

# 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 ～第4回東京都市圏物資流動調査から～\*

## A Potential Analysis of Distribution Facilities Locations Using Discrete Choice Modeling in Tokyo Metropolitan Region—from the Tokyo Metropolitan Region Freight Survey\*

萩野保克\*\*・遠藤弘太郎\*\*\*

By Yasukatsu HAGINO\*\*・Kotaro ENDO\*\*\*

### 1. はじめに

民間企業では、在庫圧縮によるコスト削減等を目的として、倉庫や流通センターといった物流施設の統廃合により大規模な物流施設の立地を進める動きがあり、近年、市街化調整区域等の開発と保全を総合的に考えるべき地域での立地も進んでいる。

大規模な物流施設は大量の大型貨物車交通が発生・集中する施設であり、周辺環境や交通インフラの整備状況に整合した施設立地の実現することは、都市計画や交通計画として取り組むべき重要な課題となっている。

本研究は、第4回東京都市圏物資流動調査（東京都市圏交通計画協議会）の調査データを用いて、離散選択ロジットモデルの適用による立地選択モデルを構築することにより、物流施設の立地可能性（立地ポテンシャル）を1kmメッシュごとに計測し、物流施設の政策的な立地誘導の可能性を分析することを目的としている。

事業所などの立地選好に離散選択ロジットモデルを適用する研究としては、林ら<sup>1)</sup>によるネスティッドロジットモデルを工場立地の意思決定から立地選択までの行動に適用しようとした試みや、宮本ら<sup>2) 3)</sup>によるネスティッドロジットモデルを工場立地選択に適用しつつ、用地面積の容量制約の導入を考慮した研究がある。これらは離散選択ロジットモデルを立地選好に適用したわが国の先駆的な研究であった。その後、岩崎ら<sup>4)</sup>は首都圏を対象にネスティッドロジットモデルを用いて詳細な工場の立地要因を取り込んだ移転工場の立地選択モデルを構築している。さらに加藤ら<sup>5)</sup>は全国の民間研究所の立地選択ロジットモデルを構築することによってその立地要因の分析を行っている。こうした実証研究によって、事業所立地への離散選択ロジットモデルの適用可能性が示され、その適用に係る知見が蓄積されてきている。

物流施設の立地に関する研究としては、主としてトラ

ックターミナル等のコスト面や環境面からみた最適配置に着目した研究が進められてきている。これには、とくに山田らによる関西圏をケーススタディの対象とした研究<sup>6) 7)</sup>や、苦瀬らによる東京都市圏や23区を対象とした研究<sup>8) 9)</sup>がある。一方、物流施設の立地モデルや立地要因分析に関する研究としては、物流施設の立地分布の変動特性に着目した研究<sup>10)</sup>や近畿圏のトラック事業所を対象として立地モデル分析を行った研究<sup>11)</sup>、全国の倉庫の立地に着目した研究<sup>12)</sup>などが行われているが、いずれも要因分析を行っているに留まっている。

本研究では、第4回東京都市圏物資流動調査で得られた物流施設立地の調査結果に基づき、その立地行動をモデル化することで、物流施設の立地誘導施策を立案・評価するためのツールを開発することを目的としている。具体的には、東京都市圏を対象として1kmメッシュという非常にマイクロなゾーン区分を用いて、大規模物流施設の選択確率を推計するための離散選択ロジットモデルを推定し、さらにそのモデルを活用することによって、大規模物流施設の政策的な立地誘導の可能性を分析している。大規模物流施設を分析対象としていること、ならびに1kmメッシュ単位という非常にマイクロなゾーン区分を対象としたこと、さらにはモデル分析の成果を実際の立地誘導政策に有用な情報として提供しようとしたことは、わが国における初めての試みであると考えられる。

### 2. 立地選択モデルの推定

#### (1) モデル構築の基本的考え方

東京都市圏における大規模で広域的な物流施設の立地ポテンシャルが高い場所を定量的に推計し、そうした物流施設の立地誘導地域の選定や立地誘導による効果計測などに役立てることを目的として、立地選択モデルの構築を検討した。具体的には、2003年東京都市圏物資流動調査<sup>13)</sup>の事業所機能調査（本体調査）の個票を用いて、東京都市圏内の1kmメッシュ別の立地選択確率を予測するための離散選択ロジットモデルを推定した。

\* キーワーズ：産業立地、物流施設、地域計画

\*\*正員、工修、(財)計量計画研究所経済社会研究室長(東京都新宿区市谷本村町2-9 TEL: 03-3266-0971, FAX: 03-3266-0973)

\*\*\* 正員、工修、(株)ライテック 社会・公共ソリューション部(東京都千代田区九段南4丁目7番2号, TEL: 03-3263-5418, FAX: 03-3263-5515)

## (2) 分析対象地域とゾーン区分

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3県である(図-1)。



図-1 分析対象地域

ゾーン区分としては、ミクロな視点からの分析を可能とするため、国土数値情報の3次メッシュ区画(1kmメッシュ)を基本とした。このとき分析対象地域のメッシュ数の合計は15,230となる。

## (3) 推定に用いる立地データとモデル区分

事業所機能調査(本体調査)で調査された物流施設のサンプルのうち、比較的最近の立地選好をモデル化するため、1990年以降に現在の場所に立地したサンプルをパラメータ推定に用いた。モデルの区分は表-1のとおりである。まず、各サンプルの中から物流施設のみを抽出し、その輸送圏域から大きく「広域的物流施設」と「都市内配送センター」に分け<sup>13)</sup>、それぞれをさらに敷地面積や業種によって2区分してモデルを推定した。

