

輸送条件を加味した首都圏製造業の 施設立地に関する研究

藤武 麻衣¹・佐野 可寸志²・土屋 哲³・萩野 保克⁴

¹学生会員 長岡技術科学大学大学院 工学研究科 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:s093297@stn.nagaokaut.ac.jp

²正会員 長岡技術科学大学准教授 環境・建設系 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:sano@nagaokaut.ac.jp

³正会員 鳥取大学准教授 社会開発システム工学科 (〒680-8552 鳥取県湖山町南4丁目101)

E-mail:tsuchiya@sse.tottori-u.ac.jp

⁴正会員 一般財団法人計量計画研究所 道路・経済社会研究室 (〒162-0845 新宿区市ヶ谷本村町2-9)

E-mail:yhagino@ibs.or.jp

東京都圏では、首都圏中央連絡自動車道等の高規格道路の整備により、インターチェンジ等の周辺では製造業を中心とした事業所の新設・移転が相次いでいる。本研究では、多項ロジットモデルを適用して首都圏に立地する製造業施設の立地選択モデルを構築し、企業の立地選好要因を明らかにする。特に、輸送条件が立地選択に与える影響を明らかにするために、第4回東京都市圏物資流動調査の搬出入データ等を用いて、輸送距離等の条件を加味したモデルと加味しないモデルとの比較を行った。

モデル推定の結果、輸送トンキロという輸送変数を加えることにより、モデルの尤度比が平均0.17から0.50へと向上した。また、輸送トンキロ変数の有意性はモデル内で最も大きく、輸送条件が立地選択に強く影響することを明らかにした。

Key Words : industrial location, multinominal logit model, location decision, transportation conditions

1. はじめに

関東地方は、我が国の経済において大きな役割を担っている。そのため交通施設の整備が常に進められており、平成8年から順次開通し、平成26年以降に全線開通予定である首都圏中央連絡道路自動車道（圏央道）や、北関東自動車道といった高規格道路の整備等、近年はその交通網がさらに充実している。

製造業は、仕入れや出荷等の業務において、関連産業とのアクセスが重視される。その点、関東内陸部は都市圏や港湾、国際空港へのアクセスが容易であり、圏央道等の高規格道路建設に伴う工業団地の整備も相まって、近年は工場の立地件数や立地面積が増加傾向¹⁾にある。土地利用の変化や、地域における経済活動の変化に影響を及ぼすような、立地動向については、今後も観察の必要があると考えられる。そのため、関東内陸部を含む首都圏の製造業の立地動向に関するモデル化が望ましい。

これまで、東京都市圏を対象とした立地選択モデルの既往研究として、岩崎ら²⁾によるネスティッドロジットモデルを用いた移転する工場の立地選択モデルの構築や、

萩野ら³⁾による離散選択ロジットモデルの物流施設立地選択への適用、ならびに社会資本整備による物流施設の立地ポテンシャルの推計等が行われている。また製造業の立地選択については、近畿地方を対象に西井ら⁴⁾がロジットモデルとドジットモデルの比較を行っている。これらの研究から、周辺環境や市場との位置関係、土地に関する因子の他、輸送に関する諸条件が立地選択行動と深い関わりがあると考えられる。しかしながら、ミックスドモデルを用いた Nguyen ら⁵⁾等の既往研究では、ゾーンが大きすぎるため、輸送距離や IC からの距離等の輸送条件を明示的に取り扱うことができないという問題点がある。その点を改良するために、萩野ら³⁾による研究では基準地域メッシュデータを用いているが、入出荷先情報等の輸送条件は考慮されていない。

本研究では第4回東京都市圏物資流動調査の調査データを用いて、多項ロジットモデルの適用により、首都圏に立地する製造業事業所の立地選択モデルを構築する。当該調査の搬出入データから得られた輸送情報を変数として立地選択モデルに加味することで、より妥当性の高いモデルの構築を目的とする。



