

2022年度 統計データ分析コンペティション
審査員奨励賞 [大学生・一般の部]

市町村予算から見る社会増減の時系列要因分析

佐々木 孝広、鈴木 真生、横井 智広、
山下 俊介、片岡 龍太郎
(株式会社日経リサーチ ソリューション本部)

市町村予算から見る社会増減の時系列要因分析

佐々木 孝広・鈴木 真生・横井 智広・山下 俊介・片岡 龍太郎
(株式会社日経リサーチ ソリューション本部)

1. 研究のテーマと目的

2022年4月1日、人口減少が進む「過疎地域」に65の市町村が追加され計885市町村となり、全国(東京23区を除く)の半数を超えた⁽¹⁾。過疎地域が全市町村の半数を超えたのは、過疎に関する法律が制定された1970年以来初めてのことである。「過疎対策の現況」⁽²⁾によると、過疎地域の人口は全国の8.2%にすぎないが、過疎地域の面積は国土の約6割を占めている。地方の人口減少は行政サービスの維持ができなくなるのに加え、地域コミュニティの衰退や農林水産業の担い手不足など、数多くの問題を引き起こす。また、人口の移動について、「情報通信白書」⁽³⁾では、2003年から2013年までの就業者数は東京圏のみ著しく増加しており、その原因として魅力的な就業機会が地方に不足していることをあげている。より良い就業先を求めて若者が東京圏に移動すると、働き手の不足が起こり、地方の行政サービスの悪化や農林水産業などの生産機能の悪化につながるため、都市圏への人口流入は是正される必要がある。

人口増減は、自然増減と社会増減の二つに分類される。自然増減は死亡数と出生数の差、社会増減は流出数と流入数の差によって表され、出生数が死亡数よりも多い場合は自然増、流入数が流出数よりも多い場合は社会増となる。自然増減の現状について人口動態統計月報年計⁽⁴⁾をみると、出生数は1949年の269万人をピークに、2016年以降は100万人を下回り、2021年に過去最少の81万人を記録した。一方、死亡数は1966年の67万人から増加傾向となり、2020年には11年ぶりに減少したが、2021年は統計上最大の143万人を記録している。次に社会増減について、2020年から2021年の都道府県別の転入状況を見ると⁽⁵⁾、転入超過となっているのは東京都、神奈川県、大阪府、福岡県といった都市圏10都府県で、残り37県は転出超過が起きている。

人口の社会増減を扱った先行研究には、次のようなものがある。鎌田ら⁽⁶⁾は将来の人口増加率に対する寄与度を年齢構造要因・出生要因・死亡要因・移動要因の4つの要因に分解し、各要因の影響を定量的に分析した。その結果、人口増加率に対して、年齢構造要因のマイナスの寄与が最も大きく、大都市圏では移動要因がプラスに、非大都市圏ではマイナスに寄与することで人口の動きがより大きくなることを示した。森尾ら⁽⁷⁾はライフステージに着目して都道府県間の人口移動を分析し、進学・就職時の移動が多いこと、高齢者の移動が増加しており、第一次ベビーブーム世代の定年退職によりさらに増加する可能性があることを示した。中村ら⁽⁸⁾は全国の市町村の人口動態について、自然増減・社会増減、婦人子ども比、純移動率を使って分析を行い、地方の人口減少は地方からの人口流出の影響が大きいことを指摘した。張ら⁽⁹⁾は人口移動の要因を都道府県別に時系列分析し、地方からの転出が顕著な若年層と他の層とでは影響要因が異なることなどを明らかにした。高取⁽¹⁰⁾は愛知県の年齢階層ごとの社会増減と空間データを用いて分析を行い、子育て世帯、若者・働き手、高齢者の3つに分類した年齢階層ごとに、各種施設の充実度が社会増に影響を与えることを示した。

この他にも人口の社会増減を扱った先行研究は数多くあるが、先行研究には次のような課題がある。

① 同じ都道府県内の市町村間での分析が少ない

先行研究では市町村単位で研究を行ったものが少なく、同じ都道府県の市町村間の違いを扱っている研究が少ない。

② 要因を網羅的に分析できていない

人口の社会増減に注目し、その要因を明らかにすることを目的とした研究はあるものの、説明変数とし

て扱ったものはデータが手に入るものに限られ、同じ粒度で網羅的に分析ができていない。例えば、病院数などデータを手に入れるようなものは扱われているものの、コンビニの数やスーパーの数等、入手が難しいデータを使った分析は行われていない。

