

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06247

研究課題名(和文) 三環状概成を迎える東京都市圏の物流施設立地に関わる多時点分析

研究課題名(英文) ANALYSIS OF LOGISTICS FACILITY LOCATION CHOICE IN THE TOKYO METROPOLITAN AREA USING DISCRETE CHOICE MODELS WITH SPATIAL CORRELATION

研究代表者

兵藤 哲朗 (HYODO, TETSURO)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：40218748

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：東京都市圏では環状高速道路の概成を間近に控え、かつ、通販物流などの激増もあり、環状道路のインターチェンジ付近に多くの物流施設が立地している。そのため、物流施設の立地行動をモデル化し、今後の交通条件変化が、将来の物流施設立地に与える影響を分析する必要性が高い。本研究は、2014年に実施された第5回東京都市圏物資流動調査を中核的なデータとして、1) 空間相関を考慮した物流施設立地選択モデルの開発、2) 商用車プローブデータも用いた物流施設立地とトラック発生量の因果関係分析の2つを開発目標とし、実データを用いたモデル構築を行った。分析結果より、いずれも実用性を有する方法論を提供することができた。

研究成果の概要(英文)：There has been a noticeable development of logistics facilities along the newly constructed circumferential expressway in the Tokyo Metropolitan Area. This paper aims to examine the effectiveness of alternative formulations of discrete choice models, including spatial auto-regressive probit and mixed logit models.

The data from the 2013 Tokyo Metropolitan Freight Survey were used to compare the characteristics of several models. To apply the model, the Tokyo area was partitioned into approximately 18,000 1km by 1km grids. The independent variables include population density, employment, land price, land use, access to interchanges, and others. We estimated the location choice model with spatial correlations including Spatial Lag Model and Spatial Error Model with both probit and mixed-logit approaches. The mixed-logit model that incorporates both spatial lag and spatial error terms produced the best results.

研究分野：交通計画

キーワード：物流施設立地選択 空間相関 商用車プローブ 離散選択モデル

1. 研究開始当初の背景

東京都市圏では環状高速道路の概成を間近に控え、研究期間内でも、首都圏中央連絡自動車道(圏央道)の茨城県区間も開通した。それに伴い、通販物流などの激増もあり、環状道路のインターチェンジ付近に多くの物流施設が立地するようになってきた。それらを背景として、物流施設の立地行動をモデル化し、今後の交通条件変化が、さらに将来の物流施設立地に与える影響を定量的に分析する必要性が高かったと言える。また、2014年には、第5回東京都市圏物資流動調査が実施されており、そのデータを活用し得るタイミングとして、本研究期間がマッチしていたことも背景に加えるべきであろう。

2. 研究の目的

まず、物流施設の立地選択モデルの高度化を図ることが第1の目的であった。既存のモデルでは、3次メッシュを選択肢とするMultinomial Logit Model (MNL)が適用されていたが、分析対象地域には18,000以上の3次メッシュがあるため、全ての選択肢を用いることは非効率である。そのため、従来は選択肢サンプリングをしていたが、違う方法として、「立地する - しない」のBinary Modelを適用し得ることを新たに確認した。さらに、メッシュは連担するため、隣接メッシュ間の効用値と誤差項には強い空間相関が存在することが想定される。そこで本研究では、空間相関を有するBinary Logitモデルを適用し、これまでにないモデル特性の把握に成功した。この方法により、より精度が高く偏りのないパラメータを得ることができた。

さらに、第2の目的としては、商用車プローブデータを用いることで、物流施設の立地がトラックの発生量増加につながる因果関係を表現することに挑んだ。結果的には、Sample Selection Modelを適用することで、この課題についても、一定の成果を得ることができた。

これら物流施設の立地選択モデルの高度化により、実務でも用いることが可能な一連のモデル群を開発することが最終的な目的であった。

3. 研究の方法

(1) 利用データの概略

立地選択モデル構築で用いたデータは、第5回の東京都市圏物資流動調査である。この調査では、事業者に、物流に関わる施設について、その施設規模や、搬出・搬入貨物の詳細について回答してもらっている。本研究では、工場などは分析対象外であったため、比較的大規模な物流施設の立地場所を用いて、立地選択モデルを構築することにした。東京都市圏物資流動調査において、3次メッシュ単位に地価や土地利用、高速道路ICまでの距離など、土地および交通条件に関わる詳細な変数が作成されていたので、分析は3次メ

