

2019年度 統計データ分析コンペティション

優秀賞（大学生・一般の部）

我が国における人口増減の決定要因

竹内 太郎（大阪大学医学部）

論文の概要

都道府県の人口増減について決定要因を探るため、教育、健康・医療分野の指標を説明変数として回帰分析を行った。その結果、高等学校卒業者の進学率、一般診療所数、医師数の増加などが人口増加に影響しているとの結果を得ており、人口減少を克服するための政策立案の基礎資料として提案している。

論文審査会コメント

変量効果モデルを用いて、人口増減に与える要因を示しており、解釈も明確であり、十分な実証技術を示した論文として評価された。一方で、当該分野には変数間の因果関係についても様々な先行研究が存在する。それらを参考にすることで、論文の考察や結論を発展させることが期待できる。

我が国における人口増減の決定要因

竹内太郎*

*1: 大阪大学医学部医学科 5 年

1. 研究背景・研究目的

日本における人口減少は社会的な問題である。2010 年の国勢調査において 1 億 2806 万人であった我が国の総人口は、2060 年には 8674 万人に減少すると推計されている^[1]。

人口減少は、次の 3 段階に分けて捉えることができる^[1]。第 1 段階：若年人口は減少するが、高齢者は増加する時期、第 2 段階：若年人口の減少が加速するとともに、高齢者人口が微減へと転じる時期、第 3 段階：若年人口の減少がより一層加速化し、高齢者人口も減少する時期、の 3 つである。日本は今、第 1 段階にあるが、やがて第 2 段階に転じることが予想されている。若年人口は一貫して減少しており、今後その傾向はますます顕著になると予想されている。一方、老年人口割合（65 歳以上人口）は増加し続けており、2060 年にはおよそ 40% に達すると推計されている^[1]。

人口減少がもたらす影響は、経済、地域社会、財政等広範にわたる^[1]。経済面では、老年人口の増加に伴い就業者数が減少し、経済成長が停滞することが懸念されている^{[2][3]}。地域社会では、労働人口減少や消費の停滞により地域経済社会の減少が懸念されている^[1]。社会保障では、社会保障の担い手である生産年齢人口が減少することで、社会保障や財政維持が困難になることが懸念されている。

以上のように、人口減少が日本社会にもたらす影響は広範にわたり、人口減少を克服するための効果的な政策の立案が必要である。これまで、医療、教育、労働、財政基盤といった各分野の諸要因の変動が人口増減にどのような影響を与えるかについては分析されてきたが、多くは単年度のデータを用いた解析であった。しかし、こうした社会的要因は時間の経過に従って変化するため、複数年度のデータをまとめて各要因の経時的変化も考慮した解析を行うことで、因果関係を特定し、人口増減に影響を与える要因を検討することが可能であると考えられる。

本研究では、若年者と特に関わりの深い、教育、健康・医療の 2 分野に関わる諸社会生活統計指標を説明変数、人口増減率を被説明変数として、2005 年度から 2016 年度までの 12 年間の、全国 47 都道府県の統計データを用いてパネルデータ分析を行った。教育・医療の観点から日本における人口減少の決定要因について考察し、人口減少克服の取り組みに貢献することを目的とする。

2. 方法

2005 年度から 2016 年度までの 12 年間の、全国 47 都道府県の統計データを用いて、被説明変数を人口増減率、説明変数を 15 の社会生活統計指標として、パネルデータ分析を行った。説明変数に含める社会生活統計指標は、教育、健康・医療の 2 分野から選択した。教育の分野からは幼稚園数・小学校数・中学校数・高等学校数・大学数・中学校卒業生進学率・高等学校卒業生進学率、健康・医療の分野からは一般病院数・一般診療所数・歯科診療所数・精神科病院数・医師数・歯科医師数・看護師/准看護師数をそれぞれ用いた。また、老年人口割合も説明変数に含めることで、高齢化の影響を調整した。政府統計の総合窓口（e-Stat）からの上記変数のデータ抽出方法については、次項（3. データの概要）で述べる。

パネルデータ分析では、 Y_{it} を第 i ($i = 1, 2, \dots, 47$) 都道府県の t ($t = 2005, 2006, \dots, 2017$) 年度における人口増減率、 $X_{j,it}$ ($j = 1, 2, \dots, 15$) をその説明変数として、以下のような重回帰分析を行った。

