

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月15日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21560553

研究課題名（和文） 立地特性を考慮した都市内物流政策評価マイクロシミュレーションモデルの開発

研究課題名（英文） Development of Micro-Simulation Model to Evaluate Policies for Urban Goods Movement

研究代表者

佐野可寸志（SANO Kazushi）

長岡技術科学大学・工学部・准教授

研究者番号：00215881

研究成果の概要（和文）：事業所の立地においては、立地場所固有の属性だけでなく、空間効果の影響も大きい。これまで十分な研究の蓄積されていない。本研究ではまず、独自の調査データに、因子分析と強分散構造分析を適用し、事業所の移転要因を抽出した。次に、Mixed Logit Model を用いて空間効果を考慮した事業所の立地選択モデルを構築し、空間効果の影響を定量的に把握した。東京都市圏物資流動調査データを用いてモデルのパラメータを推定した結果、通常の立地選択モデルで用いられる地価や交通のアクセシビリティの要因に加えて、確定項における企業立地相関や、誤差項におけるゾーン間の空間相関が、立地選択に影響を与えていることが分かり、空間効果を考慮することの重要性を示すことができた。

研究成果の概要（英文）：In order to survive in an increasingly competitive business environment, individual firms must constantly adapt themselves to new and changing circumstances. Relocation of a firm, therefore, can be considered as a form of the adaptation. Besides, understanding the factors that play a key role in the decisions that businesses make on where to locate is very important in order to determine the most effective mechanisms to attract firms, and thereby maintain a healthy economy. In urban economics, the related individual firms which gather together will gain benefits such as lower cost of production and a larger market share that one firm can achieve. A firm, while making a relocation decision or location choice decision, does not act in isolation; in contrast, firms are influenced by others who located nearby. The main contribution of this research, therefore, analyses the influence of these factors on location choice and relocation decision behavior of an individual firm in order to better understanding the key factors. In addition, how the spatial effect on the firm location choice and relocation behaviors should be considered carefully in the research process.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：土木計画学・交通工学

科研費の分科・細目：

キーワード：マイクロシミュレーション / ロジスティックシステム / 二酸化炭素削減 / 企業立地 / 物流施策評価

### 1. 研究開始当初の背景

地球温暖化防止のためには、日本における二酸化炭素排出量の約一割を占める貨物車の効率的な運用は非常に重要な課題である。貨物車の効率的な運用を目指して、①社会基盤施設を整備するインフラ供給施策 [環状道路/バイパス、都市内集配送拠点 (トラックターミナル等)、荷捌き施設等の整備]、②物流活動のルールを変更することを中心とした運用面や経済的な施策 [共同集配送、ロードプライシング、貨物車専用パーキングメーター、貨物車のグリーン税制等]、③交通だけでなく土地利用などの都市計画的な視点も取り込んだ規制・誘導施策 [大型貨物車の走行規制、貨物車の積載率規制、荷捌き駐車場の附置義務、物流拠点立地促進地区等の誘導] の3種類に大別される様々な都市物流施策が考案されてきたが、立地を与件としているので、交通施設整備に伴う企業立地の変化と、それに伴う物流の変化を考慮することができていないという課題を有してきた。

### 2. 研究の目的

そこで本研究では、企業立地要因を事業所へのアンケート調査から明らかに、それらの要因を考慮した立地モデルを構築する。

### 3. 研究の方法

現在の事業所を立地する際に考慮した要因についての5段階評価を用いて、因子分析及び共分散構造分析を行った。

#### (1) 因子分析

事業所の立地要因の特徴を評価するため、立地要因の評価項目に対し、因子抽出法は主因子法、因子数は固有値が1以上の因子を採用し、Kaiserの正規化を伴うバリマックス回転により因子分析を行った。

#### (2) 共分散構造分析

因子分析の結果から、事業所の移転立地を促す要因を特定するため、事業所移転に影響を与えていると考えられる要因をより具体的に評価する手法として共分散構造分析を適用した。

#### (3) 立地選択モデル

空間相関を考慮した立地選択モデルをMixedロジットモデルを用いて、以下のように定式化した。まず、効用関数とその誤差項は次式に示す。

$$U_{ni} = \left( \sum_{k=1}^K \beta_k X_{nik} + \sum_{s=1}^S (\lambda \exp(-d_{ns}^\delta)) y_{si} \right) + \varepsilon_{ni}$$

$$\varepsilon_{ni} = (I - \rho W)^{-1} T \zeta_{ni} \quad \text{or} \quad F_{ni} = (I - \rho W)^{-1}$$