③ 人口の社会増減の要因としてあげられているものが、自治体が操作できないものが多い

人口の社会増減の要因として使われている説明変数に、自治体が操作することができないものが用いられている場合が多く、研究成果をもとに自治体が人口の社会増に向けた施策をとることが難しい。

これらの課題に対して本研究では、市町村の単位で網羅的に扱え、自治体が操作可能な説明変数として、自治体の予算に注目して分析を行った。具体的には、自治体の各種予算と人口の社会増減の関係に注目し、人口増を実現している自治体を類型化する。自治体によって、周囲の自治体との関係性や地理的状況など環境には違いがあり、ある単一の施策がすべての自治体に効果があるわけではないことは想像に難くない。人口増を実現している自治体を類型化することで、自治体のパターンによって効果のある施策を示すことを目的に分析を行う。

2. 分析の手順と方法

本節では、本研究で用いた分析手順と分析方法について述べる。

2.1 分析手順

まず、分析手順の概略について述べる。本研究では、市町村別に時系列モデルを作成して、各予算項目の社会増減への寄与度を算出した後に、その結果を合算し、主成分分析を適用して各予算項目の寄与度の特徴把握をおこなった。

2.2 分析方法

次に、使用した分析方法と本研究での適用方法について述べる。

2.2.1 時系列解析モデル(Prophet)

市町村別の時系列解析モデルには、Prophet と呼ばれる機械学習モデル⁽¹¹⁾(Taylor & Letham, 2018)を用いた。Prophet のモデル式としては、(1)で表される加法モデルが幅広く利用されている。

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + z(t) + \varepsilon(t) \quad (t = 1, 2, \dots, T) \quad (1)$$

ここで、 $y(t)$ は時刻 t における目的変数の値を表す。右辺の各項はそれぞれ、 $g(t)$ はトレンドを表す項、 $s(t)$ は周期変動を表す項、 $h(t)$ はイベント効果を表す項、 $z(t)$ は外部変数による効果を表す項、 $\varepsilon(t)$ は誤差項である。Prophet は、目的に合わせた柔軟なモデリングが可能であり、ドメイン知識を考慮しやすく、予測結果を解釈しやすいという利点がある。⁽¹²⁾

本研究では、社会増減の変動をそれ自身の長期的なトレンドと予算項目からの寄与に分解し、各市町村の特徴を把握することを目的としているため、(1) のモデル式から周期変動を表す $s(t)$ とイベント効果を表す $h(t)$ を除外したモデルを採用した。また、各予算が社会増減に加法的に寄与していると仮定したとき、 x_{it} を時刻 t に予算項目 i として計上された経費とすると、 $z(t) = \sum_{i=1}^I \beta_i x_{it}$ ($i = 1, \dots, I$) と表される。ここで、 β_i は項目 i の社会増減への寄与度を表すパラメータである。よって、本研究で使用したモデルは(2)のように表すことができる。

$$y(t) = g(t) + \sum_{i=1}^I \beta_i x_{it} + \varepsilon(t) \quad (2)$$

2.2.2 主成分分析

主成分分析は、多次元データが持つ情報をできるだけ失わずに低次元空間に縮約する方法である。⁽¹³⁾ 本研究では、市町村ごとに(2)の時系列解析モデルから得られた、各予算項目の社会増減への寄与度の特徴を把握するために、主成分分析を利用した。(2) で市町村 j ($j = 1, \dots, J$) について得られた寄与度のパラメータベクトルを $\beta_j = (\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jI})$ とする。対象とした J 個の市町村のパラメータベクトル β_1, \dots, β_J を縦結合した $J \times I$ の行列 β を特徴行列とみなし、この行列に主成分分析を適用する。

