

地域別将来推計人口と GIS(地理情報システム)のリンク - 北海道・札幌市の人口減少, その未来への対応 -

原 俊彦

札幌市立大学デザイン学部

抄録: 本研究では, 社会経済要因や政策的要因の影響も扱えるシステム・ダイナミック・モデルを開発するとともに, そのシミュレーション結果を GIS(地理情報システム)に分解・投影し, 地方創生の人口ビジョンや総合戦略, KPI などの計画目標や成果を地理的に「見える化」することを目指している. このため, その第一歩として, 1)2000 年から 2010 年までの国勢調査データを用い, 札幌市南区を例にシェア・トレンド法の安定性を検討し, 2)2010 年の地域シェアをもとに, 札幌市各区の社人研地域推計人口を 2015 年から 2040 年まで 5 年ごとに小地域に分解し, 小地域ごとに人口指標(年少人口割合, 生産年齢人口割合, 老年人口割合, 後期高齢者人口割合, 女子 20-39 歳人口割合)を再計算し, その結果を GIS で地図化した. 主な知見は以下の通り. 1) 年次間の各小地域の人口シェアを回帰分析した結果, X の係数(傾き:1 であれば変化なし, 1 より大きければ拡大, 小さければ縮小)は各期間とも概ね 1.00, 決定係数(あてはまり:1 であれば完全一致)も 0.90 以上あり, 各小地域の人口シェアは年次間で殆ど変化せず, シェア・トレンド法の有効性が確認できた. 2) 地図化の結果, 各指標について札幌市全体の地理的分布が時間の経過とともにどのような変化して行くかを俯瞰する上で, この手法が非常に効果的であることが確認できた.

キーワード: システム・ダイナミック・モデル, GIS(地理情報システム), 地方創生, 人口ビジョン, シェア・トレンド法, 地域人口推計

Linkage between Regional Population Projection and GIS : The Population Decrease of Sapporo, Hokkaido, Their Futures

Toshihiko Hara

School of Design, Sapporo City University

Abstract: This study aims to develop a system dynamic model which is able to simulate a regional population with changing conditions of socio-economic factors and policy measures, to break down its results to small areas and to display them by linking them to the GIS (Geographic Information System). It will be possible to visualize the outcomes of “Population Vision,” “Strategic Plan” and “KPI Attainment” of “Chiho Sousei (Regional Revitalization Policy)” geographically. For the first step of this study, 1) I analyzed the stability of the shares of a small area population to the total population, using the Census data in small areas of Minami-ku (district) of Sapporo City from 2000, 2005 and 2010. 2) Based on the Share-Trend method (which assumes whether the distribution of small area shares is stable or follows the same trend), I broke down the results of the regional population projections of Japan, 2010–2040 (NIPSSR 2013), for ten districts of Sapporo City to small areas from 2015 to 2040 every five years, recalculated the ratios of younger, working, elder, advanced elder and highly reproductive age population in each sub area, and displayed them by linking them to the GIS. Important findings are: 1) the regression analysis of small area shares between the Census years showed high stability (β is nearly

1 and r^2 is more than 0.90). The assumption of the Share Trend method is successfully verified. 2) Maps of population index in the small area can demonstrate the changing geographical distribution in a time series effectively.

Keywords: System dynamic model, GIS (Geographic Information System), Chihou Sousei (Regional Revitalization Policy), Population Vision, Share-Trend method, Regional population projection

1. 緒言

1) 研究の目的と背景

北海道の総人口は1997年の570万人をピークに減少に転じ¹⁾、2040年には約419万人(150万人減、26.3%)まで減少、一極集中が進む札幌市も遠からず人口減少に転ずると予想されている(国立社会保障・人口問題研究所 2013)²⁾。この厳しい人口減少を前に、北海道と札幌市は過去・現在・未来を見据え改めて地域社会の将来とそのあり方を検討すべき時期に来ている。

