

人口規模による探索行動の違いを考慮した東京一極集中下における地域間人口移動特性の分析

地域間人口移動 探索行動 介在機会モデル
東京一極集中 重力モデル 放射モデル

正会員 ○内田 瑞生*
会員外 高森 秀司*

1. はじめに

近年、東京一極集中が進行するなか、多くの地方都市圏では、人口の集積する中心市が近隣市町村の人口を吸引し東京圏に送り出すという「吸水ポンプ」に似た人口移動パターンがみられることが指摘されている。そのため、地方都市圏の人口を維持する上で、中心市が人口流出を抑制する「人口のダム機能」を担うことが重要とされる。

こうした人口移動パターンは、中心市からの移住者が、近隣市町村からの移住者よりも広域の移住先候補を比較した上で移住先を選択している可能性を示唆している。一方で、これまで地域間人口移動分析に用いられてきた重力モデルや介在機会モデルでは、居住地選択等における探索行動を考慮できない²⁾。そのため、内田ら²⁾は、探索行動を考慮した介在機会モデルの拡張モデル（以下、探索機会モデル）を提案し、商圏分析への活用可能性を検討した。

こうした探索行動のモデル化は、実際の移住先に加えて、移住先候補となる地域の予測を可能とするため、定住・移住支援策を検討する上で有益な潜在的なニーズ等の把握につながる可能性がある。しかし、内田ら²⁾では、人口規模による探索範囲の違いが十分に考慮されておらず、上述のような人口移動パターンを適切に評価できない。

そこで、本研究では、人口規模による探索行動の違いを考慮した探索機会モデルを提案し、市町村間人口移動を対象とした従来手法との精度比較および東京一極集中下における地域間人口移動分析への活用可能性を検討した。

2. 分析方法

本章では、内田ら²⁾の探索機会モデルについて概説したのち、モデル拡張および実証分析の方法について述べる。

探索機会モデルの基礎となった介在機会モデルでは、移動者は、出発地から近い順に目的地候補を検討し、各候補で得られる機会に対する受容確率に応じて目的地を選択する。内田ら²⁾は、代表的な介在機会モデルである放射モデル³⁾やSchneider版モデル⁴⁾が、いずれも累積機会数を確率変数とする連続確率分布より導出されることを示した。

本モデルは、重力モデルと比べて行動原理が解釈しやすい一方、最終的な選択地域より遠い地域の機会が選択確率に一切影響しないという非現実的な仮定に基づいている。

そのため、内田ら²⁾は、探索行動を考慮した探索機会モデルを提案した。本モデルでは、出発地*i*の移動者が出発地から*k*番目の地点*j_k*を選択する確率が式(1)で表される。ここで、 $P(j_l|i)$ は、*l*番目の地点*j_l*までが目的地候補として含まれる確率であり、確率変数（探索範囲）を距離*d_{ij}*ベース、連続確率分布としてパレート分布を用いれば、式(2)で表される。また、 $P(j_k|j_l)$ は、地点*j_l*までを目的地候補とする移動者が地点*j_k*を選択する確率であり、人口等で表される機会数*n_j*を用いて、式(3)の単純按分により算出される。

$$P(j_k|i) = \sum_{l=k}^K P(j_k|j_l)P(j_l|i), 1 \leq k \leq K \quad (1)$$

$$P(j_l|i) = \left(\frac{d_{ij_1}}{d_{ij_l}} \right)^{\beta_i} - \left(\frac{d_{ij_1}}{d_{ij_{l+1}}} \right)^{\beta_i} \quad (2)$$

$$P(j_k|j_l) = \frac{n_{j_k}}{\sum_{m=1}^l n_{j_m}} \quad (3)$$

本研究では、東京一極集中下の人口移動パターンに対する再現性を確認するため、2015年と2020年の国勢調査の市町村間人口移動データのうち市町村を越える移動（東京都区部を集計）に対して、探索機会モデル、べき型重力モデルおよび放射モデルを適用した。

これらのモデルを人口規模による探索行動の違いを考慮可能なモデルに拡張するため、探索範囲や選択確率の距離減衰に関わるパラメータ β_i に対して、式(4)の関係式を設定した。また、機会数・質量項*n_j*に対しては、式(5)の関係式を設定した。ここで、 N_i は地域*i*の人口を指す。なお、放射モデルにおけるパラメータ β_i は、Siminiら⁵⁾の提案した精度改善方針を参考に内田ら²⁾が用いた出発地の機会数の補正項 $\exp(\beta)$ に対応する。

$$\ln \beta_i = \gamma_0 + \gamma_1 \ln N_i \quad (4)$$

$$\ln n_j = \delta \ln N_j \quad (5)$$

本研究では、2015年と2020年の市区町村間人口移動データに加えて、両年の国勢調査の市町村別人口と国土数値情報の2020年行政区域データを用い、市町村間距離を行政区域の重心点間大圏距離で設定した。ただし、人口単位を 10^6 人、距離単位を 10^6 mとした。これらの設定に基づき、移動人口の実績値と選択確率の推定値に対する最尤法により各モデルのパラメータ推定を行った。

3. 分析の結果と考察

Table 1 にパラメータ推定結果を示す。Table 1 より、いずれのモデルも年による推定値のばらつきは少なく安定的な結果が得られ、探索機会モデルの γ_1 の推定値はいずれも負であった。この結果は、人口規模が大きいほど探索範囲が広いことを意味し、上述した東京一極集中下で想定される人口移動パターンと整合する結果といえる。