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^{15} \beta_j X_{j,it} + u_i + \epsilon_{it}$$

β_j は回帰係数、 u_i は都道府県毎に異なる individual effect を表し、 u_i を定数とみなす固定効果モデル、 u_i を確率変数とみなすランダム効果モデルの両方を当てはめ、検討した。 ϵ_{it} は誤差項であり、互いに独立に正規分布に従っているものとする。ランダム効果モデルの推定では、「帰無仮説：ランダム効果は存在しない、対立仮説：ランダム効果が存在

する」とする仮説検定 (Breusch-Pagan の LM 検定) を行った。また、ランダム効果と説明変数の間の相関を検定するために、「帰無仮説：ランダム効果と説明変数は無相関、対立仮説：ランダム効果と説明変数は無相関でない」とする仮説検定 (ハウスマン検定) を行った。

統計解析は、Stata/MP 15.0 で行った。仮説検定は有意水準 5% で行った。

3. データの概要

被説明変数である人口増減率については、SSDSE-2019B (教育標準用データセットの都道府県・時系列データ) に含まれる、2005-2016 年度の各年度の出生数、死亡数、転入者数、転出者数、日本人人口を元に算出した。人口増減率は、自然増減率と社会増減率の和で表される。自然増減率と社会増減率は、それぞれ次のように求められる。

$$\text{自然増減率} = (\text{出生数} - \text{死亡数}) / \text{日本人人口} * 1000$$

$$\text{社会増減率} = (\text{転入者数} - \text{転出者数}) / \text{日本人人口} * 1000$$

説明変数である 15 の社会生活統計指標については、47 都道府県の 2005-2016 年度のデータを、SSDSE-2019B または e-Stat から入手した。各社会生活統計指標のデータのコード、項目の説明、データの出自を、以下の表 1 に示す。

表 1 説明変数として投入した社会生活統計指標一覧

分野	項目名	コード	項目の説明	出典データ
人口・世帯	老年人口割合 (65歳以上人口割合)	A03503	老年人口 (65歳以上) の、対総人口割合	国勢調査、 人口推計
教育	幼稚園数 (3-5歳人口10万人あたり)	E0110104	学校教育法に規定する幼稚園数	学校基本調査
	小学校数 (6-11歳人口10万人あたり)	E0110101	学校教育法に規定する小学校数	
	中学校数 (12-14歳人口10万人あたり)	E0110102	学校教育法に規定する中学校数	
	高等学校数 (15-17歳人口10万人あたり)	E0110103	学校教育法に規定する高等学校数	
	大学数 (人口10万人あたり)	E0610102	学校教育法に規定する大学数	
	中学校卒業者進学率	E09401	中学校卒業者のうち高等学校等への進学者の割合	
	高等学校卒業者進学率	E09402	高等学校卒業者のうち大学等への進学者の割合	
	健康・医療	一般病院数 (人口10万人あたり)	I0910103	
一般診療所数 (人口10万人あたり)		I0910105	医業又は歯科医業を行う場所(歯科医業のみは除く)であって、 患者を入院させるための施設を有しないもの又は19人以下の 患者を入院させる施設を有するものの数	
歯科診療所数 (人口10万人あたり)		I0910106	歯科医業を行う場所であって、患者を入院させるための 施設を有しないもの又は19人以下の患者を入院させる施設 を有するものの数	
精神科病院数 (人口10万人あたり)		I0910107	精神病床のみを有する病院の数	
医療施設に従事する医師数 (人口10万人あたり)		I0920101	医療施設医師数/総人口	医師・歯科医師・ 薬剤師調査
医療施設に従事する 歯科医師数 (人口10万人あたり)		I0920201	医療施設歯科医師数/総人口	
医療施設に従事する 看護師・准看護師数 (人口10万人あたり)		I0920301	(看護師数+准看護師数(医療施設従事者))/総人口	

4. 結果

説明変数として投入した 15 個の変数間の相関係数を、巻末 (8 ページ) の補表 2 に示す。教育分野では、幼稚園数・小学校数・中学校数・高等学校の間に強い相関が認められた。老年人口割合と大学数・高等学校卒業者進学率の間には負の相関が見られた一方、老年人口と小学校数・中学校数・高等学校数の間には正の相関が認められた。

