

非集計分析に基づく移転工場の立地予測モデル
の開発について — 首都圏地域を対象として —

AN APPROACH CONCERNING FORECASTING MODEL OF FACTORY RELOCATION BASED ON DISAGGREGATE
BEHAVIORAL ANALYSIS - CASE STUDY IN TOKYO METROPORITAN AREA-

岩崎義一*、相茶正彦**、遠藤弘太郎***、土居厚司****、瀬口哲夫*****、加藤勝敏*****
Yoshikazu IWASAKI, Masahiko AICHA, Kotaro ENDO, Atsushi DOI, Tetsuo SEGUCHI, Katsutoshi KATO

1. はじめに

戦後のわが国の工業立地政策は、過密・過疎の同時解消を目的として、大都市から地方への工場の移転分散政策を基本としてきている。この工業立地政策において、具体的に数値フレームを有する工業再配置計画(以下、工配計画)¹⁾は出荷額を中心に集計分析手法により作成されたものであり、工場立地という政策に直結する立地量を考慮していないのが実情である。これは、比較的件数の少ない工場立地を数値フレームに適用する具体的な手だてが明らかにされていないのが大きな原因となっている。

比較的件数が少なく、限られた地域での工場立地予測に適した手法として非集計分析手法の導入が考えられる。これが政策検討の面から操作性の優れた予測手法として開発されれば、この工配計画にも接続可能になるものと期待される。

従来の非集計型の工場立地選択モデルでは、宮本等の移転立地を対象とし、将来予測時に用地制約を考慮した研究²⁾、林等の移転需要の推定から局地選択レベルまでの立地選択問題を扱った研究³⁾等、多くの試みがなされてきているものの、多岐にわたる工場立地因子⁴⁾を考慮したモデルの検討は、関連データの収集・分析作業が膨大になることもあって、

ほとんど行われていないのが実状である。特に、工業立地政策の中で重要な項目となっている工場の移転立地に関するモデルの開発は工配計画に大きく寄与するものと考えられる。

本稿では、移転立地が最も多い首都圏を対象に非集計ロジットモデルを用いて、移転工場の多様な立地因子から類推される指標による予測モデルの開発の可能性を試みている。

2. モデルの基本的考え方

(1) モデルの選択構造

工場の移転立地に関する意思決定過程は、移転するか否かを決定する段階と、移転を決定した工場が特定の敷地を選択する段階という2つの大きな次元に分けて捉えられる。本稿の分析対象は、このうち特定の敷地(ゾーン)を選択する段階である(図-1)。即ち、移転を決定した工場が首都圏内のどのゾーンに立地するかを推定するモデルの構築を試みる。

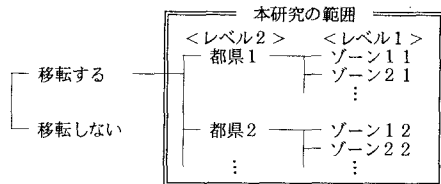


図-1 選択ツリー

移転地点の選択では、選択主体にとって選択肢の数は極めて多い。そのため立地選択の意思決定は、まず工場が移転する都県の選択と、都県内の地点(ゾーン)の選択という2つの次元に分けられるものとし、ネスティッドロジットモデルを適用することとした。仮定したモデルの選択ツリーを図-1に示す。なお、本モデルの対象地域は、首都圏の1都7県であり、これを図-2のようにゾーニングした。

キーワード：産業立地、地域計画、国土計画

* (正会員)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1-1-20 虎ノ門実業会館)
(tel 03-3502-3441, fax 03-3597-8092)

** 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)

*** (正会員)株式会社ライテック社会開発部 課長代理
(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社会開発部
***** (正会員)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)