表-1 モデルの推定区分

広域的物流施設	モデル1	敷地面積 3,000 m <sup>2</sup> 以上	主たる搬出圏域が「東京都市圏域」以遠および「都道府県を越える」物流施設でも平均輸送距離が40kmを超える施設。
	モデル2	敷地面積 3,000 m <sup>2</sup> 未満	
都市内配送センター	モデル3	運輸・倉庫業	広域的物流施設以外の物流施設
	モデル4	その他業種	

## (4) モデル式

離散選択ロジットモデルの適用を基本とするが、ゾーンの選択問題に離散選択モデルを適用する際には、ゾーンの分割統合の前後で選択確率が変化しないような特別な考慮が必要となる。こうした問題への実用的な対処方法については、Ben-Akivaら<sup>14)</sup>によって検討が行われており、本研究においてもこの考え方を採用する。すなわち、まず、あるゾーン*i*に含まれる立地可能な敷地ロットの集合を $J_i$ とし、個々のロットの立地効用関数を $v_j$ ( $j \in J_i$ )とすれば、個々のロットの集合体であるゾーン

*i*の選択確率 $P_i$ は次式で表される。

$$P_i = \frac{\sum_{j \in J_i} \exp(v_j)}{\sum_n \sum_{k \in J_n} \exp(v_k)} \quad (2-1)$$

$$= \frac{\exp(V_i)}{\sum_n \exp(V_n)}$$

ただし、

$$V_i = \ln \sum_{j \in J_i} \exp(v_j) \quad (2-2)$$

とされている。Ben-Akivaらは、式(2-2)を具体的に観測可能な変数を用いて定式化するために、以下で定義

されるゾーン*i*の平均効用関数 $\bar{V}_i$ を導入している。

$$\bar{V}_i = \frac{1}{M_i} \sum_{j \in J_i} v_j \quad (2-3)$$

$M_i$  : ゾーン*i*の立地可能な敷地ロットの数( $J_i$ の要素数)

この $\bar{V}_i$ はゾーン*i*内の個々の立地可能なロットの効用関数の算術平均であり、観測可能なゾーン*i*の平均的な特性変数によって説明可能と期待できるものである。そこで式(2-2)を、 $\bar{V}_i$ を用いて以下のように変形する。

$$V_i = \ln[\exp(\bar{V}_i) \sum_{j \in J_i} \exp(v_j - \bar{V}_i)]$$

$$= \bar{V}_i + \ln[\sum_{j \in J_i} \exp(v_j - \bar{V}_i)] \quad (2-4)$$

$$= \bar{V}_i + \ln[\frac{1}{M_i} \sum_{j \in J_i} \exp(v_j - \bar{V}_i)] + \ln M_i$$

上式の第2項はゾーン*i*における個々のロットの効用関数値の変動に関する測度である。第3項はゾーン*i*内の立地可能な敷地ロットの数に関する項であり、ゾーン*i*の規模に関する測度とみなしうる。第2項も第1項と同様にゾーン*i*の特性変数の関数として説明できると仮定すれば、結局、本研究で採用するゾーン(3次メッシュ)選択ロジットモデルは以下の形式となる。

$$P_i^r = \frac{\exp(\bar{v}_i^r + \ln M_i)}{\sum_j \exp(\bar{v}_j^r + \ln M_j)} \quad (2-5)$$

$$= \frac{\exp(V_i^r)}{\sum_j \exp(V_j^r)}$$

ただし、

$P_i^r$  : セグメント  $r$  の物流施設がゾーン (3 次メッシュ)  $i$  を選択する確率  
 $\bar{v}_i^r$  : ゾーン  $i$  内の立地可能な敷地ロットの平均効用とそのばらつきを表す効用関数 (確定項)  
 $V_i^r$  : ゾーン  $i$  の効用関数

である。ここでゾーン  $i$  内の立地可能な個々の敷地ロットの数を表わす  $M_i$  については、直接観測することができない。そこで当研究ではゾーン  $i$  の観測可能な規模を表す変数  $S_i$  に対して、

$$M_i = \alpha \cdot S_i \quad (2-6)$$

$S_i$  : ゾーン  $i$  の規模変数 (可住地面積-宅地面積など)  
 $\alpha$  : パラメータ

を仮定することとした。これを式 (2-5) に代入すると、結局  $\alpha$  は分母分子でキャンセルされ、消去されることになる。さらにゾーン  $i$  内の立地可能な敷地ロットの平均効用とそのばらつきを表す効用関数の確定項  $\bar{v}_i^r$  が、ゾーン  $i$  の特性変数  $x_{ki}$  ( $k=1,2,\dots$ ) の線形関数によって表

されると仮定すると、式 (2-5) のロジットモデルの効用関数は、以下のように定式化される。

$$V_i^r = \sum_k \beta_k^r x_{ki} + \ln S_i \quad (2-7)$$

$x_{ki}$  : ゾーン  $i$  内の敷地の平均的な立地効用を表す  $k$  番目の変数 (立地要因変数)  
 $\beta_k^r$  : パラメータ

このモデルパラメータ推定においては、規模変数の項  $\ln S_i$  の係数を 1 に固定し、 $\beta_k^r$  を通常のロジットモデルと同様に推定することになる。