図-1 アンケート調査の対象地域

出所) GoogleMap (<http://maps.google.co.jp>)より一部加工

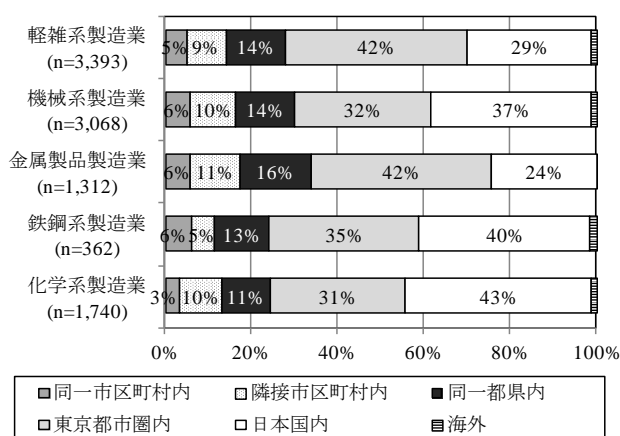


図-2 代表的搬出入圏域

2. 立地選択モデル

(1) 使用データ

事業所の立地に関する意思決定は、移転あるいは新設を決定する段階と、立地する敷地を選定する段階との大きく2つの段階に分けて捉えられる。本研究では後者について、多項ロジットモデルを用いて分析する。具体的には、2003年東京都市圏物資流動調査⁹⁾の事業所機能調査(本体調査)結果を用いて、東京都市圏内の1kmメッシュ毎の立地選択確率を予測するための多項ロジットモデルを推計した。

分析対象地域は、茨城県南部と東京、千葉、埼玉、神奈川の1都4県である(図-1)。ゾーン区分としては、IC等の交通施設までの距離等、輸送に関する条件を分析に加味するため、国土数値情報の基準地域メッシュ区画(1kmメッシュ)を基本とした。分析対象地域の基準地域メッシュ数の区画数は15,230となる。

分析対象には、輸送に強く関わりがあり、小地域ゾーンの分析が未だに行われていない製造業を対象とする。製造業は、事業所機能調査(本体調査)のサンプルの内15,232サンプルである。この中から、移出入先、品目、

重量等の輸送データを含む10,105サンプルを抽出した。その取扱品目から大きく「化学系製造業」(1,761サンプル, 17.9%)、「鉄鋼系製造業」(375サンプル, 3.7%)、「金属製品製造業」(1,337サンプル, 13.2%)、「機械系製造業」(3,129サンプル, 31.0%)と「軽雑系製造業」(3,503サンプル, 34.7%)の5業種に区分した。また、それぞれを更に輸送距離を含むモデル(ケース1)と含まないモデル(ケース2)の2パターンに分け、合わせて10のモデルについてパラメータの推定を行った。

この10,105サンプルに含まれる輸送データは計88,367件(1件当たり8.7件)である。また、代表的な搬出入圏域を図-2に示す。主な搬出入先が海外である事業所は、5業種とも僅かであり、本分析で取り扱う東京都市圏内が6~7割程度を占めている。

(2) モデルの概要

本研究では多項ロジットモデルの適用をしており、立地選択モデルは以下の式(1)のように定式化される。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_{jn})} \quad (1)$$

P_{in} : 事業所 n がゾーン i を選択する確率

V_{in} : 事業所 n がゾーン i に立地した場合の効用の効用関数(確定項)

このとき、求める効用関数のパラメータは、式(2)の尤度関数の最大化によって求められる。

$$L(\beta) = \prod_n \prod_i (P_{in})^{I_{in}}, n=1 \dots N, i=1 \dots I \quad (2)$$

$L(\beta)$: N 個の事業所がゾーン i を選択する確率

I_{in} : 事業所 n がゾーン i を選択する = 1, 選択しない = 0

ここで検討するロジットモデルでは、選択肢として首都圏における基準地域メッシュ(15,230)をすべてが対象として扱われる。このように、企業の立地選択の対象である用地は、一般に膨大な数が存在しており、立地選択においても、選択肢の数が膨大であることから、立地主体が全ての選択肢を把握および評価することは困難である。そのため、何らかの方法により立地主体の選択肢集合を限定する必要がある。この課題に対して、ロジットモデルの場合、選択肢の全体集合の中からランダムに選択肢集合の部分集合を抽出してパラメータの推定を行っても、サンプル数が十分に大きければ、同一のパラメータに収束することが知られている⁷⁾。そこで、本研究では、簡便のため単純ランダム抽出を行った。具体的には、サンプルごとに基準地域メッシュ(15,230区画)の中から実際に立地している区画以外を無作為に99区画

抽出し、パラメータ推定を行った。ただし、対象地域のメッシュには、選択肢として有効とはいえないような、山林等の事業所立地に適さない区画も多く含まれている。有効な選択肢を抽出するため、本研究では15,230の対象地域メッシュの内、事業所機能調査において製造業の立地実績のある4,398メッシュを分析対象とした。