***** 財団法人日本立地センター 主任研究員

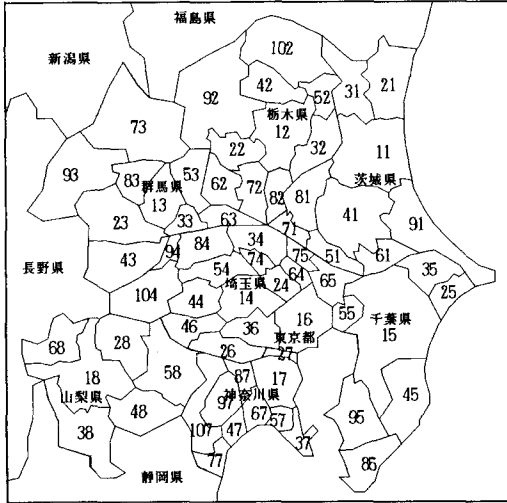


図-2 ゾーン区分図

(2) ゾーン選択サブモデル

ゾーン選択サブモデルは、立地する都県が既知のときに、都県内のゾーン別の立地確率を推定するモデルであり、図-1のレベル1に相当する。ゾーンの選択を考える場合には、ゾーンの大きさによる選択確率の変化を考慮する必要が生じる。即ちゾーン内に含まれる工場敷地の供給量が多いほどそのゾーンは選択されやすくなる。これを考慮した非集計ロジットモデルは次式のように定式化される⁵⁾。

$$P_t(i|k) = \frac{M_i \exp(V_{i|kt})}{\sum_{i' \in k} M_{i'} \exp(V_{i'|kt})} \quad [1]$$

$P_t(i|k)$: 都県 k が選択された条件で工場 t が i ゾーンを選択する条件付き確率
 M_i : i ゾーンの工業用地の供給量を表す規模変数

(3) 都県選択サブモデル

都県選択サブモデルは、都県別の立地選択確率を推定するモデルであり、図-1のレベル2に相当するモデルである。非集計ネスティッドロジットモデルにより、これは以下のように定式化される。

$$P_t(k) = \frac{\exp(V_{kt} + \mu \Lambda_{kt})}{\sum_k \exp(V_{kt} + \mu \Lambda_{kt})}$$

$$\Lambda_{kt} = \ln \sum_{i' \in k} M_{i'} \exp(V_{i'|kt}) \quad [2]$$

$P_t(k)$: 工場 t が都県 k を選択する確率
 V_{kt} : 工場 t が都県 k に立地する効用の確定項 (立地ゾーンによって変化する効用部分は含まない)
 μ : パラメタ 2 の誤差項の分散比を表すパラメータ
 Λ_{kt} : ログサム変数

3. パラメータの推定結果

パラメータの推定には、1981年(昭和56年)から1990年(平成2年)までに首都圏内外(全国)から首都圏に移転立地した工場に関する工場立地動向調査票1,723件⁶⁾を用いている。以下にモデルに用いた説明変数及びパラメータの推定結果について述べる。

(1) 説明変数

モデルに用いる説明変数としては、上記の工場立地動向調査の立地地域選定理由(図-3)、立地地点選定理由(図-4)を考慮し、表-1に示すような変数を検討した。また、[1]式の規模変数 M_i としては、工業立地可能面積を用いることが望ましいが、本研究では可住地面積と宅地面積の差分をこの代理変数として用いることとした。

ここで、工業団地面積、工配計画における誘導地域面積及びテクノポリス地域面積のモデルへの導入方法については、以下のように考えた。

例として、立地可能な工業団地面積 M_2 を有するゾーン i について考えると、 i の効用関数 V_i は理論的には[3]式に示すようなログサム変数の形式になるものと考えられる。

$$V_i = \ln \{ M_1 \exp(V_1) + M_2 \exp(V_2) \} \quad [3]$$

M_1 : i ゾーンの工業団地以外の工業立地可能面積
 V_1 : i ゾーンの工業団地以外の工業立地可能面積への平均立地効用
 M_2 : i ゾーンの工業団地内立地可能面積
 V_2 : i ゾーンの工業団地内立地可能面積への平均立地効用