3. 使用データについて

本節では、本研究で使用したデータの概要や分析にあたっての加工方法について述べる。

3.1 使用する時系列データ期間と分析対象市町村

本研究で使用する時系列データは、2000年～2019年の20年分のデータを対象とした。また、分析対象の市町村は、関西地区で2019年まで直近5年連続転入超過となっていた15市町村を対象とした。具体的には、草津市、守山市（以上、滋賀県）、大山崎町、木津川市、京田辺市（以上、京都府）、池田市、大阪市、大阪狭山市、吹田市、豊中市（以上、大阪府）、広陵町（奈良県）、上富田町、日高町（以上、和歌山県）である。

3.2 社会増減率

本研究で目的変数とする社会増減は、一般的には転入者数と転出者数の差のことを指すが、これは市町村の規模に大きく依存するため、分析するにあたっては、都道府県別社会増減率⁽¹⁴⁾を参考に、以下の(3)で表されるように転入者数と転出者数の差をその年の人口で割った数に1000を掛けた数値を各市町村の社会増減率とみなし、目的変数とした。

$$\text{社会増減率} = \frac{\text{転入者数} - \text{転出者数}}{\text{人口}} \times 1000 \quad (3)$$

ここで、各年の転入者数や転出者数、人口は住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査⁽¹⁵⁾の【日本人住民】市区町村別人口、人口動態及び世帯数から取得した。今回対象とした15市町村の社会増減率の時系列推移は、以下の図1ようになる。

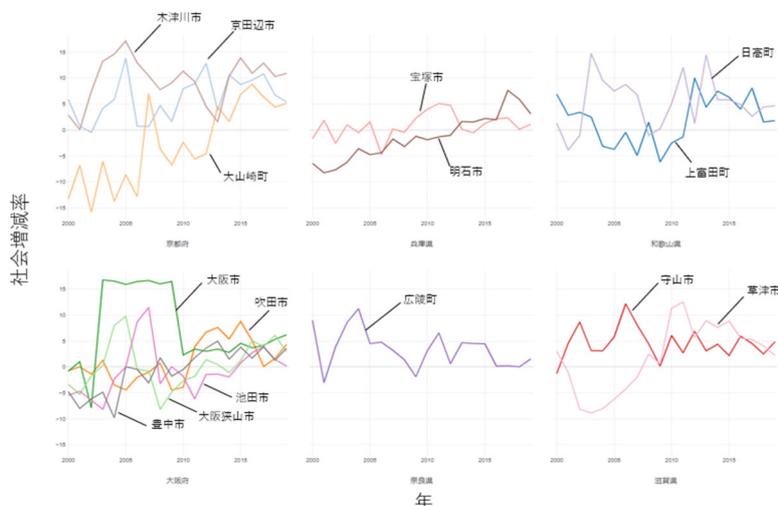


図1：社会増減率の時系列推移(2000年～2019年)

3.3 予算項目

説明変数として採用した予算項目のデータは、SSDSE-A-2022 市町村データセット及び e-stat の都道府県・市町村のすがた(社会・人口統計体系)⁽¹⁶⁾から取得した。このデータは、地方財政状況調査の結果に基づいており、予算の執行を通して自治体がどのように行政運営をおこなったかを見ることができる。具体的な予算項目の区分については、地方財政状況調査の目的別歳出の会計区分を採用した。このうち民生費は、「地域住民の一定の生活水準の維持・向上を目的とした経費」であり、社会増減率に直接的な影響があると考えられるため、さらに細分化した社会福祉費、老人福祉費、児童福祉費、生活保護費、災害救助費という項目を変数として用いた。また、市町村の規模による影響を排除するため、各予算項目で計上された経費を各市町村の人口で割った住民一人当たりへの経費を外部変数(x_t)として時系列モデルに組み込んだ。

