

東京都市圏における搬出搬入条件を考慮した物流施設の立地場所選択モデルの構築

交通・地域計画研究室 笠原 徳文  
 指導教員 平田 輝満 准教授

【目次】

第1章 序論

- 1-1 はじめに
- 1-2 研究の目的
- 1-3 研究の手順
- 1-4 用語の解説及び定義

第2章 既存研究の整理

- 2-1 既存研究の整理
- 2-2 本研究の位置づけ

第3章 東京都市圏物資流動調査を用いた

都県間輸送特性に関する基礎集計

- 3-1 東京都市圏物資流動調査の概要
- 3-2 基礎集計の概要
  - 3-2-1 集計の目的と手順
  - 3-2-2 集計対象とする物流施設・物流拠点の抽出方法
- 3-3 物流拠点の都県間輸送に関する基礎集計
  - 3-3-1 品目別の都県間輸送に関する既存研究の集計結果の整理
  - 3-3-2 品目別の都県間輸送に関する追加集計
- 3-4 都県間輸送に関する基礎集計結果のまとめ

第4章 搬出搬入条件を考慮した

立地場所選択モデルの構築

- 4-1 立地場所選択モデルの概要
  - 4-1-1 既存の立地場所選択モデルの整理
  - 4-1-2 本研究におけるモデルの考え方
  - 4-1-3 モデル構築までの手順
- 4-2 モデルの対象地域とかかる2次メッシュ
- 4-3 モデルの対象となる物流施設の設定
  - 4-3-1 対象となる物流施設の条件
  - 4-3-2 対象となる物流施設の抽出
- 4-4 モデルの説明変数の設定
  - 4-4-1 NITAS の概要
  - 4-4-2 搬出搬入指標の算出方法
  - 4-4-3 その他の説明変数の算出方法

第5章 パラメータ推定及び物流施設の

立地場所選択に関する考察

- 5-1 パラメータ推定
  - 5-1-1 モデル式と選択肢メッシュについて
  - 5-1-2 パラメータ推定結果
- 5-2 物流施設の立地場所選択に関する考察

第6章 結論

- 6-1 結論
- 6-2 今後の課題

## 1. はじめに

近年、運転免許制度の改正・労働時間規制の強化等によるトラックドライバー不足やネット通販の普及等に伴う多頻度小口輸送の増加など、物流を取り巻く状況は厳しさを増している。民間企業においては、物流の効率化のために物流施設（代表例；倉庫・集配センター・トラックターミナル）の統廃合・大規模化に加え、貨物の積み替えや流通加工など物流機能の高度化といった新たな動きがみられている<sup>1)</sup>。また東京都市圏に着目すると、首都圏3環状道路や北関東自動車道などの高速道路網の整備により産業立地が変化すると考えられ、特にこれまで立地が少なかった茨城県などの東京都市圏東側にも製造業等の工場の立地が増加することが予測される<sup>2)</sup>。物流施設においても、貨物の積み替えや在庫保管など流通の中継地点の役割を担っていることから、産業立地の変化に合わせて物流施設の立地動向にも変化が生じると考えられる。

東京都市圏の各地方自治体では雇用創出や地域経済活性化の側面から物流施設の誘致に取り組んでいる。一方、物流施設は大量のトラック交通の発生・集中による施設周辺の交通環境への影響や環境負荷が大きい<sup>3)</sup>ため、近年の物流施設の立地特性を把握して、適切な立地誘導や誘致施策などの物流関連施策を計画することが望ましい。

東京都市圏における物流施設の立地動向を調査・分析したものとしては平成15年及び平成25年に東京都市圏交通計画協議会によって実施された第4回・第5回東京都市圏物資流動調査（物資流動調査）が挙げられる<sup>4)</sup>。そして調査で得られた物流施設の立地データを利用し同協議会により構築された「立地場所選択モデル」は、物流施設の立地動向を予測する有効なツールの1つであり、これまで国や地方自治体による物流関連施策の計画立案支援のために用いられてきた。