ッシュ単位に行うこととした(図-1)。

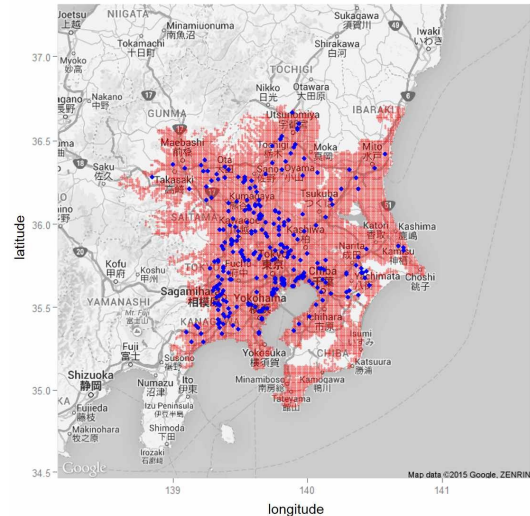


図-1 分析対象のメッシュ(赤)と物流施設(青)の位置

(2) 空間相関を伴う立地選択モデルの開発

本研究では、「立地する - しない」の2つを選択肢とするBinary Logit Modelを考え、それに空間相関を加えた。ここでの空間相関には、効用の相関と、誤差項の相関の2通りが考慮された。その推定パラメータを、従来のMNLやBinary Logit Model, Binary Probit Modelと比較したところ(図-2)、比較的類似したパラメータとなっており、本方法が既存手法から大きく異なる傾向を示す可能性が低いことも確認された。

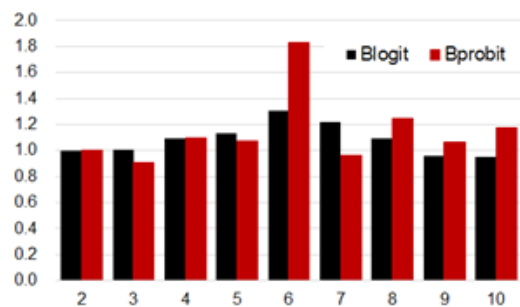


図-2 MNLに対する推定パラメータの相対値

空間相関を考慮した本モデルを用いると、例えば環状道路整備などにより、メッシュ間の所要時間が変化した場合、通常効用値の変化による立地効用の増加に加えて、隣接メッシュの効用値変化が当該メッシュに与える間接的な影響も表現することができる。その直接効果と間接効果の合計値が図-3に示されている。