ゾーン選択確率は次式を用いて計算する。

$$\hat{p}_{ni} = \frac{1}{R} \frac{\exp\left(\sum_{k=1}^K \beta_k X_{nik} + \sum_{s=1}^S (\lambda \exp(-d_{ns}^\delta)) y_{si}\right) + (I - \rho W)^{-1} T \zeta_{ni}}{\sum_{j \in J} \exp\left(\sum_{k=1}^K \beta_k X_{nj k} + \sum_{s=1}^S (\lambda \exp(-d_{ns}^\delta)) y_{sj}\right) + (I - \rho W)^{-1} T \zeta_{nj}}$$

### 4. 研究成果

#### (1) 因子分析

表1に固誘値と負荷量平方和、因子負荷量の値を整理した結果を示す。なお、「創業の地」については因子負荷量の値が適切でなかったため、今回の分析からは除外した。

同表より第一因子は「高速道路への近接性」「トラックターミナルなど物流拠点への近接性」といった交通施設への近接性に関する項目が多く占めることから第1因子を「交通施設への近接性」とする。以下同様に、第2因子を「自治体の支援制度」、第3因子を「企業集積」、第4因子を「事業所施設への近接性」、第5因子を「適切な用地の取得」とした。

表1 因子分析結果

	因子				
	交通施設への近接性	自治体の支援	企業集積	自社の施設への近接性	適切な用地の確保
高速道路への近接性	0.72	0.22	0.12	-0.07	0.18
トラックターミナルなど物流拠点への近接性	0.69	0.03	0.25	0.18	0.07
搬入元への近接性	0.68	-0.04	0.13	0.35	0.42
将来的に北関東道が整備される	0.67	0.27	0.12	0.08	0.03
商圏としての首都圏への近接性	0.67	0.25	0.29	0.12	0.18
主要国道への近接性	0.66	0.07	0.15	0.10	0.26
搬出先への近接性	0.55	0.04	0.11	0.28	0.37
従業員の視点からの公共交通機関の利便	0.46	0.05	0.41	0.14	-0.04
立地助成金交付	0.20	0.89	0.07	-0.03	0.09
自治体の支援・助成制度	0.25	0.83	0.27	0.07	0.10
工場用地の整備	-0.03	0.68	0.18	0.06	0.34
従業員を取り巻く住環境の良さ	0.21	0.12	0.72	0.13	0.36
労働力のある多様な企業集積	0.19	0.17	0.59	0.32	0.10
技術力のある多様な企業集積	0.26	0.36	0.52	0.30	-0.06
地価水準の低さ	0.25	0.27	0.50	-0.02	0.34
対事業所サービスの集積	0.30	0.40	0.45	0.43	-0.13
自社の他事業所への近接性	0.09	0.00	0.12	0.71	0.20
本社への近接性	0.15	0.04	0.17	0.68	0.02
まとまった面積を確保できる用地の取得	0.26	0.19	0.19	0.15	0.66
立地に適した用途地域	0.29	0.24	0.05	0.04	0.44
固有値	7.70	2.08	1.72	1.29	1.05
寄与率	19.32	13.12	10.87	8.36	7.65
累積寄与率	19.32	32.44	43.31	51.68	59.33

