ランダム抽出
- ② 簡便に選択確率を推定しておき、Dの要素として各選択肢を抽出する確率をこれに比例させる。この抽出確率に基づいて選択肢集合Dを抽出する方法。
- ③ 選択肢集合をいくつかの層に分け、各層から少数の選択肢をランダムに抽出する方法。

このとき、①の全くランダムに抽出するよりも、①や②の方法を用いて、パラメータの変動に与える影響の少ない部分の情報を減らす方が効率的である。そのため、本稿では以下に示すように③の方法を採用することとした。

選択肢集合を抽出するにあたり、各選択主体別に以下のように4つの層に分類し、それぞれの層から以下の抽出数で選択肢を抽出した。

- ① 本社と同一ゾーン ; 1 選択肢抽出
- ② ①以外の同一都道府県内ゾーン ; 2 選択肢抽出
- ③ ①②以外の同一ブロック⁽³⁾内ゾーン ; 2 選択肢抽出
- ④ ①②③以外のゾーン ; 2 選択肢抽出

②~④の各層からの抽出はランダム抽出であるが、

実際に立地している（選択されている）ゾーンがある層の場合には、予めそのゾーンを抽出対象から除き、残りの1ゾーンをランダムに抽出する。したがって、原則として実際に選択している選択肢を含め7つの選択肢をもつ選択肢集合が抽出される⁽⁴⁾。

表-1 立地因子と説明変数の対応付け

立地因子	説明変数	算出方法(単位)	備考・出典
土地因子	工業用地取得価格	ゾーン内人口最大都市の工業地区公示地価×敷地面積 (千円/㎡)	[国土庁：地価公示] [通産省：工場立地動向調査]
	可住地面積	[規模変数] (km ²)	[教育社：77777]
	工業団地整備率	ゾーン内分譲中工業団地面積/可住地面積	[通産省：工業団地台帳] [教育社：77777]
その他社会因子	テクノポリス地域面積率	ゾーン内(1)地域指定市町村可住地面積/ゾーン可住地面積	
	頭脳地域面積率	ゾーン内頭脳地域指定市町村可住地面積/ゾーン可住地面積	[通産省：通産六法] [自治省：市町村要覧]
労働力因子	夜間人口密度	地 ln(P/A) ln(人/km ²)	P:ゾーン内夜間人口 T:ゾーン内第3次産業就業者数
	第3次産業就業者数密度	城 ln(T/A) ln(人/km ²)	S:ゾーン内第3次産業就業者数 E:ゾーン内管理・専門職就業者数
都市機能速係因子	サービス産業就業者数密度	社 ln(S/A) ln(人/km ²)	A:ゾーン可住地面積 [総務庁：国勢調査]
	R & D支援因子	管理・専門職就業者数密度	会 ln(E/A) ln(人/km ²)
市場因子	先端産業出荷額密度	経 N/A (億円/km ²)	N:ゾーン内先端産業出荷額 K:ゾーン内加工組立型製造業出荷額
	加工組立型製造業出荷額密度	済 K/A (億円/km ²)	L:ゾーン内生活関連型製造業出荷額
	生活関連型製造業出荷額密度	関 L/A (億円/km ²)	M:ゾーン内基礎素材型製造業出荷額 A:ゾーン可住地面積
	基礎素材型製造業出荷額密度	速 M/A (億円/km ²)	[通産省：工業統計表] [教育社：77777]
個人的因子	移転元との近接性 ^{*1}	移転元ゾーンと移転先ゾーン間の時間距離 (時間)	[日本交通公社：JTB時刻表] [建設省：道路時刻表] [通産省：工場立地動向調査]
輸送因子	本社との近接性	本社所在ゾーンと立地ゾーン間の時間距離 (時間)	[日本交通公社：JTB時刻表] [建設省：道路時刻表] [通産省：工場立地動向調査]
	I Cとの近接性	最寄りIC/ターミナルまでの時間距離 (時間)	ゾーン内の人口最大都市からの時間距離
	空港との近接性	最寄り空港までの時間距離 (時間)	
	新幹線駅との近接性	最寄り新幹線駅までの時間距離 (時間)	
	空港又は新幹線駅との近接性	空港か新幹線駅の近い方の時間距離 (時間)	[日本交通公社：JTB時刻表] [建設省：道路時刻表]
	第1主成分	第1主成分得点/ゾーン可住地面積	地域社会経済関連指標による主成分分析結果
	第2主成分	第2主成分得点/ゾーン可住地面積	
		大都市圏が ^{#2} 大都市圏内のゾーンならば1 新幹線未整備地域が ^{#2} 都道府県別に新幹線駅がなければ1 新幹線整備済地域が ^{#2} 大都市圏外で都道府県別に新幹線駅があれば1	
	新幹線未整備地域における空港との近接性 (時間) 新幹線整備済地域における新幹線駅との近接性 (時間) 新幹線整備済地域における空港との近接性 (時間) 新幹線未整備地域におけるIC又は空港との近接性 (時間)		