以下の表 1 は、各予算項目の概要⁽¹⁷⁾及び分析対象データ(15 市町村×20 年間)の要約統計量をまとめたものである。

表 1：各予算項目の概要と要約統計量

予算項目名	概要	平均	標準偏差	最小	最大
議会費	議員の給与や議事堂建設費など議事運営に必要な経費	3.70	2.23	0.87	11.16
総務費	各種の行政活動に共通的な管理費	46.29	19.46	25.44	169.94
民生費	地域住民の一定の生活水準の維持ないしは向上を目的とした経費	119.85	45.57	47.03	289.65
社会福祉費	民生費のうち、重い病気をもった方々などへの支援のための経費	31.60	10.82	13.22	65.38
老人福祉費	民生費のうち、老人医療費など高齢者福祉のための経費	22.76	7.09	10.02	50.67
児童福祉費	民生費のうち、子育てをしている方々への支援のための経費	45.91	15.44	17.88	83.76
生活保護費	民生費のうち、生活に困っている方々への支援のための経費	19.51	26.58	0.00	125.39
災害救助費	民生費のうち、災害見舞金や地域の防災力向上のための経費	0.07	0.48	0.00	6.98
衛生費	医療対策、衛生対策、ごみ処理施設などの整備運営に要する経費	34.62	12.71	19.70	104.18
労働費	職業訓練や失業対策などのための経費	0.99	1.51	0.00	19.12
農林水産業費	生産基盤の整備や農用地及び漁場等の汚染対策等に要する経費	8.71	19.41	0.03	120.50
商工費	工業団地の建設、観光施設の整備等に要する経費	5.87	10.91	0.50	59.65
土木費	道路や住宅、各種公共施設などの建設、整備のために要する経費	46.09	27.47	8.78	198.37
消防費	災害を防除し、被害を軽減するための経費	14.51	5.16	8.25	39.90
教育費	教育施策に要する経費	44.42	14.02	25.60	125.64
災害復旧費	災害により種々の施設が被災した被害の復旧に要する経費	0.73	2.74	0.00	33.77
公債費	地方債の元利償還金、一時借入金利子の支払い及び地方債の発行に伴う費用に要する経費	42.66	16.82	13.86	113.72

4. データ分析の結果

本節では、市町村ごとの時系列解析による結果とそれをまとめたデータに主成分分析を適用した結果について述べる。

4.1 Prophet による時系列解析結果

まず、市町村別に作成した時系列モデルによって推定された各予算項目のパラメータの結果とその解釈について述べる。以下の表 2 は、市町村別の予算項目のパラメータの一覧である。パラメータの値が正である場合、社会増減率を向上させるのに寄与している変数であり、負の場合は低下させるのに寄与している変数である。

表 2：社会増減率への予算項目の寄与度パラメータ(市町村別)

	議会費	総務費	社会福祉費	老人福祉費	児童福祉費	生活保護費	災害救助費	衛生費	労働費	農林水産業費	商工費	土木費	消防費	教育費	災害復旧費	公債費
草津市	0.14	0.10	-0.41	-0.16	2.07	0.69	-0.26	-0.06	-0.07	-0.21	0.19	-0.49	-0.32	-0.26	0.07	-0.11
守山市	-0.02	-0.08	0.03	0.22	-0.05	0.18	-0.06	-0.12	-0.01	0.09	-0.10	-0.16	0.04	-0.10	0.00	0.27
京田辺市	-0.46	-0.61	-0.15	-0.22	-0.07	0.42	0.48	0.22	0.10	0.63	0.10	0.55	-0.15	0.24	0.52	-0.22
木津川市	0.67	-0.48	1.62	-1.40	-0.40	-0.85	0.19	0.12	-0.64	0.01	-0.90	0.15	-0.14	0.02	-0.06	-0.05
大山崎町	-0.05	0.15	-0.18	-0.08	-0.62	0.00	0.20	0.33	0.16	0.00	0.05	0.09	-0.19	-0.05	-0.19	0.05
大阪市	-0.68	0.07	-1.19	1.40	-1.60	1.05	0.07	-0.45	0.09	-0.28	-0.90	0.89	0.38	0.00	0.31	-0.66
豊中市	-0.03	-0.05	-0.84	0.35	-0.62	1.54	-0.18	0.19	-0.16	0.18	-0.39	0.64	-0.16	-0.01	-0.05	-0.31
池田市	0.53	0.84	0.15	-7.42	2.07	0.94	0.34	-0.20	0.11	0.66	-0.01	-1.04	0.56	-0.68	0.68	-1.11
吹田市	-0.03	0.05	0.14	0.12	0.13	-0.56	0.22	-0.12	-0.07	-1.46	0.18	0.12	0.10	-0.35	-0.02	1.13
大阪狭山市	-0.17	0.81	0.47	-1.51	4.30	-0.77	0.31	-0.21	-0.84	-0.62	-0.39	0.18	-0.65	-0.18	-1.32	-0.18
明石市	-0.25	-0.02	0.94	-1.45	0.75	0.15	0.12	0.37	0.33	-0.06	-0.02	0.21	-0.13	-0.24	0.11	-0.50
宝塚市	-0.16	0.21	1.31	2.32	0.89	-0.72	0.49	0.11	-0.55	-1.00	0.46	-0.71	0.18	-0.25	-0.22	0.39
広陵町	0.01	0.05	0.21	-0.06	-0.18	0.00	0.04	0.05	0.00	0.04	0.03	-0.26	-0.03	-0.15	-0.08	-0.10
日高町	0.35	-0.38	0.34	0.29	-0.54	0.00	-0.15	-0.06	0.24	0.02	0.12	0.24	0.20	-0.12	0.13	0.47
上富田町	-0.14	0.25	0.14	0.25	0.47	0.00	0.00	-0.04	-0.27	-0.05	-0.10	-0.17	0.10	0.12	0.16	0.40