説明変数として投入した 15 個の変数の経年変化 (全国平均値の推移及び標準偏差) を、3-4 ページの図 1-(a)~(o) に示す。12 年間で、全国的に概ね増加傾向にあったのは老年人口割合、人口 10 万人あたりの大学数・一般診療所数・歯科診療所数・医師数・歯科医師数・看護師/准看護師数であった。人口 10 万人あたりの幼稚園数・小学校数・中学校数・高等学校数は、2009 年度頃を境に減少傾向に転じていた。人口 10 万人あたりの一般病院数は、12 年間ほぼ一貫して減少傾向であった。

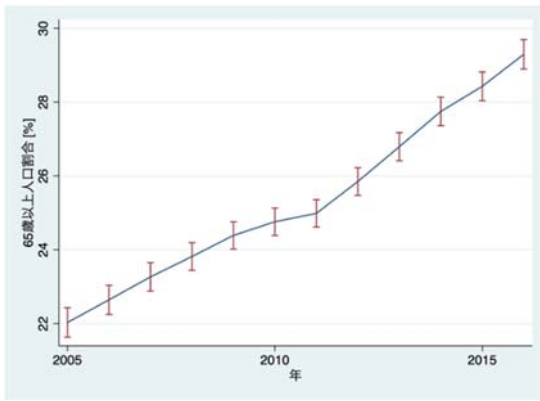


図1-(a) 老年人口割合の経年変化

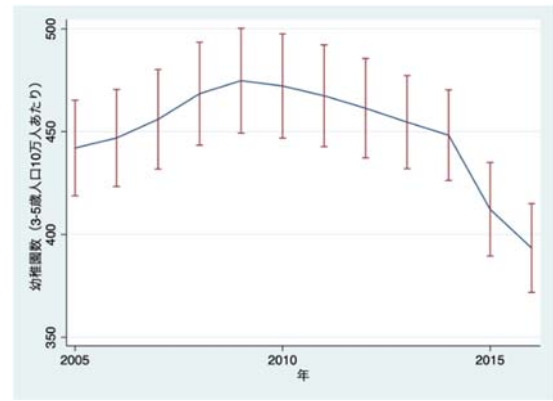


図1-(b) 3-5歳人口10万人あたり幼稚園数の経年変化

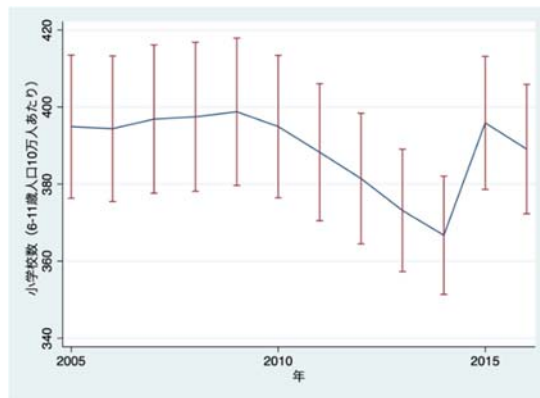


図1-(c) 6-11歳人口10万人あたり小学校数の経年変化

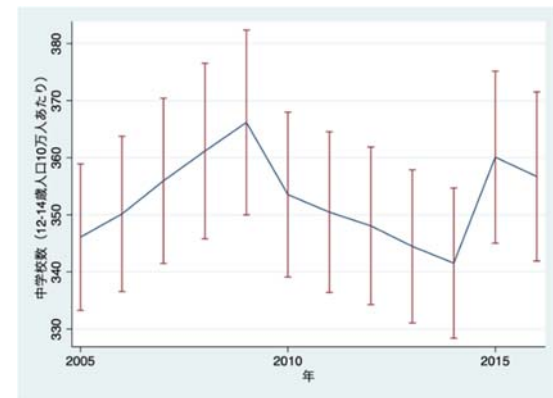


図1-(d) 12-14歳人口10万人あたり中学校数の経年変化

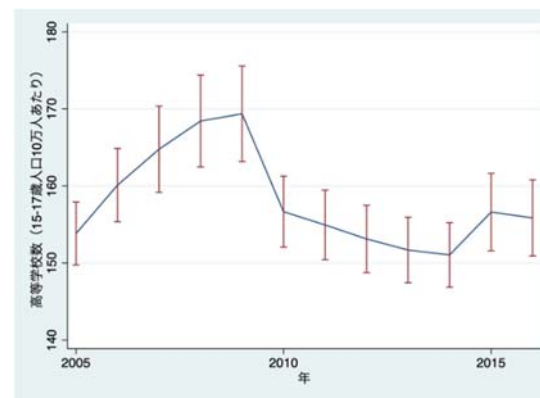


図1-(e) 15-17歳人口10万人あたり高等学校数の経年変化

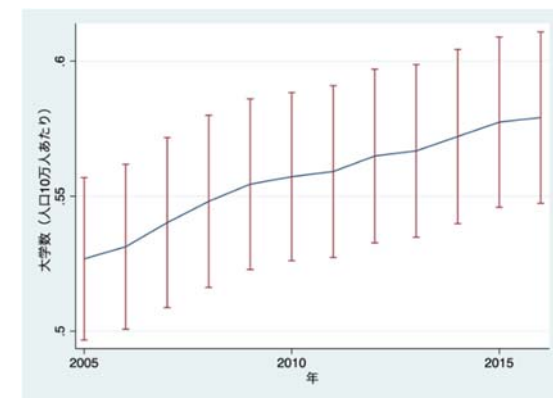


図1-(f) 人口10万人あたり大学数の経年変化

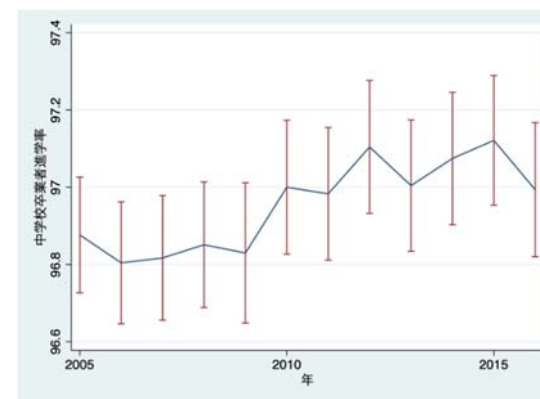


図1-(g) 中学校卒業生進学率の経年変化

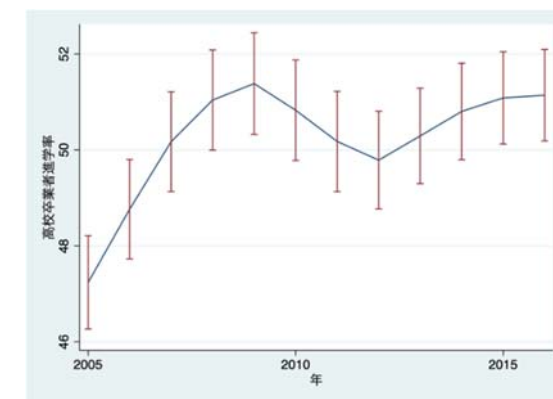


図1-(h) 高等学校卒業生進学率の経年変化

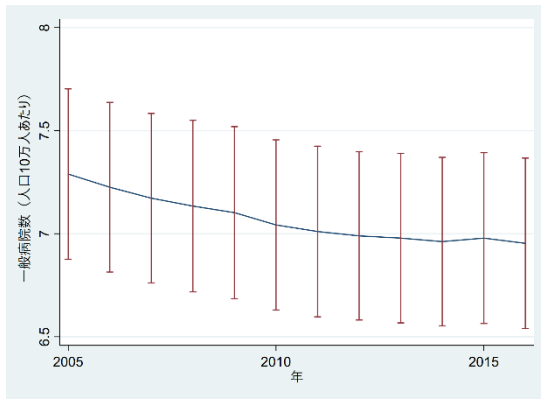


図1-(i) 人口10万人あたり一般病院数の経年変化