注) *1: 移転研究所のみの変数
#2: 大都市圏は、東京・大阪における鉄道2時間交通圏域

各層は本社から遠くなるほどゾーン数が多くなるため、本社近くのゾーンを相対的に大きな抽出確率で抽出することになる。実際の抽出はモンテカルロ法を用いて行った。この時、求めるパラメータは次の確率の尤度関数の最大化によって求められる⁹⁾。

$$P_t(i|D) = \frac{\exp(V_{it} - \ln q_{it})}{\sum_j \exp(V_{jt} - \ln q_{jt})} \quad [3]$$

ここで、 $P_t(i|D)$ は、抽出した選択肢集合Dからtが選択肢iを選択する確率を表している。

$$\text{また、} q_{it} = \frac{J_{a(i)t}}{J_{a(i)}} \quad [4]$$

$J_{a(i)t}$: 選択肢iのある層a(i)からの抽出数

$J_{a(i)}$: 選択肢iのある層a(i)からの全選択肢数

である。したがって、 $-\ln q_{it}$ をパラメータ1に固定して通常のパラメータ推定を行えばよいことになる。

(2) モデルの推定結果

モデルの推定結果を表-2に示す。ケース1は各説明変数を直接導入したケースであり、ケース2は社会経済関連指標の主成分分析における主成分得点を導入したケースである。主成分分析を導入した理由は、先の立地因子でもみたように研究所は質的な立地因子を重要視する傾向にあり、地域の社会的な要因が総合的に判断されているものと考えて、係る条件の得点化の導入を考慮しようとしたものである。

表-2 モデルの推定結果

説明変数名	ケース1		ケース2	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
ln(可住地面積)	0.755	6.89	0.919	8.57
本社との近接性	-1.394	-19.77	-1.411	-21.22
移転元との近接性	-1.153	-6.82	-1.161	-6.78
テクノポリス地域面積率	0.665	2.15	0.622	2.03
頭脳地域面積率	0.475	1.19	0.677	1.73
管理・専門職就業者数密度	0.086	1.02		
先端産業出荷額密度	0.004	2.20		
工業用地取得価格	-0.5 × 10 ⁻³	-2.64	-0.2 × 10 ⁻³	-1.23
工業団地整備率	18.255	2.75	19.644	2.99
新幹線未整備地域が ^{#2}	1.048	2.96		
新幹線未整備地域における空港との近接性	-0.886	-3.85	-0.403	-3.43
新幹線整備済地域における新幹線駅との近接性	-1.161	-4.95	-1.427	-6.25
第1主成分			0.001	4.58
第2主成分			0.003	4.49
尤度比		0.50		0.50
的中率		50.5		50.5
サンプル数		408		408
対象ゾーン数		353		353

主成分分析の結果は、表-3に示す通りであり、主要な2つの成分が抽出されている。固有ベクトルから判断すると、第1主成分は総合的な社会経済活動の集積状況を示す軸であり、第2主成分は特に工業に特化した産業の集積性を示す軸と解釈される。この2つの主成分で累積寄与率は90%に達している。

ケース1、2いずれのケースも移転元との近接性（移転研究所のみ）、テクノポリス地域面積率、工業団地面積率、工業用地取得価格、新幹線未整備地

域における空港までの近接性、新幹線整備済地域における新幹線までの近接性といったものが主要な説明変数として得られている。その他に、ケース1では、社会経済関連指標として、先端産業出荷額、ケース2では、第1、第2主成分とも有意な変数としてモデルに採択されている。

なお、ICまでの近接性も重要な立地説明要因と考えられるが、本モデルでは有意な説明要因とならなかった。この理由としては、研究所は人との交流が主体であり、高速大量交通機関との近接性が重視されうると考えられること、ICまでの近接性が人口等の社会経済指標との間に強い相関関係があるためと考えられる。