しかし既存のモデルには限界がある。例えば、物流施設の立地場所は、輸送効率を考えれば貨物の仕入れ地（＝搬入元）と貨物の納品先（＝搬出先）の中間地点付近を選択しやすいことが想像できるが、近年増加しているネット通販企業の配送センターなど搬出先・搬入元が不特定の物流施設では立地場所の傾向が異なる可能性がある。このような搬入元と搬出先の条件を考慮した立地動向は既存のモデルでは十分に分析できない。

立地場所選択モデルは今後、さらなる精度の向上とともに、上記のような産業立地の変化に対する分析が可能なモデルへの発展が期待される。そのためには①物流施設の立地場所選択に影響を与える搬出先や搬入元に関する条件（＝搬出搬入条件）を明らかにすること、②搬出搬入条件を反映できるような説明変数を加えた立地場所選択モデルの構築が必要であると考えた。

## 2. 既存研究の整理

豊崎ら<sup>5)</sup>は東京都市圏における物流拠点の都県間輸送に着目し集計・分析を行っている。その結果、物流施設の立地場所選択には搬出先条件が影響を与えていることが示唆された。しかしこの研究は集計レベルで傾向を確認するに留まっている。

また藤武ら<sup>6)</sup>は東京都市圏における製造業事業所の立地場所選択に着目し、1kmメッシュ単位の立地選択確率を予測するための立地場所選択モデルを構築している。この研究では個々の事業所の輸送データから輸送条件変数を算出し説明変数として採用している。結果、製造業事業所の立地場所選択には輸送条件が有意な影響を与えていることが明らかになった。しかし物流施設に関しては搬出搬入条件を考慮したモデルは構築されていない。

## 3. 研究の目的

上記を踏まえ、本研究では物流施設の立地場所と搬出搬入条件に着目し、以下の2点を目的とする。

- ① 第5回東京都市圏物資流動調査による個々の物流施設の輸送データから搬出搬入条件を示す指標を提案し、立地場所選択モデルの改良を図る。
- ② 搬出搬入条件によって物流施設の立地場所選択の際に考慮される要因が異なることを明らかにする。

## 4. 搬出搬入条件を考慮した立地場所選択モデルの構築

### （1）モデルの概要

物流施設の移転・新設を考える事業者が立地場所を選択する際に影響を与えている要因を分析するために、立地場所選択行動を多項ロジットモデルの適用により把握する。具体的には第5回物資流動調査の事業所機能調査（本体調査）の結果を用いて、東京都市圏における2次メッシュ（約10km×10km）ごとの立地選択確率を予測する多項ロジットモデルを構築した。

(2) 分析対象地域とゾーン区分

分析対象地域は第 5 回物資流動調査の調査範囲である東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県・茨城県中部、南部・栃木県南部・群馬県南部とする。ゾーン区分は 2 次メッシュを採用した。その結果、調査対象地域にかかるメッシュ数は 279 となった。分析対象地域と、それにかかる 2 次メッシュを図 - 1 に示す。

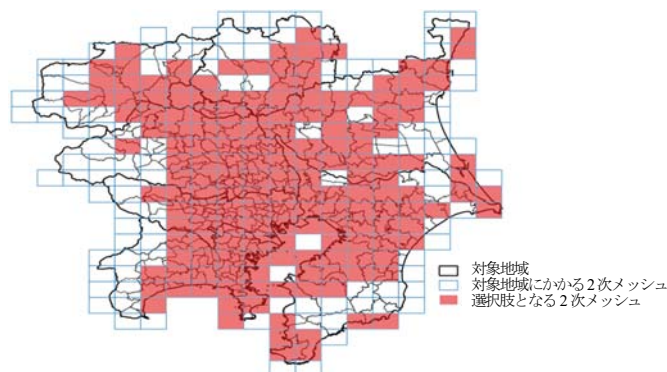


図 - 1 モデル対象範囲とかかる 2 次メッシュ (出典：国土数値情報を元に著者作成)