なお、ここで検討しているロジットモデルでは、選択肢として首都圏全域における 3 次メッシュ (15,230) すべてを対象として扱うこととなる。離散選択モデルを用いてこのような膨大な選択肢がある場合の分析の問題点として、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られないという点が挙げられる。このような問題に対する離散選択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係る不確実性を確率的に表現する方法である。

表-2 立地選択モデルの説明変数

説明変数	説明変数の算定方法	説明変数の考え方
人口密度 ( $P$ )	$P_i = \text{pop}_i / \text{ha}_i$ (千人/km <sup>2</sup> ) $\text{pop}_i$ : ゾーン $i$ の人口 (千人) $\text{ha}_i$ : ゾーン $i$ の可住地面積 (km <sup>2</sup> )	物流施設が、周辺に住宅立地が少ない地域を立地場所に選択する傾向を表す変数
通勤圏内の労働力人口 ( $RP$ )	$RP_i = \sum_j (R\text{pop}_j)$ (千人) $R\text{pop}_j$ : ゾーン $i$ から 45 分圏内ゾーン $j$ の労働力人口 (千人)	流通加工機能等で必要となる労働力の確保の容易性を表す変数
加工組立業への近接性 ( $ACC$ )	$ACC_i = \sum_j C_j \exp(-\gamma \cdot \log(d_{ij}))$ $C_j$ : 地域 $j$ の加工組立型工業出荷額 (万円) $d_{ij}$ : 地域 $ij$ 間の道路距離 (km) $\gamma$ : パラメータ (=1.1)	広域的な物流施設への搬入元である加工組立型産業への近接性を表す変数 パラメータ $\gamma$ としては、事前に首都圏目別 OD 表を用いて分布交通量モデルを推定し、そのパラメータ 1.1 を採用した。
京浜港までの時間距離	東京港までの一般化費用 (分)	主要港湾までの近接性を表す変数
成田空港までの時間距離	成田空港までの一般化費用 (分)	国際空港までの近接性を表す変数
高速道路 IC までの距離	ゾーン中心から最寄高速道路 IC までの道路距離 (km)	高速道路 IC への近接性を表す変数
地価	公示地価の平均値 (千円/km <sup>2</sup> )	物流施設の立地コストを表す変数
市街化調整区域ダミー	ゾーン内に市街化調整区域があれば 1, その他の場合 0	物流施設に適した立地用地確保の容易性を表す変数
用途地域	次の土地利用のゾーン内の対可住地面積比 ・準工業地域, 工業地域, 工業専用地域	物流施設に適した立地用地確保の容易性を表す変数
土地特性変数 (ダミー変数)	以下の地域別ダミー (1or0) ・市街部, 臨海部, 郊外部	地域特性を表す変数で、東京都市圏を 3 区分した <sup>6)</sup>
敷地面積 ( $GA_k$ ) (地域特性変数との組合せ)	$GA_k = g_{ak} \times \text{地域特性変数}$ (ダミー変数) $GA_k$ : $k$ サンプルの敷地面積変数 $g_{ak}$ : $k$ サンプルの敷地面積 (m <sup>2</sup> )	郊外部での大規模な物流施設の立地の容易性を表す変数
コンテナ利用の有無 ( $CN_k$ ) (地域特性変数との組合せ)	$CN_k = c_{nk} \times \text{地域特性変数}$ (ダミー変数) $CN_k$ : $k$ サンプルのコンテナ利用の有無変数 $c_{nk}$ : $k$ サンプルの国際海上コンテナの搬出入の有無	郊外における国際海上コンテナの取扱施設の立地のしやすさを表す変数
従業者数 ( $EN_k$ ) (地域特性変数との組合せ)	$EN_k = e_{nk} \times \text{地域特性変数}$ (ダミー変数) $EN_k$ : $k$ サンプルの従業者数変数 $e_{nk}$ : $k$ サンプルの従業者数 (人)	郊外において、流通加工機能等で必要となる労働力の確保の困難さを表す変数
道路密度 ( $RD_i$ )	$RD_i = (ra_i / a_i)$ $RD_i$ : ゾーン $i$ の道路密度変数 $ra_i$ : ゾーン $i$ の道路面積 (km <sup>2</sup> ) $a_i$ : ゾーン $i$ の面積 (km <sup>2</sup> )	道路の利便性を表す変数
メッシュの規模変数 ( $S_i$ )	$S_i = \text{ha}_i - \text{ba}_i$ $\text{ha}_i$ : $i$ メッシュの可住地面積 (km <sup>2</sup> ) $\text{ba}_i$ : $i$ メッシュの一般建物面積 (km <sup>2</sup> )	物流施設が立地可能な用地の総量を表す変数

これは、Manski<sup>15)</sup>によってその一般的な理論的枠組が与えられた。わが国では森川ら<sup>16)</sup>などの適用事例があるが、これらの方法はモデル構造とパラメータ推定が複雑である。もうひと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低減関数として表現する方法である<sup>5) 17)</sup>。この方法は簡便で非常に実用的な方法であるが、本研究では活動拠点として利用可能な本社などに関する情報が得られないため、その適用が不可能であった。

そこで、本研究では簡単のため選択肢集合として首都圏全域における全ての敷地を含めて分析することとした。すなわち、本モデル構築においては、広域的物流施設の立地を予定している意思決定者は、首都圏全域の立地可能な敷地(ロット)の全てを想定し、その属性を比較考量した結果、現在の立地場所に立地したものと仮定した。この仮定はかなり強い仮定であると考えられるが、本研究におけるモデルの構築目的が主として地域の立地ポテンシャルを定量的に評価することであり、立地量を直接予測することを主たる目的としているわけではないことから、この方針は妥当であると判断した。