表 2 より、木津川市、宝塚市の社会福祉費、大阪市や宝塚市の老人福祉費、草津市や池田市、大阪狭山市の児童福祉費、豊中市の生活保護費などの項目が社会増減率に大きく正の寄与があることがわかる。

4.2 主成分分析結果

先ほどの表 2 で表される市町村×予算項目の寄与度の特徴行列 β に主成分分析をおこなった結果について述べる。主成分数に関しては、第 3 主成分までで累積寄与率が約 88%であったことから 3 を選択した。図 2 は、主成分分析結果のパイプロットであり、表 3 は、各予算項目の主成分負荷量をまとめたものである。

表 3：予算項目の主成分負荷量

項目名	PC1	PC2	PC3
議会費	-0.17	-0.01	0.18
総務費	-0.23	0.15	-0.14
社会福祉費	-0.13	0.35	0.58
老人福祉費	2.11	0.43	-0.16
児童福祉費	-0.92	1.05	-0.38
生活保護費	-0.07	-0.49	-0.46
災害救助費	-0.06	0.06	0.07
衛生費	0.03	-0.01	0.07
労働費	0.01	-0.23	-0.03
農林水産業費	-0.21	-0.35	-0.06
商工費	0.00	0.11	0.02
土木費	0.27	-0.15	-0.11
消防費	-0.02	-0.16	0.07
教育費	0.14	-0.03	-0.01
災害復旧費	-0.04	-0.35	0.05
公債費	0.30	0.22	0.20

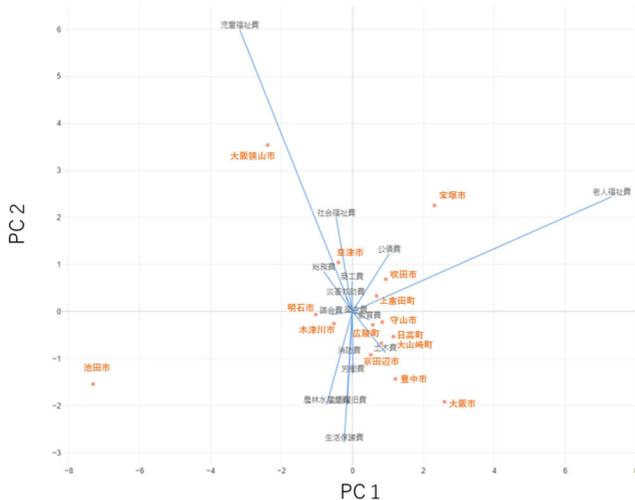


図 2：主成分分析結果のパイプロット

表 3 より、社会福祉費、老人福祉費、児童福祉費、生活保護費の 4 項目が社会増減率に寄与している特徴的な項目であることがわかる。また、図 2 より、第 1 主成分は老人福祉費と児童福祉費によって主に構成されており、また、それぞれ逆向きの符号となっていることから、どのライフステージの住民に経費をかけることが、社会増減率に寄与しているかを表す尺度であると解釈できる。また、第 2 主成分

は、児童福祉費の値が大きく、生活保護費の値が小さくなっていることから、どのような生活水準の住民に経費をかけることが、社会増減率に寄与するかを表す尺度と解釈できる。