(3) モデルの対象となる物流施設

モデルの対象は東京都市圏に立地している物流施設のうち、搬出搬入条件が立地場所選択に影響を与えることを明らかにするために表 - 1 の区分に当てはまる物流施設を対象とする。具体的には「特定の搬出先(特定搬入元)」の有無と搬出・搬入箇所数が 1 ヶ所か複数かを基準に 4 つの区分を設け、それぞれの区分についてパラメータ推定を行う。各区分のサンプル数は搬出先・搬入元所在地、搬出(搬入)重量が不明である事業所を除いている。

表 - 1 モデルの対象となる物流施設の区分

区分名	搬出先(搬入元) 特定 or 不特定	箇所数		サンプル数(事業所)
		搬入元	搬出先	
①単搬入 - 単搬出		1 ヶ所	1 ヶ所	51
②単搬入 - 複数搬出	特定	1 ヶ所	複数	61
③複数搬入 - 複数搬出		複数	複数	494
④不特定 - 不特定	不特定	—	—	939

(4) モデルの説明変数の設定

モデルに用いる説明変数は表 - 2 に示したように、物流施設の立地場所選択に影響を与えられようとする要因を検討した。搬出搬入条件を反映する指標として新たに加える「搬出搬入指標」には総搬出(総搬入)トンキロを採用した。算出方法は以下の式 (a) の通りである。

表 - 2 モデルの説明変数

説明変数名	算出方法
ln(可住地面積 [km <sup>2</sup> ])	メッシュ内可住地面積
ln(人口密度 [千人/km <sup>2</sup> ])	メッシュ内人口/メッシュ内可住地面積
ln(最寄 IC までの距離 [km])	メッシュ中心から最寄 IC までの道路距離
ln(地価 [千円/m <sup>2</sup> ])	メッシュ内公示地価平均
ln(通勤圏内労働力人口 [千人])	メッシュ中心から 45 分圏内労働力人口
ln(港湾アクセス性 [km])	京浜港
	茨城港
ln(空港アクセス性 [km])	成田空港
	羽田空港
用途地域面積シェア [%]	工業専用
	工業
	準工業
	住宅系
	商業系 市街化調整
搬出搬入指標 [千トン・km]	総搬入トンキロ IN <sub>n</sub> 式(a)参照
	総搬出トンキロ OUT <sub>n</sub> 式(a)参照

$$OUT(IN)_{in} = \sum_{j=1}^J D_{ij} W_{jn} \quad (a)$$

OUT(IN)<sub>in</sub>: 物流施設 n がメッシュ i に立地した場合の総搬出(総搬入)トンキロ (t・km)  
 D<sub>ij</sub>: メッシュ i から搬出先(搬入元) j までの距離最短経路の道路距離 (km)  
 W<sub>jn</sub>: 物流施設 n が搬出先(搬入元) j との間で輸送を行う貨物の重量 (t)

物資流動調査では搬出先(搬入元)の所在地は東京都市圏の各都県及び山梨県・長野県であれば市区町村単位、その他の県であれば県単位で回答されているため、搬出先(搬入元)は各県庁・市区町村役所の所在地で代用している。また搬出先(搬入元)までの距離最短経路の道路距離は国土交通省提供の NITAS (全国総合交通分析システム) を利用し計算した。

(5) モデル式

本研究における立地場所選択モデルは、多項ロジットモデルを適用するため、以下の式 (b)・(c) のように定式化される。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_j \exp(V_{jn})} \quad (b)$$

$$V_{in} = \sum_k \beta_{kn} x_{kin} \quad (c)$$

P<sub>in</sub>: 物流施設 n がメッシュ i を選択する確率  
 V<sub>in</sub>: 物流施設 n のメッシュ i における立地効用  
 x<sub>kin</sub>: 物流施設 n がメッシュ i への立地要因を表す k 番目の変数  
 β<sub>kn</sub>: パラメータ

