

愛知県の人口問題と経済との関係性について

2020SS071 高橋祐月

指導教員：塩濱敬之

1 はじめに

本研究では、愛知県の人口推移に着目し、愛知県の少子高齢化の問題点や人口と経済への関係を明らかにするため、統計ソフト R を用いて 5 年ごとに実施される国勢調査のデータ [1] から愛知県の人口推移について調べる。まず 2010 年、2015 年、2020 年の人口増減率 (人口増減率=過去 5 年間に於ける地域内の人口増減数/5 年前の人口 ×100) のデータを用意した。2010 年は長久手市の人口増加率が 11.9% となり最も人口増加率が高く、続いて日進市、常滑市となっている。また東栄町が最も人口減少率が高く、続いて豊根村、設楽町と人口減少率が高い。2015 年は長久手市の人口増加率が 10.7% となり最も人口増加率が高く、続いて阿久比町、豊山町となっている。また豊根村が最も人口減少率が高く、続いて設楽町、南知多町と人口減少率が高くなっている。2020 年は幸田町の人口増加率が 7.3% となり最も人口増加率が高く、続いて大治町、長久手市となっている。また東栄町が最も人口減少率が高く、続いて設楽町、南知多町と人口減少率が高くなっている。

この結果から、分析期間を通して長久手市の人口増加率が高く、豊根村、設楽町、東栄町の人口減少率が高いことが分かった。また 65 才以上の人口の割合も調べたところ、長久手市は 65 才以上の割合が低く、豊根村、設楽町、東栄町の 65 才以上の人口の割合が高いことが分かった。つまり人口増加率が高い地域ほど高齢者の割合が低く、逆に人口減少率が高い地域ほど高齢化が進んでいること分かる。そこで愛知県内のある地域とその隣接地域で人口推移に空間的な関係性があるかを調べる。

2 空間的自己相関

空間的自己相関とは、ある地域における観測値が、近隣地域における観測値と似た傾向を持つとき、空間的自己相関があるという。空間的自己相関の指標は、大域的なものと同所的なもの 2 種類ある。大域的な指標は、分析対象地域全体の空間的自己相関を測定する。局所的な指標は、分析対象地域における局所的なクラスターの抽出などに用いられる。今回は大域的な指標として Moran I 統計量、局所的な指標としてローカル Moran I 統計量を用いる。

2.1 Moran I 統計量 (Global Moran's I)

Moran I 統計量とは、空間的自己共分散を標準化したものであり、以下のように表される。

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

ここで、 n はサンプル数、 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$ は標準化定数 (重み行列の全要素の和)、 w_{ij} は空間重み行列 W (空間重み行列とは、地域 i と j が隣接している場合 1、隣接していない場合 0 を入れた空間隣接行列を行和で標準化したものを示す) の要素、 z_i は区域 i の属性値、 \bar{z} は平均をそれぞれ意味し、 -1 から 1 の値 (1 に近いことは正の空間的自己相関の存在を示唆し、逆に -1 に近いことは負の空間的自己相関の存在を示唆する) をとる。1960 年～2020 年の 5 年ごとの人口増減率について Moran I 統計量を調べたところ、2005 年のみ p 値が 0.05 を上回ったが、その他はいずれも 0.05 より小さい値で空間的自己相関があることが分かった。

表 1 1960 年から 2020 年 Moran I 統計量

年	1960	1965	1970	1975	1980	1985
p 値	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Moran I	0.27	0.19	0.32	0.32	0.31	0.16
1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
<0.01	<0.01	<0.01	0.11	<0.01	<0.01	<0.01
0.27	0.27	0.46	0.07	0.55	0.46	0.54

2.2 ローカル Moran I 統計量 (Local Moran's I)

ローカル Moran I 統計量は、Moran I 統計量をゾーンごとに分解することで得られる統計量であり、以下の式で定義される。また地理的事象の詳細な分布を厳密に捉える手段として利用することができる。地区 i のローカル Moran I 統計量は以下のように計算される。

$$I_i = \frac{(z_i - \bar{z})}{\sum_{k=1}^n (z_k - \bar{z})^2 / (n-1)} \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_j - \bar{z}),$$

このように I_i は自身の値の平均値からの偏差と、近接する地域における観測値の平均からの偏差との類似度として定義される。つまり、自身の値が近接する地域の値と似通った値を取れば I_i は正の値を取り、異なった値を取れば I_i は負の値を取る。また、周囲の値との間に関連性がないとき、 I_i は 0 に近い値をとる。今回は分析期間を通して、人口増加率が高い長久手市と人口減少率が高い豊根村、東栄町、設楽町に加え人口が多い名古屋市、豊田市についてローカル Moran I 統計量を調べた。図 3 に、1960 年から 2020 年の人口増減率のローカル Moran I 統計量の推移を示した。この図から豊根村、東栄町、設楽町は分析期間を通して常に正の値を示し、周辺地域との関連性が高いことが分かった。また Moran I 統計量と同様に豊根村、東栄町、設楽町は 2010 年～2020 年に他の年と比べて大きな正の値を取り、分析対象全体の空間的自己相関を示す Moran I 統計量に影響を与えていると考えられる。