### (5) 立地選択モデルの説明変数

式(2-7)を構成する具体的な説明変数としては、立地因子<sup>4)</sup>と東京都市圏物資流動調査で実施した物流施設立地に際して重要視する要因に関する企業アンケート調査の結果を踏まえるとともに、データの入手可能性を勘案して、表-2に示すような変数を検討した。また、式(2-6)に示す規模変数 $S_i$ としては、可住地面積から一般建物面積を減じた数値を採用することとした。企業アンケートでは、道路の利便性、立地コスト、広い用地の確保、従業員の確保、物流に適した周辺環境などを企業が重要視していることが明らかになっている。

ここで、市街化調整区域ダミーについては、近年、圏央道沿線といった郊外部において開発許可によって市街化調整区域内に立地する物流施設が多くなっていることから、本研究ではとくに立地の容易さを表す変数として導入することとした。

なお、ここで検討できなかった主要な説明変数としては、自治体による補助金などの立地誘導策や鉄道貨物取扱駅までの近接性などが考えられる。これらの考慮については今後に残された課題である。

### (6) パラメータの推定方法

今回推定するロジットモデルにおいては、パラメータの推定上、選択肢数が首都圏全域における3次メッシュ数(15,230)となり、パラメータ推定に要する計算量が膨大になること、安定した収束解が得られない場合があること<sup>18)</sup>などの問題があり、通常の方法では推定

が困難である。しかし、ロジットモデルの場合には、選択肢の全体集合の中から無作為に少量の選択肢集合の部分集合を選択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<sup>14) 18)</sup>。そこで本研究では、パーソナルコンピュータと推定ソフトウェア(Gaussを使用)の能力、ならびに作業効率を勘案し、サンプルごとに15,230区画の中から実際に立地している区画以外のメッシュを無作為に199区画抽出し、合計200区画の要素を有する部分選択肢集合を抽出し、パラメータ推定を行うこととした。推定には最尤法を用いた。

なお、選択肢部分集合の要素数について、どの程度の数を抽出すれば実用上十分なパラメータの推定値が得られかについては、加藤ら<sup>5)</sup>による全国の353ゾーンを対象として民間研究所立地モデルを構築している例がある。この研究では、部分選択肢集合の要素数を層別抽出しながら徐々に増やしてパラメータ推定した結果、19の要素数で十分に安定的なパラメータが得られたとしてモデルを構築している。以上の知見から、本研究では、単純無作為抽出を行ったものの、200という要素数は十分な数であると判断した。

### (7) パラメータの推定結果

表-3にパラメータの推定結果を示す。本モデルでは

表-3 パラメータの推定結果

説明変数	パラメータ (カッコ内値)	広域物流施設		都市内配送センター	
		モデル1 敷地面積 3,000㎡以上	モデル2 敷地面積 3,000㎡未満	モデル3 運輸倉庫業	モデル4 その他業種
人口密度※1	(千人/㎢)	-0.9634 (-4.918)	-0.2876 (-4.653)	-0.2971 (-4.715)	-0.2443 (-2.452)
労働圏内の労働力人口	(千人)	0.9672 (5.401)	1.0244 (6.678)	0.7705 (5.637)	0.6214 (3.328)
仮設工場立地への近接性		0.5361 (1.404)			0.6332 (2.083)
仮田舎港までの時間距離	(分)		-0.4850 (-1.777)	-0.3686 (-1.471)	
仮田舎港までの時間距離	(分)				
仮田舎港までの距離	(km)	-0.1566 (-1.731)	-0.1575 (-2.078)	-0.1414 (-1.621)	-0.1044 (-1.017)
仮地面積	(千㎡/㎡)	-0.8878 (-3.932)	-0.6117 (-3.440)		-0.2761 (-1.158)
市街化調整区域	該当:1 非該当:0	0.2831 (1.616)			0.2668 (1.294)
用途地域	準工業地域	対可住地面積比 3.1014 (7.715)	2.3507 (7.053)	3.0646 (8.918)	2.8124 (8.411)
	工業地域	対可住地面積比 3.5490 (6.822)	3.4662 (8.820)	3.8045 (9.023)	1.1305 (1.307)
	工業専用地域	対可住地面積比 3.6174 (11.182)	2.6897 (7.594)	3.2420 (9.668)	2.0056 (3.709)
地域特性ダミー	内陸部				
	臨海部	該当:1 非該当:0	-0.695 (-0.910)		
	郊外部	該当:1 非該当:0	-6.5860 (-2.419)		6.4518 (3.794)
仮(サンプル敷地面積) ×地域特性ダミー	内陸部				
	臨海部			-0.0354 (-1.256)	-0.0833 (-2.185)
	郊外部	0.8501 (2.728)		-0.1544 (-3.667)	-1.0006 (-3.970)
コンテナ利用の有無 ×地域特性ダミー	臨海部				
	郊外部				-1.0862 (-1.838)
		-0.0048 (-2.519)			
仮ゾーン内道路密度		0.4042 (1.748)	1.1728 (5.336)	0.4550 (2.072)	0.6022 (2.489)
仮メッシュ内道路延長					
仮立地可能面積※2	(1㎡)	1.0000 (-)	1.0000 (-)	1.0000 (-)	1.0000 (-)
初期尤度		-699.5	-1248.1	-1007.5	-633.7
最終尤度		-718.6	-1019.2	-796.2	-633.7
自由度調整済み尤度比		0.201	0.183	0.209	0.129
行政区別の実績立地数と推計立地数の単相関係数		0.593	0.625	0.783	0.645
サンプル数		168	237	188	138