この研究プロジェクトは日本学術振興会科学研究費・基盤研究(C)(15K03849)を受け、北海道と札幌市を対象に、1) 地域人口の減少過程の基本的メカニズムの解明、2) 人口学的要因(出生・死亡・移動)と社会・経済・生活基盤にもたらす影響を把握・分析・予測、3) 社会経済要因や政策的要因の影響も扱えるシステム・ダイナミック・モデル(System Dynamic Model)を開発するとともに、予見される問題への政策的対応を検討することを目的としている³⁾。

本稿では、その第1歩として、札幌市の将来推計人口を小地区に落とし、GIS(地理情報システム:以下、GIS)で地図化する方法的検討とその結果について報告する⁴⁾。

2) 地方創生におけるGIS活用の必要性

日本創成会議・人口減少問題検討分科会が2014年5月に発表した「人口減少と消滅可能性都市の一覧」⁵⁾が地域社会に与えた衝撃は大きく、中でも、北海道は日本全体の将来動向の縮図として市町村の80%以上が消滅するとされ、将来に対する不安が広がった。その後、「まち・ひと・しごと創生法」(同年9月)が閣議決定され、「まち・ひと・しごと創生本部」が発足、同法が施行(同年12月)され、2015年には、全国の自治体で「地方人口ビジョン」・「地方版総合戦略」の策定作業が進められた⁶⁾。

閣議決定された「まち・ひと・しごと創生長期

ビジョン、総合戦略」では、希望子ども数の実現を通じ全国の出生力を1.8程度に向上させ、2060年に1億人程度の人口を確保する、そのためには2040年頃までに出生力を置換水準の2.08まで回復するという形で、国全体としての人口ビジョンと実現のための総合戦略が打ち出されている⁵⁾。この日本全体の人口の見通しを受け、各地域で今後どのように対処して行くか「地方創生」に向けての基本目標と基本戦略が検討・策定された。

北海道の人口ビジョン⁶⁾では、仮定1として、①自然動態(合計特殊出生率)を2030年頃までに1.8、2040年には人口置換水準の2.07を回復する、②社会動態(純移動数)について2019年までに転出超過数を現在(2014年)の約半分に、2025年には社会増減数を均衡させたとすれば、2040年の総人口は約458万人なるというシナリオが設定された。また仮定2として、人口のウェイトが大きく、全国的にも少子化が最も進んでいる札幌市の状況を考慮し、札幌市の自然動態(合計特殊出生率)が、2030年:1.5、2040年:1.8、2050年:2.07とした場合(純移動については仮定1と同じ)には、北海道の総人口は約450万人になるとした。

これに対し、札幌市の人口ビジョンでは、純移動率の仮定を、同時に策定が進んでいた「札幌市まちづくり戦略ビジョン」(2015)⁷⁾の長期将来推計に合わせた。すなわち仮定1として、合計特殊出生率が平成42年(2030年)に1.5(札幌市民の希望出生率)、平成52年(2040年)に1.8(全国の希望出生率)、平成62年(2050年)に2.07まで上昇するとした。この結果、仮定1では、平成52年(2040年)に総人口が185万人、平成72年(2060年)に169万人になると推計している。また仮定2では、合計特殊出生率の回復が仮定1より10年遅れるとした。この結果、仮定2では、総人口は平成52年(2040年)に181万人、平成72年(2060年)に161万人になるとしている。北海道、札幌市は、これらの人口ビジョンの実現に向け、結婚・出生・子育て支援はもとより、産業

活性化を通じ、定住・移住を促進するなどの総合戦略を打ち出している。

2016年度からは、各地方自治体で、このような「地方人口ビジョン」、「地方版総合戦略」に沿って設定された KPI(重要業績評価指標, Key Performance Indicators)を中心に PDCA サイクル(plan-do-check-act cycle)を回して行くことになる。しかし、ここで掲げられた人口ビジョンや総合戦略の結果は、自治体全体や個々のプロジェクトの目標値・実績値であり、その結果として具体的にどの地域がどう変化して行くのかという地理的情報は含んでいない。このため、人口ビジョンや総合戦略、それらに沿った KPI などの値も基本的に自治体全体の平均値や代表値に留まる。