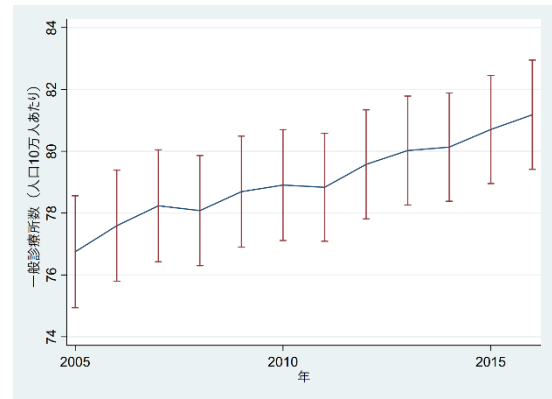


図1-(j) 人口10万人あたり一般診療所数の経年変化



図1-(k) 人口10万人あたり歯科診療所数の経年変化

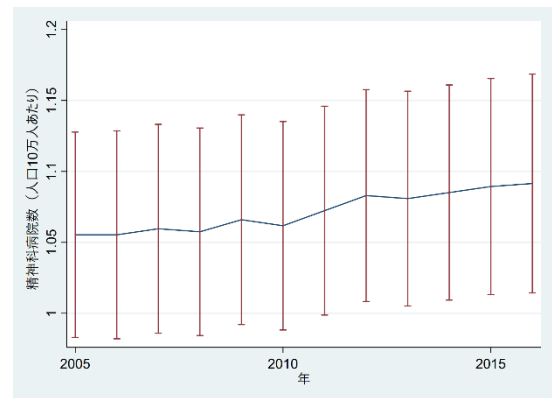


図1-(l) 人口10万人あたり精神科病院数の経年変化

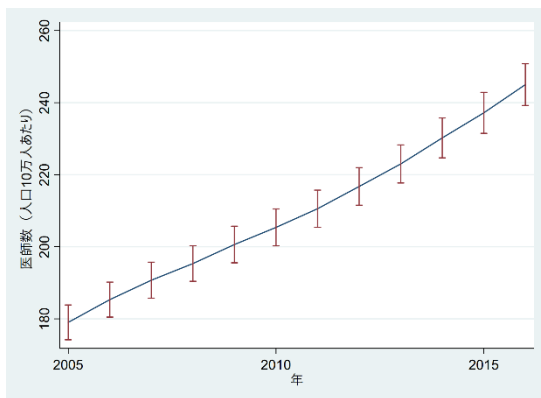


図1-(m) 人口10万人あたり医師数の経年変化

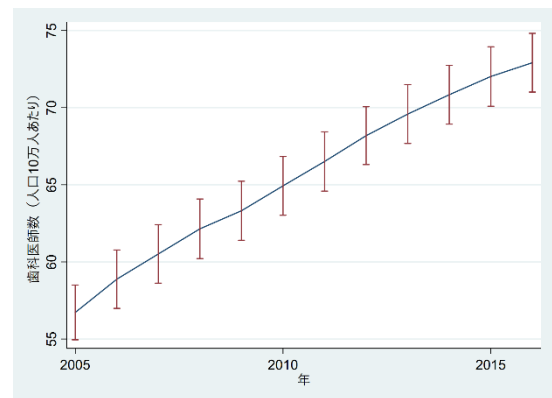


図1-(n) 人口10万人あたり歯科医師数の経年変化

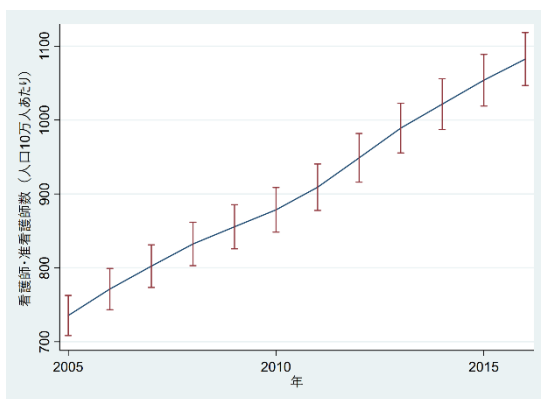


図1-(o) 人口10万人あたり看護師/准看護師数の経年変化

上記 15 個の社会生活統計指標を説明変数、人口増減率を被説明変数とするパネルデータ分析を行った。固定効果モデルによる解析において、「帰無仮説：全ての都道府県 ($i = 1, 2, \dots, 47$) について $u_i = 0$ 、対立仮説：少なくとも一つの i について $u_i \neq 0$ 」とする仮説検定の結果、F 値は $F(46, 502)=13.82$, P 値 <0.001 であり、帰無仮説は棄却され、都道府県ごとに individual effect の違いがあることが示された。Breusch-Pagan の LM 検定の結果、P 値 <0.001 であり帰無仮説は棄却され、ランダム効果が存在することが示された。ハウスマン検定の結果、P 値 $=0.150$ でありランダム効果と説明変数の間の相関が認められず、ランダム効果モデルの前提は満たされた⁴⁾。従って、結果の解釈ではランダム効果モデルによる推定値を主に用いた。ランダム効果モデルによる解析結果を下に表 2 に示す。