※1 人口密度:(ゾーン内人口)/(可住地面積)

※2 立地可能面積:(可住地面積)-(一般建物面積)

原則としてt値（の絶対値）が1に達する変数を採択することとした。主要な説明変数について信頼性の高いパラメータが得られ、また行政区別の立地件数を再現して実績値と比較したときの単相関係数も0.6から0.8近くの値が得られており、概ね妥当なモデルが構築できたと判断した。

### 3. 物流施設立地ポテンシャルの推計

#### (1) 立地ポテンシャルの定義

本立地選択モデルの効用関数式(2-7)によりメッシュ区画ごとに算定される効用値（以下立地効用という）を用いて、以下の偏差値をポテンシャル値として定義した。

$$P_i^r = \frac{10 \times (V_i^r - \overline{V^r})}{\sigma^r} + 50 \quad (3-1)$$

ただし、

$P_i^r$ : セグメント $r$ , メッシュ $i$ のポテンシャル  
 $V_i^r$ : セグメント $r$ , メッシュ $i$ の立地効用

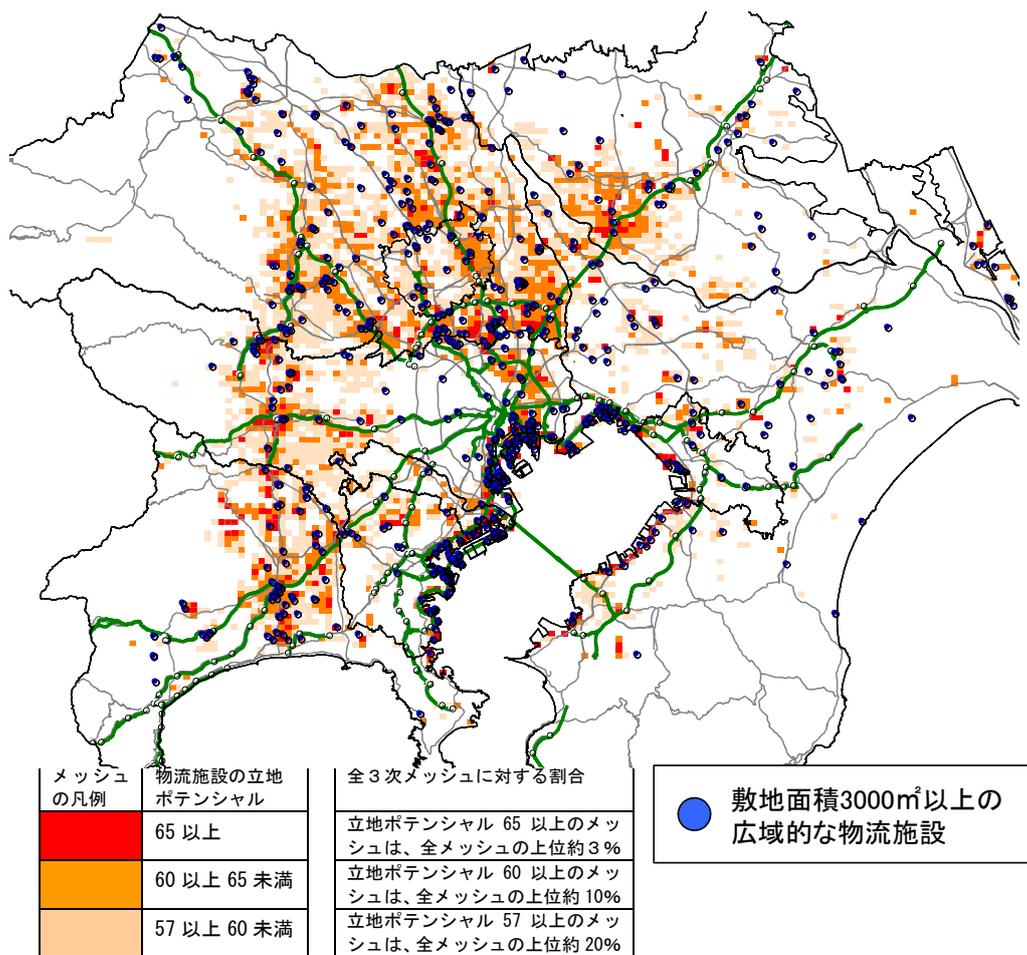
$\overline{V^r}$ : セグメント $r$ の立地効用の平均値  
 $\sigma^r$ : セグメント $r$ の立地効用の標準偏差

#### (2) 大規模広域物流施設の立地ポテンシャルの推計

表-3に示したモデル1（敷地面積3,000㎡以上の広域的物流施設）を用いて、現況における敷地面積3,000㎡以上の広域的物流施設の立地ポテンシャルを推計し、実際の敷地面積3,000㎡以上の広域的物流施設の分布とあわせて図-2に示す。立地ポテンシャルが高く推計された地域は、臨海部や郊外部の地域となっていることがわかる。さらにこの結果より、立地ポテンシャルが高いと推計された上位20%のメッシュ区画に実際に立地している当該施設は77%に達していることがわかった。

#### (3) 道路整備によるポテンシャルの変化の推計

東京都市圏では、現在、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）等の道路整備が進められており、高速道路整備の進捗状況により、高速道路IC周辺において大規模で広域的な物流施設の立地需要が高まる地域があると考えら