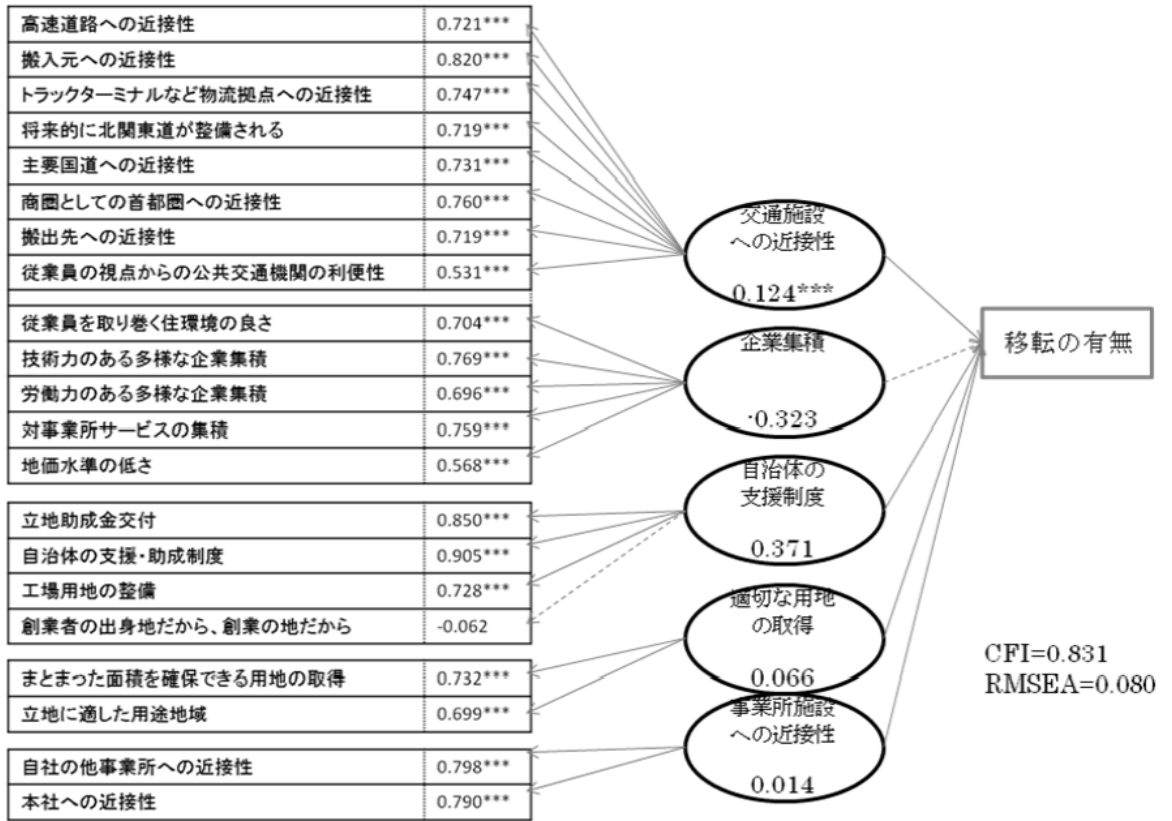


図1 共分散構造分析結果

(2) 共分散構造分析

パス図の作成にあたって、表1に示した因子分析の結果をもとに潜在変数を5つに設定した。図1にパス図および共分散構造分析による分析結果を示す。CFI=0.831、RMSEA=0.08から、比較的当てはまりのよいモデルを得ることができた。事業所移転立地の有無について、潜在変数で「交通施設への近接性」が有意となったことから、事業所移転の有無には交通施設の整備が大きく影響することが明らかとなった。

(3) 立地選択モデル

いくつかの事業所立地選択モデルを提案したが、空間的相互作用を考慮したモデルが、尤度比、AIC、的中率の点から、最も適合度

が高くなることが判明した。

事業所立地選択モデル推定結果は、空間相関の影響の大きさを示している。推定されたパラメータを比較すると、企業の立地選択の決定要因としては、各事業所間の輸送コストや、事業所雇用者数、ゾーンの人口や雇用者数があげられた。図2に産業別の空間相関の影響を示すパラメータの値を示す。小売業は周辺同業種の立地を非常に考慮して立地していることがわかる。

図3に産業別の隣接ゾーン数と空間相関の関係を示しているが、業種により空間相関の影響が異なることや、隣接ゾーン数が多いほど、空間相関の影響が大きいことを示している。