解析の結果、①老年人口割合の減少、②3-5 歳人口 10 万人あたりの幼稚園数の増加、③15-17 歳人口 10 万人あたりの高等学校数の減少、④中学校卒業生進学率の減少、⑤高等学校卒業生進学率の上昇、⑥人口 10 万人あたりの一般診療所数の減少、⑦人口 10 万人あたりの歯科診療所数の増加、⑧人口 10 万人あたりの医師数の増加が、人口増加と有意に関連していた。固定効果モデルによる解析結果は巻末 (7 ページ) の補表 1 に示す。固定効果モデルによる解析でも、ランダム効果モデルによる解析結果と同様の傾向が認められた。

表 2 ランダム効果モデルによる解析結果

ランダム効果モデル	回帰係数	95%信頼区間	P 値
老年人口割合 [%]	-0.656	-0.772-0.540	<0.01
幼稚園数 (3-5 歳人口 10 万人あたり)	0.002	0.000-0.004	0.04
小学校数 (6-11 歳人口 10 万人あたり)	-0.002	-0.008-0.004	0.53
中学校数 (12-14 歳人口 10 万人あたり)	0.001	-0.007-0.009	0.77
高等学校数 (15-17 歳人口 10 万人あたり)	-0.024	-0.036-0.011	<0.01
大学数 (人口 10 万人あたり)	-0.074	-1.833-1.685	0.94
中学校卒業生進学率	-0.284	-0.557-0.011	0.04
高等学校卒業生進学率	0.125	0.068-0.182	<0.01
一般病院数 (人口 10 万人あたり)	-0.119	-0.360-0.122	0.33
一般診療所数 (人口 10 万人あたり)	-0.090	-0.134-0.046	<0.01
歯科診療所数 (人口 10 万人あたり)	0.110	0.010-0.209	0.03
精神科病院数 (人口 10 万人あたり)	0.449	-0.812-1.711	0.49
医師数 (人口 10 万人あたり)	0.030	0.014-0.045	<0.01
歯科医師数 (人口 10 万人あたり)	-0.024	-0.068-0.019	0.28