出典：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」平成18年5月

図-2 大規模広域的物流施設の立地ポテンシャル

れる。こうした大規模物流施設の需要動向を捉え、適切な立地誘導を図っていくことが必要と考えられる。

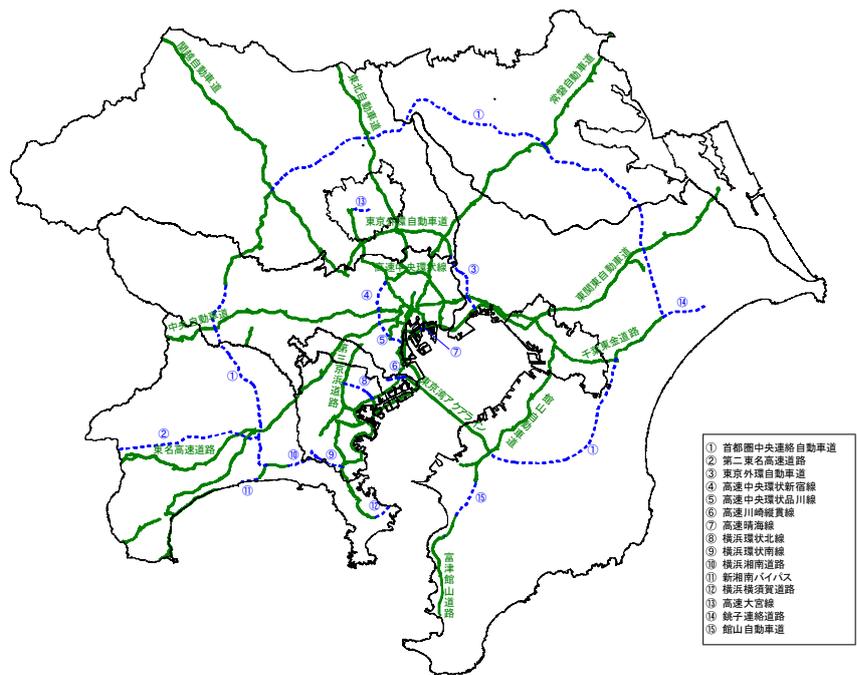
そこで、現在事業中の高速道路の整備後（図-3）における立地ポテンシャルを前項と同様に推計し、立地ポテンシャルが高まる地域を示したのが図-4である。この結果、郊外部の高速道路 IC 周辺や臨海部で、大規模で広域的な物流施設の立地ポテンシャルが高く推計されていることがわかる。とくに郊外部での立地ポテンシャルが高い地域の多くは、市街化調整区域（図中の薄い灰色の地域）となっていることがわかり、こうした地域における秩序ある立地のコントロールが今後の重要な課題として抽出される。

#### 4. 立地誘導による移転需要量の推計

本立地選択モデル（式 2-5）ではメッシュ区画ごとの立地確率を算出することが可能なため、前章と同様に敷地面積 3,000 m<sup>2</sup>以上の物流施設を対象として立地誘導施策の立地需要量に与える影響を分析した。

大規模な物流施設の立地誘導策としては、立地用地の提供が重要であると考えられる。その際、流通業務団地や工業団地の造成による立地用地の提供の他、用途地域の指定といった土地利用の変更による物流施設の立地誘導策も考えられる。本研究では、郊外部での高速道路の整備に併せて高速道路 IC 近傍の用途地域を工業専用地域とすることで土地利用による物流施設の立地誘導施策を講じた際の効果計測を行うこととした。工業専用地域とした理由は、現在、東京都市圏の準工業地域、工業地域では、工場跡地でマンション等の住宅開発が進み、騒音・振動等の問題により夜間の物流施設の操業ができないといった土地利用の混在の問題が生じており、住宅等の立地ができない工業専用地域の指定を物流施設の立地に適した用地提供の施策として想定した。

具体的には、高速道路整備後（図-3）において立地誘導を図るべき地域におけるメッシュ区画内の工業専用地域面積を変化させて立地確率を算定した。立地誘導を図るべき地域としては、立地ポテンシャルが 57 以上であり、かつ圏央道の IC の近傍（IC から 2km 以内、あるいは 5km 以内で重さ指定道路の沿道）のメッシュを選定し、当該メッシュの工業専用地域面積を 25%（東