対象地域の 2 次メッシュには物流施設の立地に適さない山林等がほとんどを占めるメッシュが存在する。そのため本研究では物流施設の立地実績のある 170 メッシュを抽出し選択肢とした(図 - 1 の赤色メッシュ)。

5. パラメータ推定結果と立地場所選択に関する考察

フリーソフトウェアである R を使用し、最尤法を用いてパラメータ推定を行った。パラメータ推定結果を

表 - 3 パラメータ推定結果

説明変数名	パラメータ推定結果 (カッコ内t値・着色セルはt値1.90以上を示す)							
	①単搬入-単搬出		②単搬入-複数搬出		③複数搬入-複数搬出		④不特定-不特定	
搬出搬入指標の有無	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし
ln(可住地面積)	1.714 (1.941)	1.759 (1.991)	1.192 (2.044)	1.352 (2.310)	0.928 (4.613)	1.030 (5.086)	0.904 (5.872)	0.961 (6.206)
ln(人口密度)	-0.202 (-1.627)	-0.197 (-1.584)	-0.121 (-1.119)	-0.107 (-1.005)	-0.033 (-0.987)	-0.032 (-0.959)	-0.095 (-3.954)	-0.095 (-3.939)
ln(最寄 IC までの距離)	0.666 (1.469)	0.674 (1.490)	-0.194 (-0.788)	-0.190 (-0.773)	-0.065 (-0.719)	-0.048 (-0.533)	-0.232 (-3.428)	-0.237 (-3.506)
ln(地価)	1.503 (2.477)	1.430 (2.379)	1.218 (2.359)	1.373 (2.680)	-0.112 (-0.684)	-0.091 (-0.561)	0.348 (2.868)	0.388 (3.201)
ln(通勤圏内労働力人口)	-0.135 (-0.243)	-0.067 (-0.122)	-0.121 (-0.306)	-0.147 (-0.374)	0.187 (1.383)	0.263 (1.968)	0.229 (2.222)	0.231 (2.252)
ln(港湾アクセス性)	京浜港 (0.928)	1.771 (1.073)	-1.154 (-0.993)	-1.228 (-1.089)	0.422 (1.013)	0.509 (1.243)	0.993 (3.270)	0.923 (3.059)
	茨城港 (-3.135)	-1.724 (-3.041)	0.146 (0.331)	0.225 (0.537)	0.190 (1.158)	0.274 (1.686)	0.026 (0.213)	0.081 (0.664)
ln(空港アクセス性)	成田空港 (3.213)	5.764 (3.377)	0.011 (0.027)	-0.037 (-0.097)	0.164 (1.201)	0.201 (1.487)	0.105 (1.029)	0.141 (1.391)
	羽田空港 (-2.378)	-4.948 (-2.605)	1.650 (1.149)	1.753 (1.237)	-0.766 (-1.592)	-0.952 (-2.001)	-1.517 (-4.295)	-1.486 (-4.224)
用途地域面積シェア	工業専用 (-0.778)	-0.045 (-0.824)	0.032 (1.174)	0.033 (1.231)	0.013 (1.304)	0.013 (1.395)	0.020 (3.043)	0.020 (3.054)
	工業 (0.909)	0.059 (0.952)	0.047 (0.904)	0.049 (0.945)	0.075 (4.587)	0.076 (4.668)	0.073 (6.774)	0.074 (6.820)
	準工業 (0.214)	0.006 (0.210)	-0.024 (-0.886)	-0.017 (-0.625)	0.019 (2.320)	0.018 (2.271)	0.006 (1.196)	0.007 (1.324)
	住宅系 (-0.875)	-0.016 (-0.891)	0.001 (0.072)	0.001 (0.047)	0.011 (2.560)	0.011 (2.775)	0.003 (0.941)	0.003 (1.039)
	商業系 (0.725)	0.029 (0.776)	0.002 (0.042)	0.001 (0.017)	0.009 (0.681)	0.011 (0.786)	0.008 (0.934)	0.008 (0.912)
	市街化調整 (-0.925)	-0.009 (-1.047)	0.001 (0.144)	0.002 (0.517)	0.00003 (0.022)	0.001 (0.432)	-0.003 (-2.409)	-0.003 (2.182)
	搬出搬入指標	-0.533 (-1.972)		-0.178 (-3.468)		-0.185 (-7.563)		-0.165 (-9.525)
	-0.152 (-1.958)		-0.278 (-3.180)		-0.151 (-6.671)		-0.001 (-1.433)	
自由度調整済み尤度比	0.256 0.250		0.072 0.031		0.101 0.073		0.144 0.127	
サンプル数	51		61		494		939	