看護師・准看護師数 (人口 10 万人あたり)	0.000	-0.003-0.003	0.92

5. 考察

5-1 結果の解釈

パネルデータ解析の結果、人口増減と関連が認められた各社会生活統計指標について考察する。

教育分野では、幼稚園数、高等学校数、中学校卒業生進学率、高等学校卒業生進学率の 4 項目で、それぞれ人口増減との関連が認められた。幼稚園数の増加は、人口増加と有意に関連していた。地方創生や子育て支援を見据えて、幼稚園を始めとする子供の養育施設の充実は少子化対策でも重要である。2015 年 4 月から施行された子ども・子育て支援新制度では、子ども・子育て支援の「量的拡充」と質の向上が謳われている⁵⁾。このうち、量的拡充では、認定こども園・幼稚園・保育所・地域型保育の量的拡充、子ども・子育て支援授業の量的拡充が謳われている。本研究では、幼稚園数の増加が人口増加に寄与することが示されたが、幼稚園数の増加が子ども

を産み育てやすい環境づくりにつながり、人口増加に結びついたのでないかと考えられる。中学校卒業生進学率については、12年間を通じて96%~97%の高い値で推移しており、他の説明変数に比べて僅かな変化が結果に大きく影響したのではないかと考えられる。したがって、今回の解析結果から、中学校卒業生進学率の減少が人口増加につながるとは結論し難い。高等学校卒業生進学率の上昇は人口増加と有意に関連していた。高等学校卒業生進学率（高等教育機関への進学率）については、日本全体で見るとここ数年頭打ちとなっている⁶⁾。一方、本研究において人口増減率が2005-2016年度の12年間常に正であった5都道府県（埼玉県、東京都、神奈川県、愛知県、沖縄県）について、12年間の高等学校卒業生進学率の推移を下の図2に示す。高等学校卒業生進学率は概ね増加傾向であり、2016年度の値は2005年度と比較していずれの都道府県でも上昇していた。今回の解析結果により、高等教育機関への進学率の上昇が、人口増加に寄与する可能性が示唆された。