次に、モデル間の精度比較の結果を Fig. 1 に示す。ここでは、内田ら⁹⁾と同様、完全一致で1となる CPC (common part of commuters) を精度指標として用いた。Fig. 1 より、探索機会モデルがべき型重力モデルや放射モデルよりも高い精度を有することがわかる。また、出発地の人口による探索範囲や選択確率の距離減衰の違いを考慮することで、全モデルで精度が改善することが確認された。

最後に、2020年の人口移動データ(市町村を超える移動)を対象に、転出時の移動距離と探索範囲の距離(以下、探索距離)の中央値および最寄りの市町村までの距離を市町村人口規模別に比較した図を Fig. 2 に示す。Fig. 2 より、転出時の移動距離の中央値は人口5万人~10万人を谷とするUカーブを描いていることがわかる。

特に、10万人以下の区間では、移動距離の中央値(対数)と最寄りの市町村までの距離の中央値(対数)の推移が概ね平行的であり、最寄りの市町村までの距離が移動距離に影響を及ぼした可能性が示唆される。

また、連携中枢都市圏構想で中心市の要件となっている人口20万人以上の区間では、人口増加に伴う移動距離の中央値の増加率が、最寄りの市町村までの距離の中央値の増加率よりも大きくなった一方で、移動距離の中央値(対数)と探索距離の中央値(対数)の推移は概ね平行的であった。これらの結果は、移住先に対する探索行動が移動距離の決定要因として影響を持つことを示唆している。

4. おわりに

本研究では、目的地選択における探索行動を考慮した探索機会モデル²⁾を、人口規模による探索範囲の違いが反映できるように拡張し、市町村間人口移動データを用いた検証により、従来手法に対する精度改善および東京一極集中下の人口移動パターンとの整合性を確認した。

さらなる検証が求められるものの、本研究は、地方都市圏における中心市や近隣市町村の移住者の人口移動特性の把握に資するものであると考えられ、今後、東京一極集中緩和において重要とされる「人口のダム機能」向上を図る上で有益な情報をもたらすことが期待される。

参考文献

- 1) 森川洋: 連携中枢都市圏構想の問題点について再度考える, 月刊『自治総研』, Vol. 42, No. 457, pp. 50-64, 2016
- 2) 内田瑞生, 杉本達哉, 高森秀司: 探索範囲を明示した介入機会モデルの提案と商圏分析への応用可能性, 交通工学研究発表会論文集, Vol. 44, pp. 590-6, 2024
- 3) Simini, F., González, M.C., Maritan, A., Barabási, A.L.: A universal model for mobility and migration patterns, Nature, Vol. 484, No. 7392, pp. 96-100, 2012
- 4) Schneider, M.: Gravity Models And Trip Distribution Theory, Pap Reg Sci, Vol. 5, No. 1, pp. 51-6, 1959
- 5) 内田瑞生, 高森秀司: 移動人口を対象としたロジスティック回帰分析による放射モデルの推定精度向上, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2023

Table 1 Parameter estimation result

Model	Year	Parameter		
		γ_0	γ_1	δ
Exploring opportunities	2015	-1.444	-0.122	1.100
	2020	-1.474	-0.119	1.114
Gravity (power law)	2015	0.111	-0.148	0.962
	2020	0.085	-0.151	0.976
Radiation	2015	2.486	-0.375	0.951
	2020	2.538	-0.398	0.963

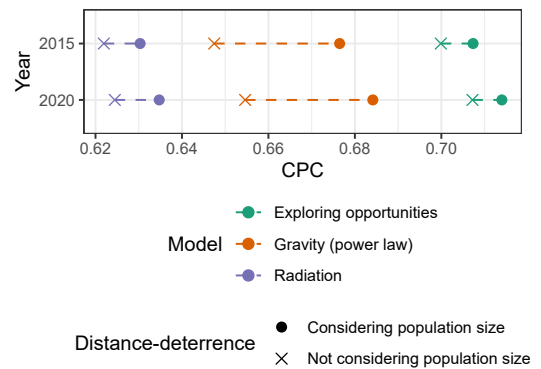


Fig. 1 Model Accuracy Comparison

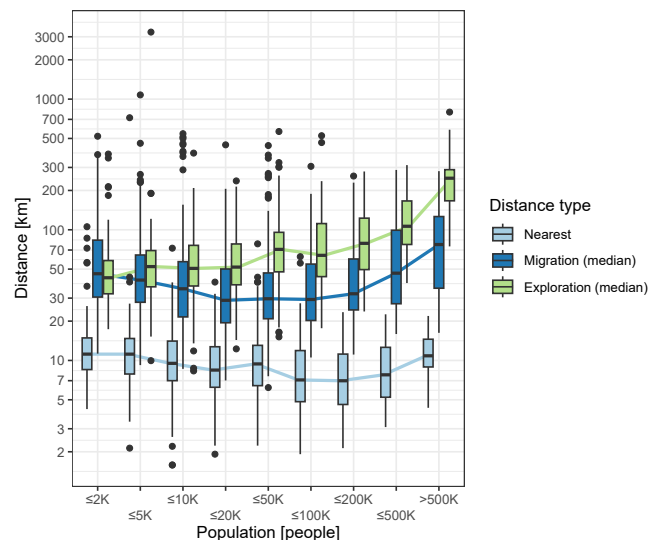


Fig. 2 Median of migration and exploration distances

* 八千代エンジニアリング株式会社

* Yachiyo Engineering Co., Ltd.