北海道であれ札幌市であれ、実際には個々の自治体内の各地区は均質ではなく、人口密度、性比、年齢構造はもとより教育施設・福祉施設・まちづくりセンターなどの主要施設や上下水道・道路などのインフラやライフラインの配置、産業・経済・住宅・農耕・森林などの土地利用に至るまで、すべて地理的に独自に分布している。従って住民の関心に応えるには、人口ビジョンや総合戦略、KPIの平均値ではなく、自分が住む(地元)地区の将来を具体的に見せる必要があり、そのためには、平均値や代表値を個々の地区に分解し、地図化して地理的分布として把握できるようにすることが必要とされる。

GIS(Geographic Information System)は「地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ(空間データ)を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術」(国土交通省国土地理院 2015)⁸⁾であり、阪神淡路大震災や東日本大震災などの教訓から整備が進められ、近年では様々な情報を利用できるようになってきている。またコンピュータ・ネットワークを通じクラウド処理やスマートフォンでの活用も可能となり、既存のデータに加え新規に集めた情報も地理情報としてアップロードし、統合化することも可能となっている。

そこで本研究では、地方創生の人口ビジョンでも使用されているコーホート・センサス間要因法をベースに、社会経済要因や政策的要因の影響も扱えるシステム・ダイナミック・モデルを開発し、そのシミュレーション結果を GIS に分解・投影し、地方創生を地理的に「見える化」することを目指している。

本稿では、その第一歩として、全国各自治体が地方創生人口ビジョン策定のベースとした国立社会保障・人口問題研究所の日本の地域別将来推計人口(平成 25 年 3 月推計)(以下、社人研地域推計と略記)を GIS に分解・投影するための方法を検討・開発した結果を報告する。

2. 研究方法

1) シェア・トレンド法による推計

社人研地域推計¹⁾では 2005 年から 2010 年の国勢調査をもとに 1,799 市区町村(福島県内を除く、東京 23 区(特別区)、12 政令市 128 区、その他 764 市、715 町、169 村)について 2010 年から 2040 年まで 30 年間(5 年ごと)の男女年齢(5 歳)階級別将来人口が推計されている。札幌市についても、中央区・豊平区・北区・清田区・東区・南区・白石区・西区・厚別区・手稲区の 10 区それぞれで、2010 年から 2040 年まで 5 年ごとにそれぞれ性・年齢 5 歳階級別の推計人口が示されている。

一方、推計の起点となった国勢調査(2010 年)には同じく札幌市 10 区の性・年齢 5 歳階級別人口が表章されているが、そのほかに小地域集計^{9)~11)}、地域メッシュ統計³⁾があり区よりもさらに細かい地理的単位の人口を把握できる。

そこで国勢調査(2010 年)¹¹⁾のデータを使用し性・年齢 5 歳階級別に区全体の値に占める小地域人口の割合(以下、小地域シェア)を求め、この値をもとに 2015 年から 2040 年まで 5 年ごとに、社人研地域推計の推計結果の人口を各区の小地域、地域の人口に割り戻すこと、また、そのようにして得られた各区の小地域の性・年齢 5 歳階級別推計人口を使い、各小地域の人口指標(年少人口割合、生産年齢人口割合、老年人口割合、後期高齢者人口割合、女子 20-39 歳人口割合)を再計算し、GIS に投影し地図化することを考えた。

この方法は、エリア内の総人口に占める小地域シェアを求め、この小地域シェアの分布が一定または一定の傾向(トレンド)で変化すると仮定し推計するもので、シェア・トレンド法と名付ける⁴⁾。基本的には、全体の性・年齢 5 歳階級別推計人口が地理的に一定の確率で各地域に分布するという考えに立つ。