表 - 3 に示す。t 値が 1.90 を超える変数に色付けをしている。まず搬出搬入指標の有無による精度の比較を行う。各区分で自由度調整済み尤度比を比較すると、搬出搬入指標を加えたモデルの方がすべての区分で尤度比が大きくなっており、精度の向上を確認できた。次に搬出搬入指標に着目すると、搬出先・搬入元が特定の場所である「単搬入 - 単搬出」「単搬入 - 複数搬出」「複数搬入 - 複数搬出」では搬出搬入指標の t 値がいずれも 1.90 を超えており、有意な変数といえる(赤枠)。符号が負であることから、搬出先と搬入元の双方への輸送効率を考慮した場所を立地場所として選択する傾向がみられた。一方、搬出先・搬入元が不特定箇所である「不特定 - 不特定」では、総搬出トンキロの t 値が小さく有意な変数とはならなかった。そこで他の説明変数を確認してみると、「不特定 - 不特定」でのみ「最寄 IC までの距離」の t 値が 1.90 を超えていることが分かる。よって「不特定 - 不特定」の物流施設では不特定多数の搬出先への輸送効率を考慮して、高速 IC 周辺を立地場所として選択する傾向が示唆された(青枠)。対して総搬入トンキロは他の区分と同様に有意な変数であるため、不特定箇所からの搬入であっても、搬入圏域というマクロな視点で考えるとおおよそ特定されていることが推測され、搬出先・搬入元が不特定多数の物流施設においても搬入元となる製造業工場等の産業

立地動向の影響を受けると考えられる。

## 6. 結論

本研究では搬出搬入条件を示す指標として総搬出(総搬入)トンキロを新たに定義し、立地場所選択モデルを構築した。総搬出(総搬入)トンキロを採用することでモデルの精度が向上することが確認でき、搬出搬入条件を反映することが可能なモデルを得ることができた。また搬出搬入条件によって立地場所選択に異なる影響を与えることも明らかにした。特に搬出先・搬入元が特定である物流施設は搬出先・搬入元を考慮して輸送効率が良いところを立地場所を選択している傾向がみられた。一方、搬出先・搬入元が不特定である物流施設においても搬入元との近接性を重視する傾向がみられ、搬入元となる製造業工場等の産業立地が立地場所選択に影響を与えることが示唆された。

本研究で得られたモデルの今後の展開としては、製造業等の工場の立地動向の変化に対する物流施設の立地動向分析への適用などが挙げられる。

### 【参考文献】

- 1) 東京都圏交通計画協議会：東京都圏の望ましい物流の実現に向けて、2015。
- 2) 経済産業省経済産業政策局：平成 26 年工場立地動向調査、2014。
- 3) 東京都圏交通計画協議会：物流からみた東京都圏の望ましい総合都市交通体系のあり方、2006。
- 4) 豊崎・平田・笠原：東京都圏における物流拠点の立地と都県間輸送の特性分析、第 52 回土木計画学研究発表会・講演集、2015。
- 5) 藤武ら：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、第 46 回土木計画学研究発表会・講演集、2012。