5. 結果の解釈

ここで、大阪市、池田市、大阪狭山市、宝塚市4市について、令和2年国勢調査の結果も用いながら、簡単に概観してみる。

大阪市は言わずと知れた、東京に次ぐ、日本の経済・行政の中心地である。大阪市を除く3市はJRや私鉄等の鉄道網が整備されており、図3「昼夜間人口比率」⁽¹⁸⁾からもわかる通り、大阪市や神戸市、堺市など周辺大都市のベッドタウンとして位置づけられる。大阪市を除く3市は夫婦と子供から成る世帯が多い点(図4「全世帯に占める夫婦と子供から成る世帯の割合」⁽¹⁸⁾)や、生産年齢人口比率が全国よりも低い点(図5「年代別人口構成比」⁽¹⁷⁾参照)等、立地や人口の構成等、一見すると似たような傾向を示している。

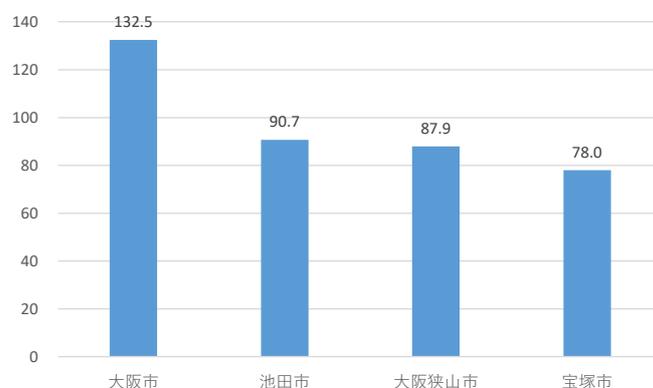


図3 昼夜間人口比率

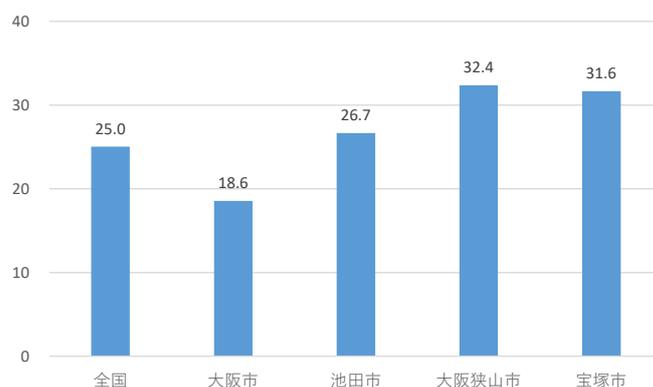


図4 全世帯に占める夫婦と子供から成る世帯の割合

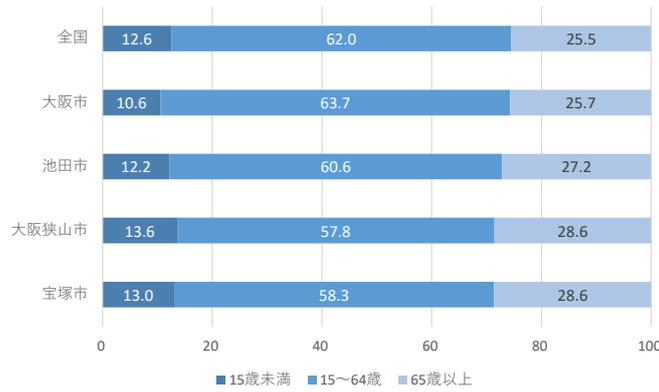


図5 年代別人口構成比

本研究では、人口の社会増を実現している自治体の各種予算と社会増減の関係に注目し、類型化を行った。その結果、予算項目では福祉に関わる費用の影響が大きく、中でも児童福祉費の影響が大きい自治体と老人福祉費の影響が大きい自治体に分類された。このことから、自治体によって影響の大きい予算に違いがあることがわかり、同じような施策をとることではなく、自らの特徴に合わせた予算配分が必要なが示唆された。

一方で本研究の限界として、次の点が挙げられる。まず1点目は分類された自治体の特徴を人口や環境など予算ではない側面から定量的にとらえることができていない点だ。分類を人口や環境などの定量的な情報からも説明できれば、各自治体がどのようなタイプに分類されるか自ら確認し予算配分の参考にすることができるため、今回の分類を別の定量的なデータの違いとしても読み解くということが必要になる。