このシェア・トレンド法に対し、社人研の地域推計などで使用されているコーホート・センサス間

変動率法⁽⁵⁾を使い、各区の小地域単位の性・年齢5歳階級別人口推計を行う可能性も検討したが、①小地域では、性・年齢階級別人口が0人となることは珍しくなく計算処理が困難である（前者では0人は単に0人として積算できる）、②人口規模が小さい程、推計値は確率的に不安定となる（前者では人口シェアが小さい程、誤差の絶対値は小さくなる）、③再集計した場合に区全体の値と整合性が取れない（前者では全体の値を割り戻すだけなので整合性は保たれる）、④1桁未満の人口の端数処理（切り上げ、切り捨てなど）により結果が食い違う（前者では計算結果は地理的分布の確率と解釈できるので端数処理は不要となる）などの理由から採用しなかった。

2) 計算方法

実際の計算は札幌市10区全体で行ったが、ここでは南区を例に計算方法を示す。

(1) 2010年性・年齢5歳階級別小地域人口シェア

南区の*i*地区について、国勢調査2010年の小地域データからの男子*m*・年齢5歳階級別人口*P*の小地域人口シェア*S*を以下の式で算定する。同様の計算を女子*f*、さらに全地区で行う。

$$S_{m,0-4,2010}^{i,Minamiku} = P_{m,0-4,2010}^{i,Minamiku} \div P_{m,0-4,2010}^{Minamiku}$$

$$S_{m,5-9,2010}^{i,Minamiku} = P_{m,5-9,2010}^{i,Minamiku} \div P_{m,5-9,2010}^{Minamiku}$$

⇓

$$S_{m,90+,2010}^{i,Minamiku} = P_{m,90+,2010}^{i,Minamiku} \div P_{m,90+,2010}^{Minamiku}$$

(2) 2015年性・年齢5歳階級別推計人口

南区の*i*地区について、社人研地域推計の南区の男子*m*・年齢5歳階級別推計人口*P*に男子*m*・小地域人口シェア*S*を掛け、以下の式で、小地域の推計人口に割戻す。同様の計算を女子*f*、さらに全地区で行う。

$$\hat{P}_{m,0-4,2015}^{i,Minamiku} = S_{m,0-4,2010}^{i,Minamiku} \times \hat{P}_{m,0-4,2015}^{Minamiku}$$

$$\hat{P}_{m,5-9,2015}^{i,Minamiku} = S_{m,5-9,2010}^{i,Minamiku} \times \hat{P}_{m,5-9,2015}^{Minamiku}$$

⇓

$$\hat{P}_{m,90+,2015}^{i,Minamiku} = S_{m,90+,2010}^{i,Minamiku} \times \hat{P}_{m,90+,2015}^{Minamiku}$$

(3) 小地域の人口指標の計算

① 20-39歳の女性人口割合

南区の*i*地区について、20-24歳から35-39

歳までの女子*f*の推計人口*P*を合計し、20-39歳の女子*f*の推計人口*P*を求め、その値を総人口で除し、20-39歳の女子人口割合*PR*を求める。同様の計算を全地区で行う。

$$\hat{P}_{f,20-39,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{f,20-24,2015}^{i,Minamiku} + \hat{P}_{f,25-29,2015}^{i,Minamiku} + \hat{P}_{f,30-34,2015}^{i,Minamiku} + \hat{P}_{f,35-39,2015}^{i,Minamiku}$$

$$\hat{PR}_{f,20-39,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{f,20-39,2015}^{i,Minamiku} \div \hat{P}_{mf,Total,2015}^{Minamiku}$$

② 年少人口割合

南区の*i*地区について、0-4歳から10-14歳までの男女*mf*の推計人口*P*を合計し、その値を総人口で除し、0-14歳の年少人口割合*PR*を求める。同様の計算を全地区で行う。

$$\hat{P}_{mf,0-14,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,0-4,2015}^{i,Minamiku} + \hat{P}_{mf,5-9,2015}^{i,Minamiku} + \hat{P}_{mf,10-14,2015}^{i,Minamiku}$$

$$\hat{PR}_{mf,0-14,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,0-14,2015}^{i,Minamiku} \div \hat{P}_{mf,Total,2015}^{Minamiku}$$