(3) 商用車プローブデータを用いたトラック発生量への因果関係分析

本研究では、物流施設立地データに加えて、商用車プローブデータの発生量を集計し、3次メッシュ単位の発生量を求めた。その発生量と、物流施設立地量(床面積)との関係を

定量化することにより、まず、物流施設立地がトラック発生量（図-4）に与える影響を把握することができる。

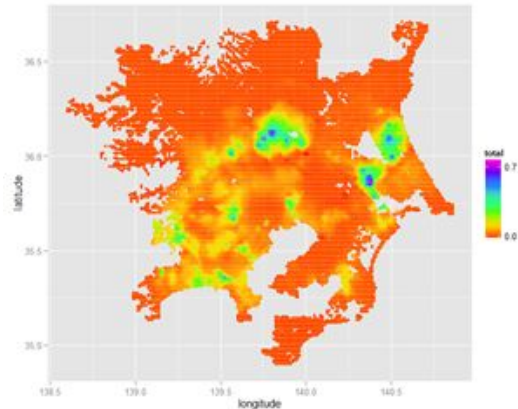


図-3 将来 LOS 変化による効用の階級図

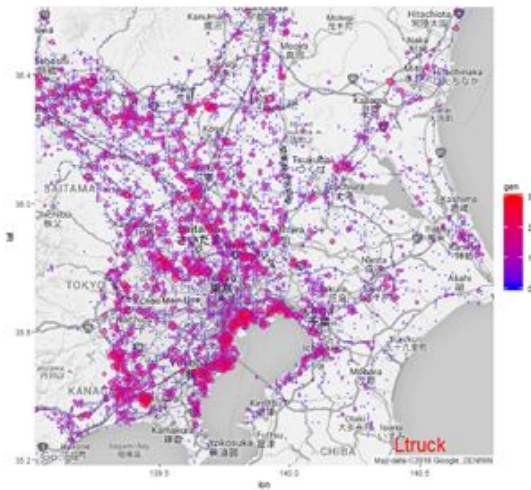


図-4 プロブデータの発生量（大型トラック）

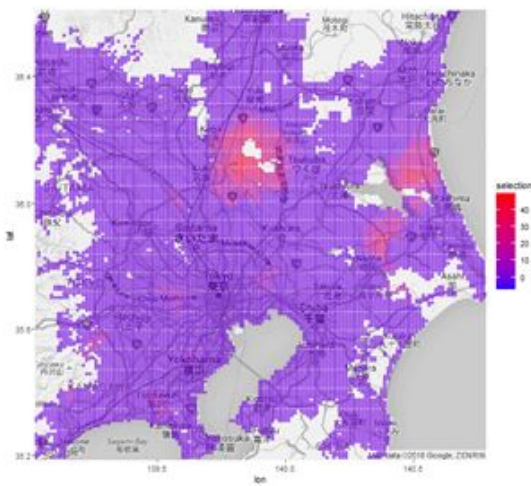


図-5 将来の物流施設立地面積の増加率

次に、物流施設の規模（床面積）を土地利用条件や交通条件など、様々な変数で説明することを考える。この時、メッシュに物流施設

が存在しないこともあるため、ここで Sample Selection Model (Tobit type II Model) が適用される。この 2 段階のモデル構築により、「交通条件変化 物流施設量変化 トラック発生量変化」という因果関係を定量的に補足することができるのである。種々の感度分析の結果から、ここで開発モデルには、常識的にも妥当性を有するパフォーマンスが確認された（図-5）。

4. 研究成果

(1) 空間相関を考慮した立地選択モデルの構築

R 言語を駆使した立地選択モデルのパラメータ推定方法も含めて、実用性のある結果を導くことができたのが最大の研究成果である。また、研究期間当初では、2 つの空間相関（効用、誤差項）の相関パラメータを分離することができなかったが、後半時期に Mixed Logit Model のアルゴリズムを工夫することで、高速に 2 つの相関パラメータが推定可能なことも確認し得た。モデルの新たな活用場面の拡充にとって、有用な開発がなされたと言えよう。

(2) トラック発生量と物流施設立地量の因果モデルの開発

「交通条件変化 物流施設量変化 トラック発生量変化」という因果関係を明示的に扱うモデルを開発することにより、例えば地方自治体が強く関心を持つ、道路整備とトラック交通量の関係性が定量的に分析可能になった。これまでは、直接、トラック発生量を交通条件で説明する方法が主であったが、物流施設立地条件を取り込むことで、用途地域など、土地利用条件がトラック交通量に与える効果も表現可能となったのは大きな成果の一つと言える。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

兵藤 哲朗, 坂井 孝典, 河村 和哉

東京都市圏物資流動調査による空間相関を考慮した物流施設立地選択モデルの検討, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 71, No. 4, pp.156-167, 2015

Seiji Lidasan, Syusaku Umeda, Tetsuro Hyodo CHARACTERISTICS OF LOGISTICS FACILITIES ALLOCATION, SIZE AND TRUCK GENERATION BY TOKYO METROPOLITAN AREA URBAN FREIGHT SURVEY, International Journal of Operation Research, Vol.14, No.3, pp.139-155, 2017

Takanori Sakai, Kazuya Kawamura, Tetsuro Hyodo

Spatial reorganization of urban logistics system and its impacts: Case of Tokyo,

Journal of Transport Geography, Vol.60,
pp.110-118, 2017

[学会発表](計1件)

Seiji Lidasan, Syusaku Umeda, Tetsuro Hyodo
Characteristics of Logistics Facilities
Allocation, Size and Truck Generation by
Tokyo Metropolitan Area Urban Freight
Survey, The 6th International Conference on
Transportation and Logistics, Vol.6, 2016,
Taiwan

(若手研究者優秀論文賞受賞)

6. 研究組織

(1)研究代表者

兵藤 哲朗 (Tetsuro Hyodo)
東京海洋大学・学術研究院・教授
研究者番号：40218748

(2)研究協力者

Kazuya Kawamura
Professor, the University of Illinois at
Chicago