2点目は限られた自治体の分析にとどまっている点である。今回は日本全国の自治体ではなく、限られた範囲の自治体に絞って分析を行った。全自治体でも今回の分類が当てはまるかは今後確認が必要になる。

3点目は人口増減の中でも、日本人の社会増減のみを対象として分析した点である。人口増を目指すのであれば自然増や外国からの流入なども重要である。今後はこれらの増減を目的変数とした分析も必要となる。

昨今、日本の少子高齢化に伴う人口減少に加え、都心への人口流入の傾向が強まり、地方の人口減少は深刻な問題となっている。そんな中、地方の人口を増やすためには何をすべきかという視点でのデータ分析は重要度を増しており、本研究の課題を解決するとともに、さらに深く分析を進めていきたい。

参考文献

- (1) NHK : “「過疎地域」初めて全国の半数を超え 885 市町に “(2022 年 8 月 29 日最終閲覧)
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220401/k10013562541000.html>
- (2) 総務省 : 令和 2 年度版過疎対策の現況 (2022 年 8 月 29 日最終閲覧)
https://www.soumu.go.jp/main_content/000807029.pdf
- (3) 総務省 : 平成 27 年版情報通信白書 | 人口流出の背景 (2022 年 8 月 29 日最終閲覧)
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc231120.html>
- (4) 令和 3 年 (2021) 人口動態統計月報 (概数) の概況 (2022 年 8 月 29 日最終閲覧)
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai21/dl/kekka.pdf>
- (5) 総務省 住民基本台帳人口移動報告 (2022 年 8 月 29 日最終閲覧)
<https://www.stat.go.jp/data/idou/2021np/jissu/pdf/all.pdf>
- (6) 鎌田健司、小池司朗、菅桂太、山内昌和 : “都道府県別に見た将来の人口増加率の要因分解”、人口問題研究、Vol. 76 no. 2、pp. 240-264 (2020).
- (7) 森尾淳、杉田浩 : “ライフステージに着目した地域間人口移動の変化分析と地域活性化政策の方向性”、土木計画学研究・論文集、Vol. 25 no. 1、pp. 193-200 (2008).
- (8) 中村江、石田東生 : “市町村の人口動態と地域活性化についての考察”、第 52 回土木計画学研究発表会・講演集、pp. 635-644 (2015).
- (9) 張峻屹、瀬谷創、兼重仁、力石真 : “都道府県間人口移動の影響要因の経年的分析-空間的文脈依存性を持つ選択モデルに基づく分析-”、地理化学、Vol. 71 no. 3、pp. 118-132 (2016).
- (10) 高取千佳 : “人口社会増減と空間指標の関連分析”、都市計画論文集、Vol. 53 no. 3、pp. 392-399 (2018).
- (11) Taylor, S, J. & Letham, B : Forecasting at scale、*The American Statistician*、Vol. 72 no1、pp. 37-45 (2018).
- (12) 小倉博行、馬奈木俊介 : 電力市場価格を含む最大電力需要予測モデルの検討 ～回帰因子を追加した時系列分析～、電子情報通信学会技術研究報告、信学技報、(2021).
- (13) 小西貞則 : 多変量解析入門、岩波書店、(2010).
- (14) e-stat 政府統計の総合窓口. 人口推計 / 2019 年 10 月 1 日現在人口推計、https://www.e-stat.go.jp/stat-search/database?page=1&layout=dataset&toukei=00200524&bunya_1=02&tstat=000000090001&statdisp_id=0003412321&result_page=1.
- (15) e-stat 政府統計の総合窓口. 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査.
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200241&tstat=000001039591>
- (16) e-stat 政府統計の総合窓口. 都道府県・市区町村のすがた (社会・人口統計体系). 市区町村データ. <https://www.e-stat.go.jp/regional-statistics/ssdsview/municipality>.
- (17) e-stat 政府統計の総合窓口. 都道府県・市区町村のすがた (社会・人口統計体系). 項目定義 D 行政基盤. https://www.e-stat.go.jp/koumoku/koumoku_teigi/D.
- (18) e-stat 政府統計の総合窓口. 令和 2 年国勢調査. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001136464&cycle=0&year=2020&month=24101210&tclass1=000001136466>