表-3 社会経済関連指標の主成分分析結果

指標名	固有ベクトル	
	第1主成分	第2主成分
夜間人口	0.397	-0.113
管理・専門職就業者数	0.394	-0.147
第3次産業就業者数	0.394	-0.183
サービス産業就業者数	0.374	-0.321
加工組立型製造業出荷額	0.258	0.658
生活関連型製造業出荷額	0.373	-0.285
基礎素材型製造業出荷額	0.298	0.247
先端産業出荷額	0.313	0.504
固有値	6.12	1.09
累積寄与率	76.6%	90.2%

5. モデルの現況再現性

以上のモデルを用いて現況再現を行うと、図-3のようにになっている。ここでは、作業条件の制約から353ゾーンを206ゾーンに集約を行っている。相関係数は低いが、立地が0件のゾーンが多数あるのに対して、本モデルの性格上、こうしたゾーンにも一定の確率値が推計されることを考慮すれば、比較的良好な再現性を有すると判断した。なお、ケース2の方が幾分現況再現性が高い。

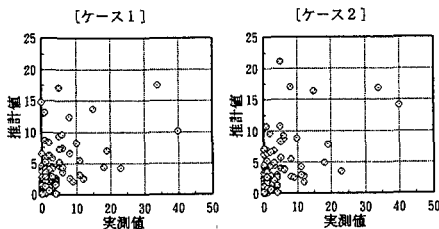


図-3 現況再現結果のプロット

6. おわりに

本研究では、非集計ロジットモデルを用いて研究所の立地因子から類推される説明変数による予測モデルの開発を試みた。その結果、テクノポリス地域面積率、工業団地面積率、工業用地取得価格が主要な説明変数として得られた。これらは政策に直結する要因そのものであり、研究所立地に対する立地政策の評価などを行う際に、操作性の高い予測モデルの開発が可能であることが明らかになった。

また、新幹線未整備地域における空港までの近接性、新幹線整備済地域における新幹線までの近接性といった高速交通体系や、移転元との近接性（移転研究所のみ）も主要な説明変数として得られ、これらも国土計画などと接続したモデル開発が可能であることを示唆している。

さらに、社会経済関連指標を得点化した方法でも予測可能なことが示され、サービス産業にまで拡大しつつある産業立地政策の非集計モデルへの適用可能性が高いことも明らかとなった。

補注

- (1) 配布件数は1,160件、回答は126件(回収率10.9%)、実施時期1994年4月。
- (2) 総務庁が事業所統計で扱っている353ゾーンを採用している。但し、特別区を集約したため353ゾーンとした。
- (3) 適産省が工業再配置計画等で用いている全国14地域の分割ブロックである。
- (4) 北海道に本社をもつ研究所の場合は、北海道のみのブロックのため、層③がなくなり、全5選択肢となる。

参考文献

- 1) 笹生 仁：工業の革新と立地、大明堂、pp. 112-115、1991
- 2) 小林源司：知識社会における産業立地と地域動学、土木学会論文集No. 449/IV-17、pp. 27-36、1992. 7
- 3) (株)三和総合研究所：事務所、研究所等の地方立地促進方策に関する調査(国土庁委託調査)、1988. 3
- 4) Manski, C.: The Structure of Random Utility Models, Theory and Decision, Vol. 8, pp. 229-254
- 5) 宮本和明・宮地淳夫：非集計型住宅タイプ選好モデル、昭和57年度日本都市計画学会論文集、pp. 139-144、1982
- 6) 森川萬行・竹内博史他：定量的観光魅力度と選択肢集合の不確実性を考慮した観光目的地選択分析、土木計画学研究(中黒)論文集 No. 9, pp. 117-124、1991. 11
- 7) 林良嗣・富田安夫：マイクロシミュレーションとランダム効用モデルを応用した世帯のライフサイクル住宅立地一人口属性構成予測モデル、土木学会論文集、第395号/IV-9, pp. 85-94、1988. 7
- 8) McFadden, G.: Modelling the Choice of Residential Location, Spatial Interaction Theory and Planings Models, North-holland, 1978
- 9) Moshe Ben-Akiva et al.: Disaggregate Trip Distribution Models, 土木計画学論文集、第347号/IV-1, pp. 1-17、1984. 7