ここで、 $V_2 = V_1 + \alpha$ ($\alpha > 0$) とおけるものと仮定し、 $M_i = M_1 + M_2$ を用いると[3]式は、

$$V_i = V_1 + \ln M_i + \ln(1 + \beta \cdot r) \quad [4]$$

$r = M_2 / M_i$ 、 $\beta = \exp(\alpha) - 1$: パラメータ(> 0)と変形できる。[4]式の第三項が工業団地面積に関する

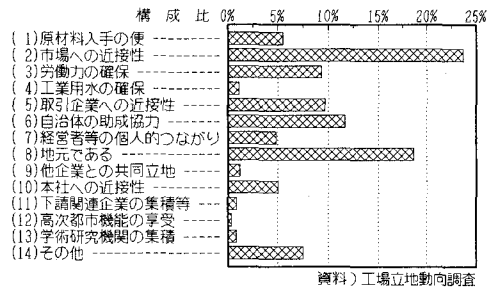


図-3 移転立地工場の地域選定理由

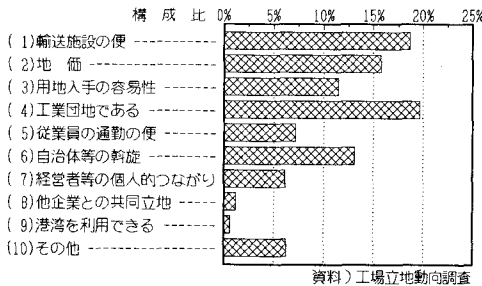


図-4 移転立地工場の地点選定理由

表-1 立地因子と関連指標

立地因子	関連指標	算出方法(単位)	備考・出典
原材料 入手の便	原材料市場との近接性	$\Sigma A_j \cdot D_j$ (億円/分)	D_j : jゾーン間時間距離 *有料料金を考慮し た道路利用最短時間
市場への 輸送の便	卸売業市場との近接性 二次加工業市場との近接性	$\Sigma B_j \cdot D_j$ (億円/分) $\Sigma C_j \cdot D_j$ (億円/分)	a : n 社($n=2$) A_j : jゾーン工業出荷額 (全業種) [工業統計表]
原材料 入手の便	成田空港との近接性	成田空港との時間距離 (分)	B_j : jゾーン卸売業年間 販売額 [商業統計調査]
市場への 輸送の便	羽田空港との近接性	羽田空港との時間距離 (分)	C_j : jゾーン加工組立型・ 生活関連型業種工 業出荷額 [工業統計表]
地元性	港湾との近接性	寄寄り重要港湾との時間距離 (分)	
	移転元工場との距離	移転元ゾーンと移転先ゾーンの時間距離 (分)	
交通の利便性	インターチェンジ数密度	ゾーン内インターチェンジの数/ゾーン面積 (カ所/百km ²)	[高速度道路便覧] [市町村要覧]
新規労働力 確保の容易さ	通勤圏域内の労働力人口密度	移転先ゾーンの労働力人口/ゾーン面積 (千人/百km ²)	15~64歳人口 [国勢調査]
地価	工業地地価	ゾーン内人口最大都市の工業地区公示地価×工場敷地面積 (千円)	[地価公示] [工場立地動向調査]
用地入手の 容易さ	工業立地可能面積 工業団地整備率	可住地面積-宅地面積(km ²) ゾーン内分譲中工業団地面積/工業立地可能面積(%)	[国土庁] [通商産業省団地台帳]
法令による 地域区分	工配計画の誘導地域面積率 テクノポリス地域面積率	ゾーン内誘導地域指定市町村面積/工業立地可能面積(%) ゾーン内テクノポリス地域指定市町村面積/工業立地可能面積(%)	[通商六法] [市町村要覧] [通商六法] [市町村要覧]