③ 生産年齢人口割合

南区の*i*地区について、15-19歳から60-64歳までの男女*mf*の推計人口*P*を合計し、その値を総人口で除し、15-64歳の生産年齢人口割合*PR*を求める。同様の計算を全地区で行う。

$$\hat{P}_{mf,15-64,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,15-19,2015}^{i,Minamiku} + \hat{P}_{mf,20-24,2015}^{i,Minamiku} + \dots + \hat{P}_{mf,60-64,2015}^{i,Minamiku}$$

$$\hat{PR}_{mf,15-64,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,15-64,2015}^{i,Minamiku} \div \hat{P}_{mf,Total,2015}^{Minamiku}$$

④ 老年人口割合

南区の*i*地区について、65-69歳から90+歳までの男女*mf*の推計人口*P*を合計し、その値を総人口で除し、65歳以上の老年人口割合*PR*を求める。同様の計算を全地区で行う。

$$\hat{P}_{mf,65+,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,65-69,2015}^{i,Minamiku} + \hat{P}_{mf,70-74,2015}^{i,Minamiku} + \dots + \hat{P}_{mf,90+,2015}^{i,Minamiku}$$

$$\hat{PR}_{mf,65+,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,65+,2015}^{i,Minamiku} \div \hat{P}_{mf,Total,2015}^{Minamiku}$$

⑤ 後期老年人口割合

南区の*i*地区について、75-79歳から90+歳までの男女*mf*の推計人口*P*を合計し、その値を総人口で除し、65歳以上の後期老年人口割合*PR*を求める。同様の計算を全地区で行う。

$$\hat{P}_{mf,75+,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,75-79,2015}^{i,Minamiku} + \dots + \hat{P}_{mf,90+,2015}^{i,Minamiku}$$

$$\hat{PR}_{mf,75+,2015}^{i,Minamiku} = \hat{P}_{mf,75+,2015}^{i,Minamiku} \div \hat{P}_{mf,Total,2015}^{Minamiku}$$

3. 結果

1) 小地域人口シェアの安定性

シェア・トレンド法では、エリア内の総人口に占める小地域人口の割合（シェア）を求め、この

シェアの分布が一定または一定の傾向(トレンド)で変化すると仮定し推計を行う。従って、この小地域人口シェアの安定性が問題となる。そこで2000年、2005年、2010年国勢調査の札幌市南区データで計算した各小地域人口シェアを比較し、その安定性を検討した。具体的には、2000年の小地域の人口(総人口、男子人口、女子人口)が区全体の人口(総人口、男子人口、女子人口)に占める割合をX、2005年の割合をYとして散布図(図1)⁽⁶⁾を作成し回帰分析を行い、その結果をXの係数、決定係数R²、小地域の数Nについてまとめ、2005年と2010年、2000年と2010年についても同様の作業を行い比較した(表1)。

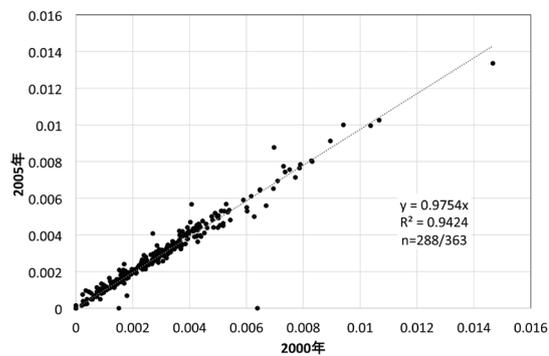


図1 小地域シェアの比較(2000年/2005年)

表1 小地域シェアの比較 回帰係数

2000-05	Xの係数	R ²	N
総数	0.9791	0.9478	n=288
男子	0.9754	0.9424	n=288
女子	0.9822	0.9493	n=288
2005-10	Xの係数	R ²	N
総数	1.0026	0.9762	n=363
男子	1.0053	0.9743	n=363
女子	0.9987	0.9736	n=363
2000-10	Xの係数	R ²	N
総数	0.982	0.9207	n=288
男子	0.9807	0.9187	n=288
女子	0.9815	0.9162	n=288