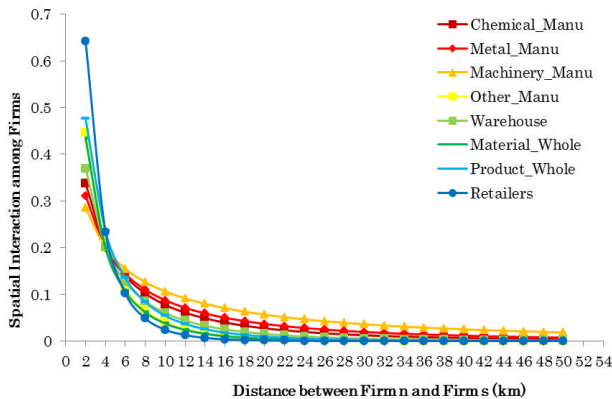


図2 事業所間の距離と空間相関

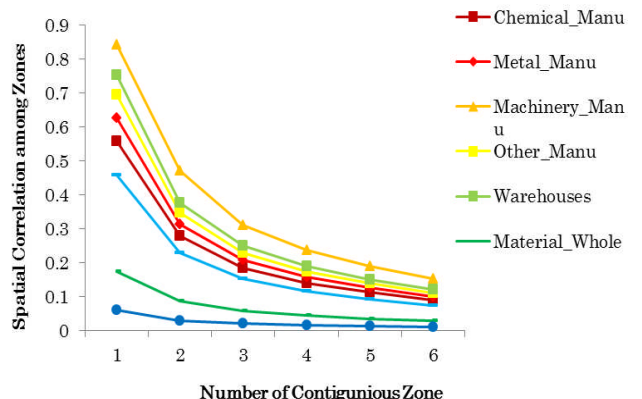


図3 隣接するゾーンの数と空間相関

## 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8件)

- ① Nguyen Cao Y, Kazushi SANO: Firm Re-location Pattern Incorporating Spatial Interactions. The Annual of Region Science: Journal of the American Society of Civil Engineering. (2012) (Accepted)
- ② Mohammed Forhad UDDIN, Kazushi SANO, COORDINATION AND OPTIMIZATION: THE INTEGRATED SUPPLY CHAIN ANALYSIS WITH NON-LINEAR PRICE-SENSITIVE DEMAND An International Journal of Optimization And Control: Theory & Application, 査読有, SSN 1906-8380, Vol. 2, No. 1, (2012), pp. 83-94
- ③ Mohammed Forhad UDDIN, Kazushi SANO: COORDINATION, SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION AND FACILITY LOCATION SELECTION PROBLEM, Journal of Society for Transportation and Traffic Studies, 査読有, Vol.2 No.3, pp. 18-32, September, 2011
- ④ Nguyen Cao Y, Kazushi SANO, Wisinee WISETJINDAWAT and Tran Vu TU: The Influence of Accessibility on Logistic Firm Location Choice, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 査読有, Vol.10. (2011)
- ⑤ 藤武麻衣, 佐野可寸志, 土屋哲: 野菜の地産地消の推進による CO2 排出削減量の計測, 農村計画学会誌第 30 巻論文特集号, 査読有, pp. 303~308, 2011.11
- ⑥ Nguyen Cao Y, Kazushi Sano, Tran Vu Tu, Doan Thanh Tan: Firm Relocation Patterns Incorporating Spatial Interactions Transportation Research Board 2011 Annual Meeting, 査読有, CD ROM. 3238 (2011)
- ⑦ Nguyen Cao Y, Kazushi SANO: Location Choice Model for Logistic Firms with Consideration of Spatial Effects, Transportation Research Board 2010 Annual Meeting, 査読有, CD ROM. 3924 (2010)
- ⑧ Mohammed Forhad Uddin, Kazushi SANO: Mixed Integer Linear Fractional Programming for Integrated Supply Chain Network Design and Optimaization, International Journal of Business and Economics, 査読有, Volume 2 Number 1. 55-70 (2010)

[学会発表] (計5件)

- ① Nguyen Cao Y, Kazushi SANO, Wisinee WISETJINDAWAT and Tran Vu TU: The Influence of Accessibility on Logistic Firm Location Choice, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.9. (2011)
- ② 廣澤禎子・佐野可寸志・鹿野正人: 空間情報を用いた関東内陸部における産業立地動向の分析-圏央道沿線事業所立地・物資流動調査より-, 土木学会新潟会研究調査発表論文集 27. 274-277 (2010)
- ③ Nguyen Cao Y, Kazushi Sano, Tran Vu Tu, Doan Thanh Tan: A MICRO-SIMULATION MODEL OF FIRM RELOCATION The 15th Third HKSTS International Conference. 613-620 (2010)
- ④ Wisetjindawat W., Marchal F., Yamamoto K.: Methods and Techniques to Create Synthetic Firm's Attribution as Input to Microscopic Freight Simulation, Proceeding at the 8th Eastern Asia Society for Transportation Studies. Vol.7(no page number). (2009)
- ⑤ Wisetjindawat W., Marchal F., Yamamoto K.: An Analysis of Delivery Lot Size and Frequency Behavior of Freight Agents for a Microscopic Simulation Model, Proceeding of Infrastructure Planning. Vol.40(no page number). (2009)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐野可寸志 (SANO Kazushi)  
長岡技術科学大学・工学部・准教授  
研究者番号: 00215881

(2) 研究分担者

ウイスニー ウイセツジントダワット (Wisinee Wisetjindawat)  
名古屋工業大学・工学部・助教  
研究者番号: 40534376