る効用であるが、非線形であるので、通常のプロセスではパラメータ β を推定することができない。しかし、この項は原点を通る単調増加の関数であることから、

$$\ln(1 + \beta r) \approx \beta' \cdot r, \quad \beta': \text{パラメータ}$$

として、モデルに導入している。

(2) ゾーン選択サブモデルの推定

ゾーン選択サブモデルでは、各都県に立地しているデータ毎にセグメントし、各都県毎にパラメータ推定を行った。また、業種によるパラメータの違いを考慮するために、各説明変数(定数項を除く)とも業種別ダミー変数を乗じた変数をセットしてパラメータの推定を行った。すなわち、工場立地効用 V を[5]式のように定式化した。なお、業種区分は、加工組立型、生活関連型、基礎素材型の3区分とした。

$$V = \dots + \sum_j \alpha_{mj} X_m \delta_j + \dots \quad [5]$$

α_{mj} : j 業種の m 番目の説明変数のパラメータ
 X_m : m 番目の説明変数
 δ_j : 選択主体が j 業種の場合 1、その他の場合 0

都県別のゾーン選択サブモデルの推定結果の一覧を表-2に示す。各モデルとも尤度比が概ね4以上、的中率が概ね6~8割となっており、良好な結果が得られたと判断した。この結果にみる主な特性は、①移転元との距離が主要なゾーン選択要因となっていること、②工業団地整備率と工業再計画の誘導地域面積率は、関東内陸部において比較的主要なゾーン選択要因となっていること、である。なお、業種別のパラメータの大きさに有意差が無い変数については全業種共通のパラメータとして推定している。

表-2 ゾーン選択サブモデルの推定結果

説明変数 (採用指標)	業種	採択パラメータ及びt値ランク								
		茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	梨
In(工業立地可能面積)(km ²)	全業種	● f	● f	● f	● f	● f	● f	● f	● f	● f
移転元工場との距離	全業種	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	加工組立	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	生活関連	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
通勤圏内の労働力人口密度	基礎素材	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	全業種	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	加工組立	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
工業団地整備率	生活関連	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	基礎素材	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	全業種	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
工業地地価	加工組立	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	生活関連	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	基礎素材	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
工配計画の誘導地域面積率	加工組立	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	生活関連	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	基礎素材	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
インターチェンジ数密度	全業種	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	加工組立	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	生活関連	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
定数項	基礎素材	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	ゾーン1	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
	ゾーン2	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**
ゾーン3	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	
ゾーン4	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	
ゾーン5	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	
ゾーン6	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	
ゾーン7	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	
ゾーン8	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	
ゾーン9	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	●**	
尤度比		0.52	0.64	0.52	0.42	0.59	0.38	0.35	0.44	
的中率(%)		66.0	73.9	72.1	61.2	69.9	62.8	57.5	64.0	
選択ゾーン数		9	10	9	10	9	4	10	6	
サンプル数		291	272	477	299	173	78	47	86	

(注記) ●印は採択したパラメータ、**印はt値が1.96以上、*印はt値が1.00以上
 f印はパラメータを1に固定したことを示す
 業種分類は工業統計表(通商産業省)に準拠している

(3) 都県選択サブモデルの推定

立地都県の選択確率を推定する都県選択サブモデルでは、十分なサンプル数が得られたため、業種別にデータをセグメントし、パラメータの推定を行った。パラメータの推定結果を表-3に示している。

尤度比で0.617~0.694、的中率が76.3~84.9%に達し、良好なモデルが得られたと判断した。ログサム変数以外の説明変数としては、各ゾーンから最寄りの重要港湾までの時間距離を都県別に平均して導入している。この結果は、都県の選択レベルにおいては、港湾との近接性がゾーン選択要因として考慮されているものと解釈できる。