総数のX係数は各期間ともほぼ1.00に近く、決定係数も0.90以上あり十分に安定しているといえるが、2000年から2005年ではX係数が0.9791と全体に縮小し、決定係数も0.95前後であるのに対し2005年から2010年ではX係数も1.00に近く、決定係数も0.97前後と一致度が高いことがわかる。このことは人口移動による変化が近年ほど小さくなっていることを示唆している。また2000年と2010年と、10年のスパンを取るとX係数は両区間の平均に近くなり、決定係数も0.92

まで低下し、誤差が拡大することが確認できる。なお係数について男女で大きな差は見られない。

2) 年齢5歳階級別小地域人口シェアの相関

この小地域人口シェアと年齢5歳階級別小地域人口シェアの相関を求め、縦軸に相関係数を横軸に年齢階級を取り作図し検討した。まず南区・男子(図2)では、いずれの年次も40-44歳から50-54歳までr=0.90と相関が高く、それより若い25-29歳あたりではr=0.70と相関が低く、また65-69歳以上の高齢者ほど相関が落ちる。また、この年齢階級別プロフィールは2000年、2005年、2010年とほぼ同じ台形状をなすが近年になるほど、高齢者の方に膨らんで来ている。このことは若年人口や高齢人口では、各小地域ごとの人口の分散が大きく特定地域に分布が偏ること、高齢化の進展とともに近年は高齢人口の分散が弱くなる(どの小地域も類似してくる)ことを示唆している。

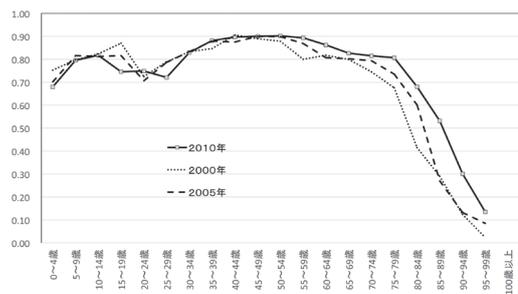


図2 総数と年齢階級別のシェアの相関: 男子

南区・女子(図3)でもほぼ同様のことがいえるが、相関の低下は男子の65-69歳以上より10歳遅く、後期高齢者以上の年齢で急速に進む。

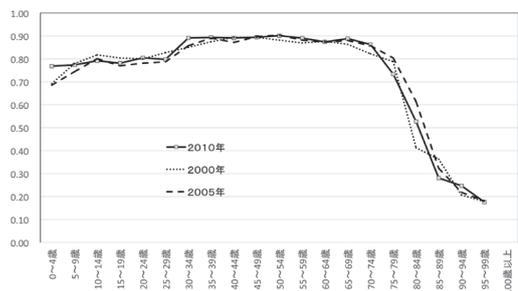


図3 総数と年齢階級別のシェアの相関: 女子

次に小地域の男女・年齢5歳階級別人口シェアについて各年次間の相関(同年齢階層、同年齢コホート)を求め、縦軸に相関係数を横軸に年齢階級を取り作図し比較した。

まず南区・男子の2000年と2005年(図4a)

では同年齢階層同士の相関は75-79歳までは $r=0.80$ を維持しているが、80歳を超えると不安定になり、男子では稀な95歳以上の高齢者のシェアについては、殆ど一致しないことがわかる。また同年齢階層ではなく、2000年時5歳年下の年齢階層（同年齢コホート）との相関を取ると移動が少ない50-54歳から75-79歳までは $r=0.97$ 以上の高い値を示しており、この年齢階層では5年前の同年齢の値ではなく、5年前の5歳年下の値を用いた方が推計精度が高くなることがわかる。同様のことは2005年と2010年（図4b）でもいえるが、こちらの方が高齢化の進行とともに当てはまりがよくなっている。