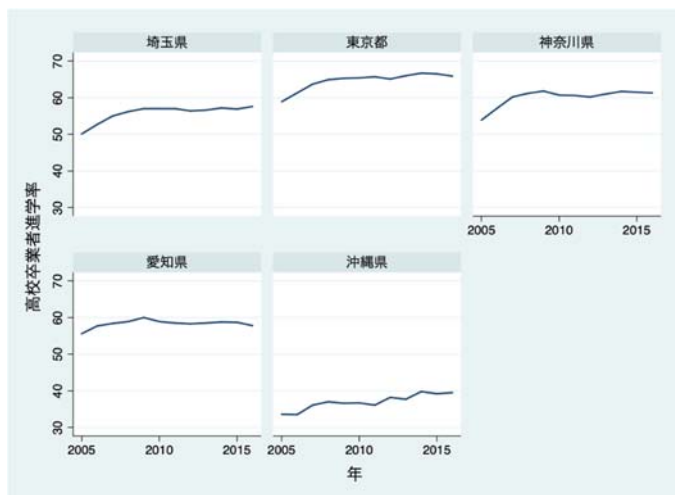


図2 上記5都道府県の高等学校卒業生進学率推移 (2005-2016年)

健康・医療分野では、人口10万人あたりの歯科診療所数や医師数の増加が人口増加に寄与する可能性が示唆された。人口増減率が2005-2016年度の12年間常に正であった前述の5都道府県について、12年間の医師数の推移を下図3に示す。これらの5都道府県では12年間で人口10万人あたりの医師数が常に増加傾向であったことが読み取れる。全国的に見ても医師数は増加傾向(図1-(m))だが、これらの5都道府県ではベースライン時点(2005年度)時点での人口10万人あたり医師数がそもそも高かったことが読み取れる。急速に少子高齢化・超高齢化が進む我が国では、医療・介護の提供体制の整備が喫緊の課題である。医師数に関しては、医師偏在が問題となっており、特に地方での医師不足が深刻な問題である。図3に示した5都道府県は概ね大都市を含む都道府県であり、医師数を十分確保でき医療体制を充実させることができたことが人口増加に寄与したと推定される。これら以外の都道府県、特に地方でも同様に医師数を増やしていくための政策を推進していくことが必要であると考えられる。

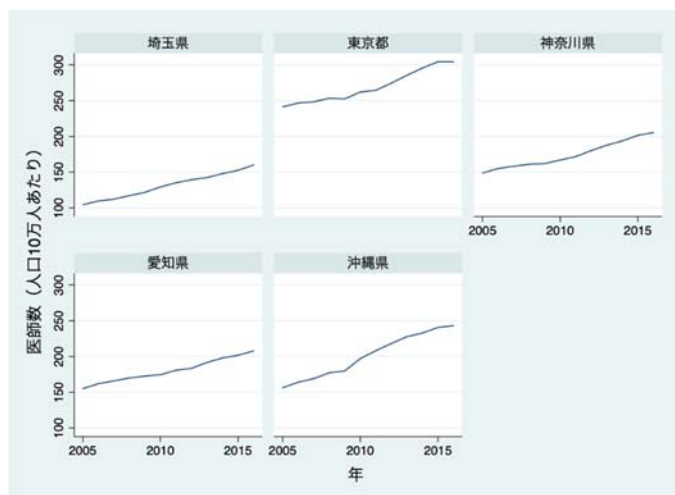


図3 上記5都道府県の人口10万人あたりの医師数推移 (2005-2016年)

5-2 本研究の強みと研究限界

本研究の強みとしては、単年度のデータではなく過去12年間の国の統計データを用いることで、各社会統計指標の経時的な変化も考慮して、我が国において人口増減の決定要因について多変量解析を行った点があげられる。また、ランダム効果モデルを用いて解析を行ったことで、都道府県間の違いを考慮することができたことも強みの1つである。本研究で明らかになった要因は、今後我が国が少子高齢化を克服し、人口減少を克服するための効果的な政策を立案する上での1つの基礎資料になると考えられる。