(3) 説明変数の設定

モデルに用いる説明変数には、表-1に示す変数を検討した。その内、本研究の要である輸送条件には、各搬出

表-1 モデルの説明変数

説明変数	説明変数の算出方法
人口密度	ゾーン内人口/ゾーンの可住地面積 (千人/km ²)
労働力人口	ゾーンから45分圏地域の労働力人口 (百万人)
成田空港近接性	成田空港までの一般化費用 (時)
東京港近接性	東京港までの一般化費用 (時)
IC近接性	ゾーン中心から最寄りの高速道路ICまでの道路距離 (km)
平均地価	ゾーン公示価格の平均値 (十万円/km ²)
準工業地域シェア	準工業地域の対可住地面積比
工業地域シェア	工業地域の対可住地面積比
工業専用地域シェア	工業専用地域の対可住地面積比
市街化調整区域ダミー	市街化調整区域の有無 (有:1, 無:0)
メッシュ内道路密度	ゾーン内の道路面積比
輸送トンキロ比	ゾーン別輸送トンキロ比 実績を1とした時の tkm_{in} (式(3)参照) の比

入先からの距離や積荷の重量を考慮するために輸送トンキロ比を採用した。輸送トンキロは以下の式(3)によって算出する。

$$tkm_{in} = \sum_{j=1}^J D_{ij} W_{jn} F_{jn} \quad (3)$$

tkm_{in} : 事業所 n がゾーン i に立地した場合の総トンキロ (tkm/日)

D_{ij} : ゾーン i から搬出入先 j までの距離 (km)

W_{jn} : 事業所 n が搬出入先 j との間で輸送を行う物資の重量 (t/台)

F_{jn} : 事業所 n が搬出入先 j との間で輸送を行う貨物車の延べ台数 (台/日)

尚、本研究で利用する輸送データは、搬出入先が市区町村レベルまでしか回答されていないため、搬出入先的位置情報には市区町村役所の座標を採用した。

推計結果に期待される符号条件としては、メッシュの人口密度が増加すると土地効用が低下するため、人口密度は(-)になると期待される。しかし従業者確保のために周辺地域に一定の人口が要求されるため、労働力人口は(+)になると期待される。成田空港、東京港、IC近接性は、各交通施設を利用する場合、事業所からの距離がより短い方が望ましいため、(-)になると期待される。平均地価は初期コストの点から(-)が期待され、工業系用途地域シェアや市街化調整区域ダミーは、大き

表-2 パラメータの推定結果

説明変数名	化学系		鉄鋼系		金属製品		機械系		軽雑系	
	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
人口密度		-0.010 (-1.315)	-0.071 (-2.320)	-0.055 (-2.281)					-0.023 (-2.970)	
労働力人口						0.036 (1.329)		0.104 (8.819)		0.068 (6.691)
成田空港近接性	-0.262 (-2.467)	-0.129 (-1.649)	-0.396 (-1.601)		-0.338 (-2.296)				-0.212 (-2.614)	-0.197 (-3.202)
東京港近接性				-0.701 (-1.695)		-0.867 (-3.577)	-0.163 (-1.508)			
IC近接性		-0.007 (-1.157)		-0.035 (-1.769)				-0.010 (-1.848)		
平均地価	-0.065 (-3.966)	-0.015 (-1.224)	-0.200 (-1.809)	-0.180 (-2.150)	-0.112 (-3.606)	-0.076 (-2.907)		-0.019 (-1.776)		
準工業地域シェア	1.356 (5.012)	1.975 (7.982)	3.630 (4.349)	3.962 (5.579)	2.087 (5.478)	2.331 (8.143)	1.513 (6.429)	1.635 (9.048)	1.142 (5.222)	1.479 (9.006)
工業地域シェア	2.063 (4.986)	2.409 (7.080)	3.083 (3.284)	2.844 (3.495)	2.127 (4.237)	2.584 (6.984)	2.168 (7.498)	2.238 (9.672)	1.565 (5.148)	1.446 (6.350)
工業専用地域シェア	1.779 (7.067)	1.422 (6.836)	1.772 (3.221)	1.474 (3.385)	1.641 (4.807)	1.192 (4.628)	1.508 (6.601)	1.332 (7.688)	0.804 (3.482)	0.687 (3.883)
市街化調整区域ダミー			0.283 (1.082)			0.264 (2.779)		0.081 (1.377)		
メッシュ内道路密度									1.524 (2.152)	4.124 (7.305)
輸送トンキロ比	-3.260 (-13.282)		-4.026 (-5.920)		-3.282 (-11.946)		-3.563 (-17.521)		-2.828 (-18.652)	
自由度調整済み尤度比	0.410	0.094	0.506	0.251	0.595	0.200	0.512	0.134	0.497	0.154
サンプル数	1,761		375		1,337		3,129		3,503	