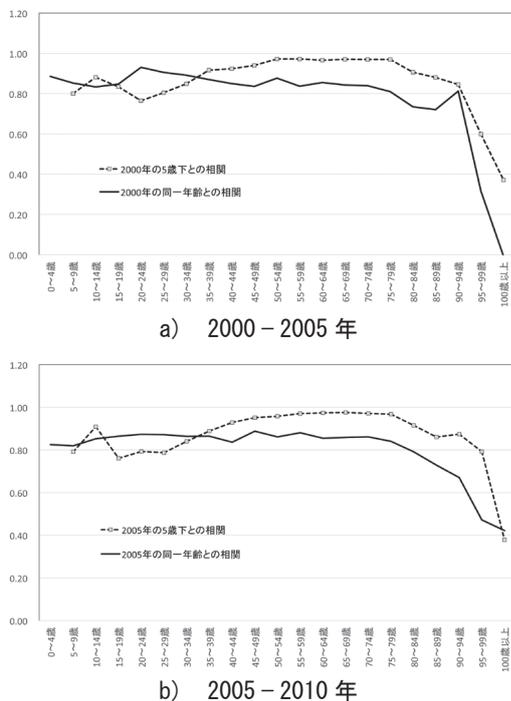


図4 男子年齢別シェアの年次間の相関

一方、南区・女子の2000年と2005年（図5a）について行ってみると同年齢同士の相関は0-4歳から95-99歳まで、ほぼ全年齢で $r=0.80$ を維持しており、100歳以上でも $r=0.75$ と非常に安定していることがわかる。さらに2000年時5歳年下の年齢階層（同年齢コホート）との相関を取るとやはり移動が少ない50-54歳から95-99歳まで $r=0.97$ 前後の高い値を示し、この年齢階層では5年前の同年齢の値ではなく、5年前の5歳年下の値を用いた方が推計精度が高くなることがわかる。同様のことは2005年と2010年（図4b）でもいえ、同年齢の相関では高齢になるほど相関が高くなる傾向が確認できる。

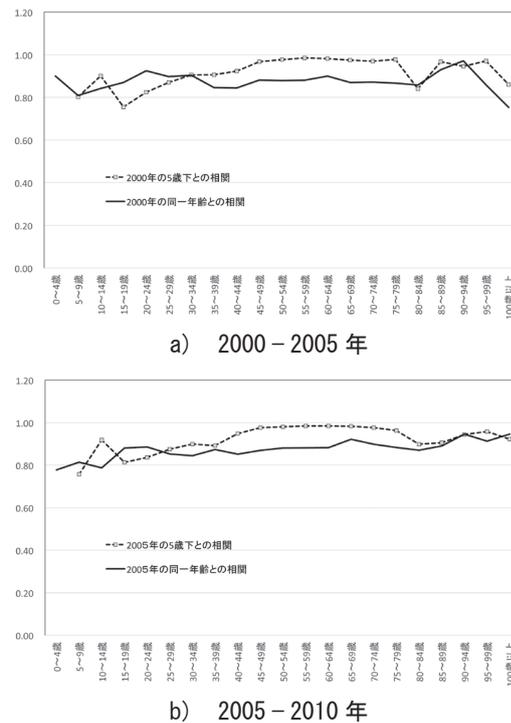


図5 女子年齢別シェアの年次間の相関

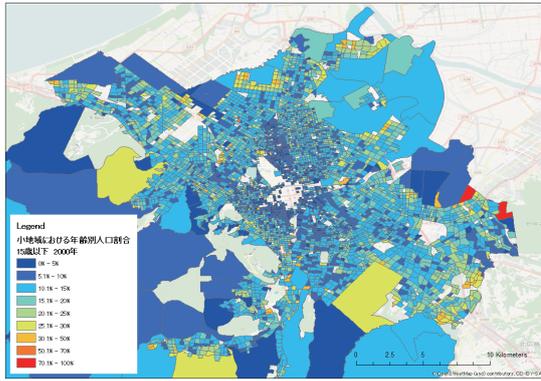
3) GIS とのリンク

これらの分析にもとづき国勢調査（2010年）のデータから得られた性・年齢5歳階級別の小地域人口シェア¹⁰⁾を用いて、2015年から2040年まで5年ごとに、社人研地域推計の推計結果¹⁾を各区の小地域人口に割り戻し、さらにその結果から各小地域人口指標（年少人口割合、生産年齢人口割合、老年人口割合、後期高齢者人口割合、女子20-39歳人口割合）を再計算し、GISに投影し地図化した。