表-3 都県選択サブモデルの推定結果

説明変数名	パラメータ (内はt値)			
	加工組立型	生活関連型	基礎素材型	
ログサム変数	0.4456(20.06)	0.3989(15.71)	0.5683(21.14)	
港湾との近接性	- 0.0839(- 1.68)	- 0.2035(-15.06)	- 0.1491(- 3.37)	
定数	茨城県	25.4884(4.57)	5.5543(12.50)	31.1281(6.14)
	栃木県	34.3292(16.01)	24.1745(15.08)	45.6512(18.45)
	群馬県	36.6271(19.82)	30.0372(15.75)	46.6282(20.83)
	埼玉県	19.6250(5.75)	6.1972(12.85)	24.8714(7.87)
	千葉県	23.4941(3.34)	-	27.2685(4.33)
	東京都	24.1503(3.93)	2.6591(6.06)	28.8872(5.23)
	神奈川県	22.7661(3.56)	-	26.2505(4.58)
	山梨県	-	-	-
尤度比	0.666	0.694	0.617	
的中率	83.5%	84.9%	76.3%	
選択ゾーン数	8	8	8	
サンプル数	653	377	693	

4. モデルの現況再現性

パラメータの推定に用いた全サンプルを用いて、過去のゾーン別立地件数をモデルによって再現した結果を図-5に示す。また、業種別にみた予測値と推計値の相関係数は表-4の通りであり、実用上十分な現況再現性を有していると判断した。

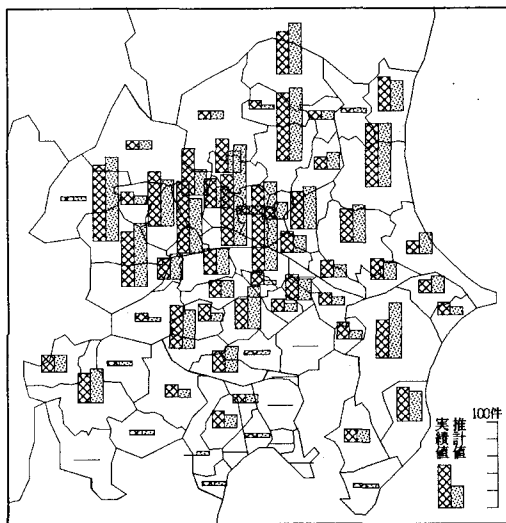


図-5 モデルのテスト結果

表-4 実績値とモデルによる推計値の相関係数

加工組立	生活関連	基礎素材	全業種
0.925	0.921	0.975	0.956

5. おわりに

本研究では、ネスティッドロジットモデルを用いて移転工場の多様な立地因子から類推される指標による予測モデルの開発を試みた。その結果、移転元工場との距離、工業団地整備率、工配計画の誘導地域面積率、及び港湾との近接性が主要因子として得られ、比較的良好なモデルを構築することができた。特に移転元工場との近接性が主要な因子として得られ、また、港湾との近接性も都県レベルの主要因子として得られた。これは工業用地整備では既存工業集積地との近接性が、港湾整備では広域的な利便性供与が、それぞれ政策的に重要であることを示唆している。工業団地整備率や誘導地域面積率については、全ての地域で主要な因子として得られてはいないが、これら要因は概ね関東内陸部で得られており、計画的な工場の移転誘導等を柱とする工配計画の主要な政策変数として位置づけられる。

今後、移転需要の発生確率についての研究、さらには本研究の他の都市圏での適用等を進めることにより、工業団地の計画的配置など工配計画の精度と手法の充実に寄与するものと考えられる。

[参考文献]

- 1) 通商産業省環境立地局編「新工業再配置計画の解説」
- 2) 宮本和明他「非集計行動モデルに基づく土地利用モデルの構成」(土木学会, 土木計画学研究・講演集 No. 7, 1985. 1)
- 3) 林 良嗣他「非集計手法を用いた工業立地のモデル化の一方法」(土木学会, 土木計画学研究・講演集 No. 1)
- 4) (財)日本立地センター「主要産業の立地因子と立地促進のための地域の立地条件整備に関する調査研究」(1990. 3)
- 5) Moshe Ben-Akiba et al「DISAGGREGATE TRIP DISTRIBUTION MODELS」(土木学会, 土木計画学論文集 第347号/N-1, 1990-1)
- 6) 通商産業省環境立地局「工場立地動向調査」