出典：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」平成 18 年 5 月

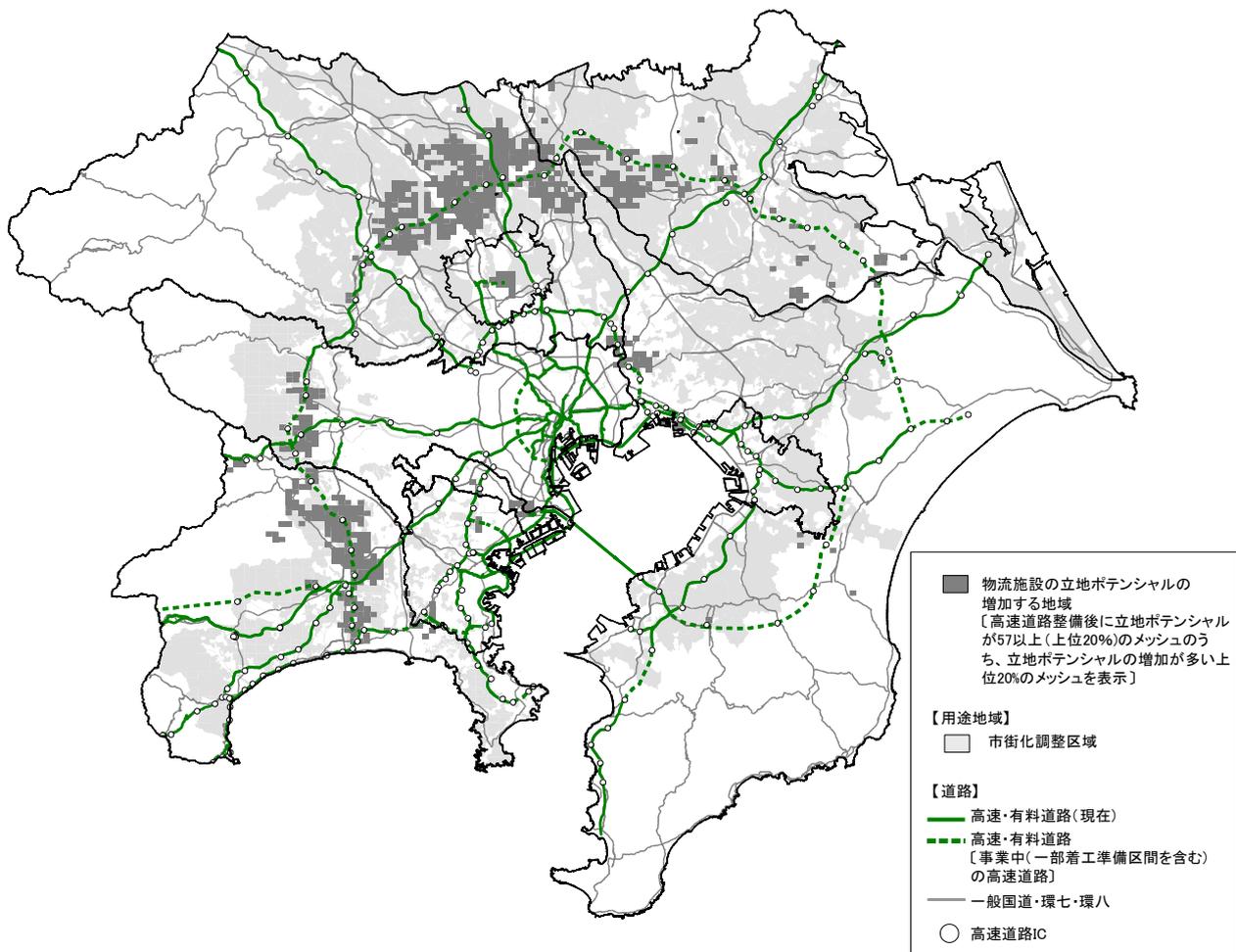
図-3 高速道路整備の想定

京都市圏に工業専用地域を含むメッシュの平均値)として、立地確率を計算した。さらに、現況の立地確率との差分から移転需要量の増減を試算した。

この結果より明らかになった内容を以下に整理する。

- ① 郊外部の立地誘導区域への大規模広域的物流施設の移転量は 180 施設で、これは全大規模広域的物流施設の 7%に相当し、当該地区への相当量の物流施設の移転インセンティブが生じ、本立地誘導策の有効性が示唆される
- ② このうち、郊外部から約 41%（郊外部の大規模広域的物流施設全体の 7%に相当）が移転
- ③ 同じく臨海部からは約 16%（同じく臨海部施設の 3%）が移転
- ④ 同じく郊外部、臨海部以外の市街地からは約 43%（同じく当該地域施設の 11%）

本モデルは、あくまでも時間の概念を含まない静的なモデルであるため、想定するような政策によって、直ちにこの結果のような移転が生じるという解釈は成り立たない。また、実際の立地量は、供給量の制約や需要の集中による地価の上昇といった要因が考慮されて決定されると考えられるが、本モデルではそうした影響を考慮していない。また、道路整備や立地誘導策のインパクトによって物流施設の統廃合の動きが生じ、新たな大規模物流施設の需要が生じるといった影響も考えられるが、こうした影響も考慮できていない。しかしながら、当該



出典：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」平成18年5月

図-4 高速道路による立地ポテンシャルの増加

立地誘導策によって潜在的にここで得られた程度の移転ポテンシャルが生じるものと解釈することは可能であると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、都市機能が高密度に集積する東京都市圏を対象として、今後の物流政策の立案・評価に役立てることを目的として、立地選択モデルを構築し、モデル分析を実施した。その結果、以下のような成果が得られた。

- ① 離散選択ロジットモデルを用いて、1km メッシュという比較的ミクロな地域別の評価が可能な良好な立地選択モデルを構築することができた。
- ② このモデルを用いることにより、立地ポテンシャルを定義し、現況、将来における立地ポテンシャルの高い地域を把握することができた。この結果、将来における市街化調整区域に対する立地ニーズの高まりが伺えるなどの政策課題を抽出することができた。