本研究の研究限界としては、①経時的に（毎年度）調査されていない変数については原則として解析に用いることができなかったこと、②各社会生活統計指標と人口増減の関連について、因果の逆転に関する検討を十分行えなかった事などが挙げられる。

6. 参考文献

- [1] 厚生労働省「厚生労働白書」（平成27年度版）
- [2] 厚生労働省雇用政策研究会「雇用政策研究会報告書」（2014年2月）
- [3] 内閣官房まち・ひと・しごと創生本部事務局「まち・ひと・しごと創生長期ビジョン 参考資料集」
- [4] 大森 裕浩著 『コア・テキスト計量経済学』新世社、2017年
- [5] 厚生労働省「厚生労働白書」（平成28年度版）
- [6] 文部科学省「平成30年度学校基本調査（確定値）の公表について」（平成30年12月25日）

補表1 固定効果モデルによる解析結果

固定効果モデル	回帰係数	95%信頼区間	P値
老年人口割合 [%]	-0.560	-0.711-0.408	<0.01
幼稚園数 (3-5歳人口10万人あたり)	0.004	0.000-0.007	0.03
小学校数 (6-11歳人口10万人あたり)	0.000	-0.007-0.007	0.92
中学校数 (12-14歳人口10万人あたり)	0.004	-0.007-0.014	0.48
高等学校数 (15-17歳人口10万人あたり)	-0.028	-0.043-0.013	<0.01
大学数 (人口10万人あたり)	2.269	-0.642-5.180	0.13
中学校卒業者進学率	-0.372	-0.737-0.008	0.05
高等学校卒業者進学率	0.133	0.057-0.208	<0.01
一般病院数 (人口10万人あたり)	0.080	-0.538-0.699	0.80
一般診療所数 (人口10万人あたり)	-0.116	-0.213-0.019	0.02
歯科診療所数 (人口10万人あたり)	0.111	-0.061-0.282	0.21
精神科病院数 (人口10万人あたり)	-0.210	-2.625-2.205	0.86
医師数 (人口10万人あたり)	0.022	0.000-0.043	0.05
歯科医師数 (人口10万人あたり)	-0.040	-0.096-0.016	0.16
看護師・准看護師数 (人口10万人あたり)	0.000	-0.004-0.004	0.81

補表2 ランダム効果モデルに投入した15の説明変数間の相関

	老年 人口割合	幼稚園数	小学校数	中学校数	高等学校数	大学数	中学校卒業 進学率	高等学校卒業 進学率	一般 病院数	一般 診療所数	歯科 診療所数	精神科 病院数	医師数	歯科医師数	看護師数
老年人口割合	1														
幼稚園数	0.097	1													
小学校数	0.574	0.371	1												
中学校数	0.554	0.265	0.925	1											
高等学校数	0.538	0.236	0.84	0.854	1										
大学数	-0.111	-0.185	-0.272	-0.22	-0.112	1									
中学校卒業 進学率	0.503	0.107	0.552	0.48	0.564	0	1								
高等学校卒業 進学率	-0.254	-0.16	-0.585	-0.635	-0.543	0.436	-0.303	1							
一般病院数	0.37	0.349	0.661	0.668	0.526	-0.142	0.333	-0.412	1						
一般診療所数	0.366	0.256	0.301	0.277	0.236	0.188	0.185	0.166	0.314	1					
歯科診療所数	-0.142	-0.059	-0.29	-0.19	-0.282	0.33	-0.203	0.404	-0.009	0.401	1				
精神科病院数	0.438	0.335	0.654	0.636	0.586	-0.216	0.43	-0.61	0.765	0.168	-0.221	1			
医師数	0.508	0.135	0.264	0.269	0.231	0.289	0.222	0.073	0.5	0.705	0.353	0.312	1		
歯科医師数	0.083	0.032	-0.176	-0.123	-0.226	0.316	-0.086	0.297	0.008	0.339	0.855	-0.071	0.447	1	
看護師数	0.689	0.209	0.569	0.598	0.494	-0.049	0.354	-0.443	0.776	0.411	-0.06	0.737	0.731	0.128	1