いほど事業所に適した環境であると考えられるため (+) になると期待される。メッシュ内道路密度は道路の利便性を表すため (+) に、輸送トンキロ比は大きいほど搬出入にかかる時間やコストが増加するため (-) になると期待される。

パラメータ推定に用いたソフトウェアは Gauss であり、最尤法による推定を行った。

3. パラメータの推定結果

モデルの推定結果を表-2に示す。括弧内にはt値を示した。本モデルでは、t値の絶対値が1.0以上の変数を採択している。本モデルにおいて採択率が特に高い変数は、工業系用途地域のシェアおよび、平均地価、国際空港への近接性である。取扱品が比較的軽量である化学系、軽雑系製造業では成田空港近接性の採択率が高いが、比較的重量である鉄鋼系、金属製品、機械系製造業では港湾近接性の方が採択率が高い。主要な取扱品の重量により、近接性を重視する輸送施設の種類の違いを表現するモデル結果であると考えられる。また、平均地価を採択しなかった軽雑系製造業のモデルは、他の製造業には無い道路密度変数を採択している。そのため、この軽雑系製造業のモデルは、地価が高く、施設の集積した地域を愛好する傾向を示している。

次に、輸送条件の有無について比較する。輸送条件を加味したケース1について見ると、輸送条件変数である輸送トンキロ比変数のt値が、常に他の変数のt値よりも特に大きいことが分かるため、有意差のある変数と考えられる。また、ケース1とケース2の自由度調整済み尤度比の平均値を比較すると、ケース1では約0.17、ケース2では約0.50と、輸送距離データを含んだモデルの方が尤度比が大きく、モデルの適合度が向上したことが分かる。本分析で取り扱った東京都市圏の製造業は、主要な輸送対象が同じ都市圏内にある場合が多いため、近接性や輸送コストを表す輸送トンキロ変数が強くモデルに影響したと考えられる。

4. おわりに

本研究では、多項ロジットモデルを用いて製造業事業所の立地選択モデルを推定し、製造業事業所の立地に関する要因を探った。その結果、輸送条件を説明変数に含めることにより、尤度比の高い良好なモデルが得られることが明らかになった。輸送距離は輸送コストや輸送時間と比例関係にあると考えられ、輸送条件の中でも特に重要な要素である。首都圏の製造業事業所は、立地選択において取引先との近接のもたらす輸送の優位性を重視していると言える。

また、立地選択モデルのその他の主要説明変数として、空港近接性、工業系用途地域面積率、平均地価等が得られた。空港近接性は輸送に関する指標のひとつであり、用途地域面積率は工業系事業所の集積を表している。また、平均地価も集積を表す指標と言える。

今後の課題としては、輸送品目や頻度、手段等の詳細な輸送データを変数に取り込むこと等が挙げられる。

参考文献

- 1) 経済産業省経済産業政策局：平成 19 年工場立地動向調査結果，2008.
- 2) 岩崎，愛茶，遠藤，土居，瀬口，加藤：非集計分析に基づく工業立地因子を考慮した移転工場の立地予測モデルの開発に関する研究，土木学会研究・論文集 No.12, pp.239-246, 1995.
- 3) 萩野保克，遠藤弘太郎：立地選択モデルを用いた東京都市圏における物流施設の立地ポテンシャル分析，土木計画学研究・論文集 No.24, pp.103-110, 2007.
- 4) 西井和夫，佐々木邦明，寺村良平，楊慶雲：製造業立地に関する総合最適地選択に関する基礎分析，土木計画学研究・論文集 No.19, pp.165-171, 2002.
- 5) Nguyen Cao Y, Kazushi SANO : Location Choice Model for Logistic Firms with Consideration of Spatial Effects, Journal of the Transportation Research Board, Volume 2168 / 2010, pp.17-23, 2010.
- 6) 東京都市圏交通計画協議会：物流からみた東京都市圏の望ましい総合都市交通体系のあり方，2006.
- 7) 屋井鉄雄：交通と統計（非集計行動モデルによる交通需要予測手法），財団法人交通統計研究所，No.15,16 合併号, pp.93-106, 1986.

(2012.8.3 受付)

RESEARCH ON MANUFACTURING FACILITIES' LOCATION INCLUDING TRANSPORTATION CONDITION IN TOKYO METROPOLITAN REGION

Mai FUJITAKE, Kazushi SANO, Satoshi TSUCHIYA and Yasukatsu HAGINO