③ さらに、本モデルを用いて用途地域指定による政策感度を分析し、今後の立地誘導にかかる有用な情報を得ることができた。

とくに、上記②に関しては、1990年以降における東京都市圏の大規模で広域的な物流施設の立地場所の用途地域をみると、準工業地域、工業地域、工業専用地域といった工業系用途地域に立地する物流施設が約60%を占めるものの、市街化調整区域に立地する物流施設も約17%存在し、中でも、近年物流施設の立地が進んでいる圏央道沿線といった郊外部においては市街化調整区域での立地が多くなっている。本来、市街化調整区域は市街化を抑制すべき地域であるが、以上のようにすでに開発許可により物流施設の立地が進んでいる地域もみられ、さらに圏央道等の新たな高速道路の整備に伴い、郊外の市街化調整区域での物流施設の立地ポテンシャルの増加も想定されることが本研究によって明らかとなった。そのため、今後、市街化調整区域における土地利用のコントロールが非常に重要な政策課題になると考えられる。

本研究で構築したモデルは、東京都市圏全体の中で物

流施設の立地ポテンシャルをマクロに評価することが可能であるが、今後は、特定の地域に着目し、物流施設の立地誘導策による詳細な物流施設の需要量を推計できるモデルへの展開が考えられる。また、今回説明変数への導入を考慮できなかった自治体ごとの補助金施策といった変数の取り込みも課題として挙げられる。さらに、本モデルを立地誘導によって生じる道路上の物流交通量の削減効果、CO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>、PMなどの削減効果などの推計につなげていくことも今後に残された課題である。

【謝辞】本研究は、第4回東京都市圏物資流動調査・事業所機能調査分析ワーキンググループ立地分析部会の検討成果をまとめたものである。検討にあたっては、ワーキンググループ座長の東京海洋大学兵藤哲朗助教授をはじめ多くの方々にも多大な協力を頂いた。また、査読委員からは非常に有益なコメントをいただいた。ここに、関係各位に感謝の意を表する次第である。

#### 参考文献

- 1) 林良嗣 他：非集計手法を用いた工業立地モデル化の一方方法，土木計画学・論文集，No.1，pp155-162，1984
- 2) 宮本和明 他：非集計分析に基づく工業立地予測モデル，第39回年次学術講演会第4部，1984.10
- 3) 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，土木計画学研究・講演集，No.7，pp249-256，1985.1
- 4) 岩崎義一，相茶，遠藤他：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.239-246，1995.8
- 5) 加藤勝敏，岩崎，相茶，遠藤他：非集計ロジットモデルを用いた民間研究所の立地要因に関する研究，土木学会研究・論文集，No.13，pp.241-246，1996.8
- 6) 山田忠史，則武，谷口他：物流ターミナルの最適配置計画への多目的計画法の適用，土木学会論文集，No.632/IV-45，pp.41-50，1999.10
- 7) 谷口栄一，則武，山田他：物流ターミナルの最適規模および配置の決定法に関する研究，土木学会論文集，No.583/IV-38，pp.71-81，1998.1
- 8) 苦瀬博仁他：配送コストと施設コストにもとづく物流施設の最適数と最適位置のモデル分析，日本物流学会論文集第5号，1996.12
- 9) 高橋洋二，苦瀬，兵藤他：物資流動調査にもとづく物流施設の整備効果に関するシミュレーション分析，国際交通安全学会誌，Vol.21，No.4，1996.3
- 10) 渡辺豊：複数線形統合トビットモデルによる物流施設の立地分布変動モデルに関する研究，土木計画学研究・論文集，No.11，pp199-206，1993.12
- 11) 田中康仁，小谷，原田：近畿圏におけるトラック事業所の空間分布特性の分析と立地モデルの作成，土木計画学研究・論文集，Vol.20，No.3，pp673-679，2003.9
- 12) 桜田崇治，石黒，稲村：流通施設としての倉庫の立地分析，土木計画学研究・講演集，No.22(2)pp721-724，1999.10
- 13) 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，2006.5
- 14) Mosh Ben-Akiva et al：Disaggregate Trip Distribution Models，土木学会論文集，No.347/IV-1，pp.1-17，1984.7
- 15) Manski,C.F：The Structure of Random Utility Models，Theory and Decision，Vol.8，pp.229-254
- 16) 森川高行 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，土木計画学論文集，No.9，pp.117-124，1991.11
- 17) 林良嗣 他：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-住宅地-人口属性構成予測モデル，土木学会論文集，No.395/IV-9，pp.85-94，1988.7
- 18) 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）交通統計研究所，No.15,16合併号,1986.3

## 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 ～第4回東京都市圏物資流動調査から～

萩野保克\*\*・遠藤弘太郎\*\*\*

本論文では、第4回東京都市圏物資流動調査（2003年）の調査データを用いて、離散選択ロジットモデルの適用による大規模物流施設の立地選択モデルを構築することにより、東京都市圏の大規模物流施設の立地可能性（立地ポテンシャル）を1kmメッシュという非常にミクロな区域ごとに計測した。さらに、当モデルを用いることにより、今後の道路整備による大規模物流施設の立地ポテンシャルの高まりを分析し、政策的に非常に有用な情報を得ることができた。

## A Potential Analysis of Distribution Facilities Locations Using Discrete Choice Modeling in Tokyo Metropolitan Region — from the Tokyo Metropolitan Region Freight Survey\*

By Yasukatsu HAGINO\*\*・Kotaro ENDO\*\*\*

In this study, a discrete choice logit model was developed to estimate location choice probabilities by 1km<sup>2</sup>-mesh for regional logistics facilities within Tokyo Metropolitan Region, using the Tokyo Metropolitan Region Freight Survey data in 2003. The study also analyzes policies to direct the location for such facilities. Consequently likelihood of logistics facility location was estimated in the areas around expressway interchanges (IC) currently under construction. It was estimated through calculating location probabilities by mesh using the location choice model.