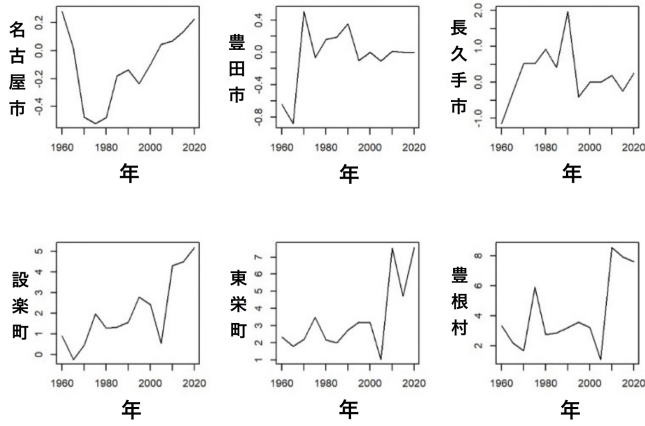


図1 ローカルモラン I 統計量

3 地理データのモデル化

3.1 同時自己回帰モデル (SAR)

同時自己回帰モデル (SAR) とは、地域間の相互作用を考慮しながら政策の影響評価などを行うためのモデルとして、空間計量経済学で広く用いられている。地域ごとに被説明変数 y_i が与えられている。最も基礎的な SAR モデルは以下の式で y_i をモデル化するものである。

$$y_i = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} y_j + \beta_0 + \varepsilon_i \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

β_0 は定数項、 w_{ij} は地域 i と j の近さを表す空間重み、 ρ ($-1 < \rho < 1$) は空間相関の強さを決めるパラメータである。SAR モデルを行列表記すると以下の式となる。

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W} \mathbf{y} + \beta_0 \mathbf{1} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad \boldsymbol{\varepsilon} \sim N(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I})$$

$\mathbf{0}$ はゼロベクトル、 $\mathbf{1}$ は単位ベクトル、 \mathbf{W} は空間重み行列である。SAR モデルは被説明変数、説明変数、誤差項のどれに空間相関を仮定するかによって使用するモデルが異なるが、いずれも SAR モデルの拡張とみなすことができる。以下では、今回使用したデータで最も精度が高い被説明変数の空間相関を考慮した空間ラグモデルを扱う。

3.2 空間ラグモデル (SLM)

表 2 は 2010 年、2015 年、2020 年の空間ラグモデルの実行結果を示したものである。空間ラグパラメータ ρ より、2010 年、2015 年、2020 年の全ての年において被説明変数に正の空間相関があること分かる。また、統計的に有意な結果は得られなかったが、2010 年と 2020 年のみ人口増減率と GDP データとの間に弱い正の相関があることが分かった。

表 2 空間ラグモデル (SLM) 実行結果

	2010	2015	2020
ρ (p 値)	0.73(< 0.01)	0.68(< 0.01)	0.78(< 0.01)
推定値 (p 値)	0.18(0.13)	0.04(0.71)	0.15(0.06)
AIC(SLM)	296.04	300.84	281.87
AIC(線形回帰)	320.32	319.9	312.96
残差の相関 (p 値)	0.6(0.43)	0.18(0.67)	0.07(0.80)

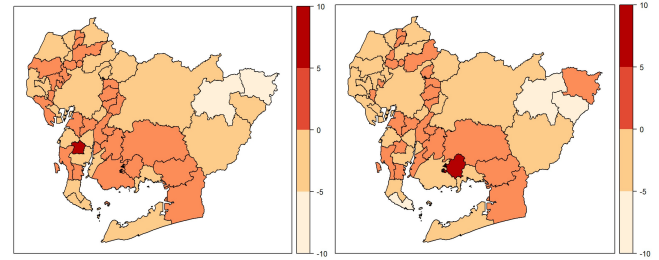


図 2 2015 年と 2020 年の残差の空間分布

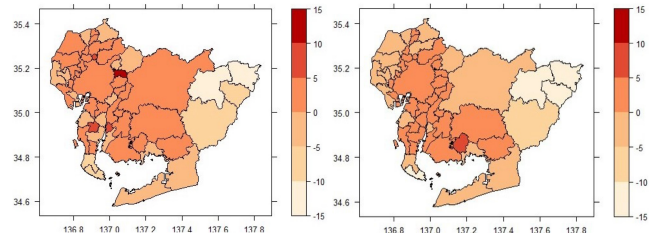


図 3 2015 年と 2020 年の人口増減率の分布

図 2 は 2015 年、2020 年の残差のコロプレス図、図 3 は 2015 年、2020 年の人口増減率のコロプレス図である。どちらの年も分布に明確なパターンがなく、無作為に分布しており、空間的な相関が取り除けていることが分かる。よって空間ラグモデルが適切なモデルであることが分かる。

4 おわりに

本研究の結果第一に、愛知県の市町村ごとの人口増減率データには近隣地点間の類似性があり、空間的に独立でないことが分かった。第二に、人口増減率と GDP データには統計的に有意な結果は得られなかったが、弱い正の相関があることが分かった。第三に、今回扱ったような近隣地点間の類似性があるデータ、つまりデータが空間的に独立でない場合、同時自己回帰モデルなどの空間的自己相関を考慮したモデルを選択することでより精度の高い推定が可能となることが分かった。今回は愛知県に限りて研究を行ったが、明らかに経済的な差のある発展途上国と先進国の人口増減データや経済のデータを比較することで人口増減の要因を明らかにしていくことができるのではないかと考える。

参考文献

- [1] 昭和 35 年～令和 2 年国勢調査結果 . https://www.e-stat.go.jp/stat-search/database?page=1&itoukei=00200521&result_page=1. (最終閲覧日 2023/05/29)
- [2] 村上大輔:『R ではじめる地理空間データの統計解析入門』. 講談社, 東京, 2022 .
- [3] 「空間相関」の考え方を整理してみた . https://qiita.com/purple_jp/items/13c9ec6b45e26b555978 . (最終閲覧日 2024/01/20)