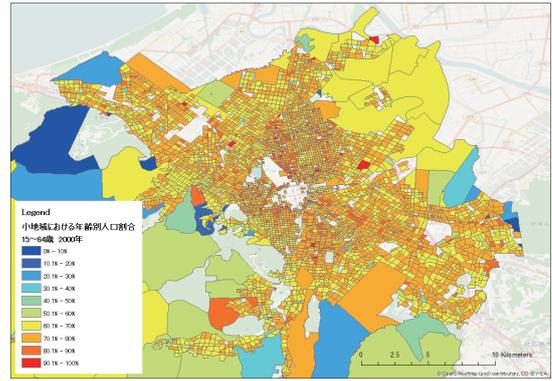
さらに2000年⁸⁾、2005年の国調査結果⁹⁾についても同様の指標を計算し、同じようにGISに投影し地図化、上記の推計結果の地図と連続させ、時間的変化を比較した。

4) 年少人口割合

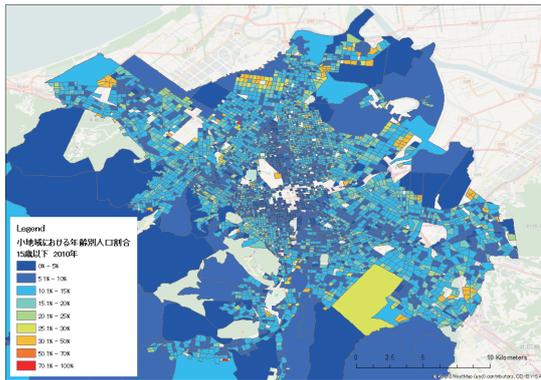
札幌市の2000年の年少人口割合（図6a）では黄色25%から30%以上という極端に高い小地域が周辺部の住宅地域などに見られる一方、中心市街地でも緑20-25%や薄緑15-20%地区も混じる。しかし2010年（図6b）では周辺部から中心部に向け濃青0-5%、青5-10%の地区が広がり、2040年（図6c）には大部分が濃青0-5%となり、結果的には2000年とは逆に、中心部の方が相対的に年少人口割合は高くなることがわかる。



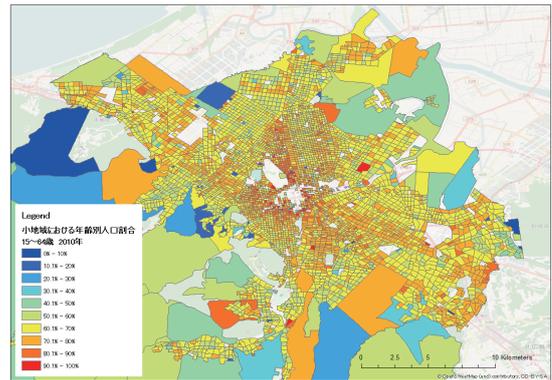
a) 2000年



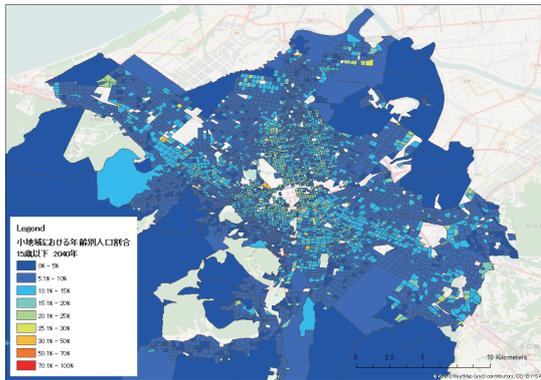
a) 2000年



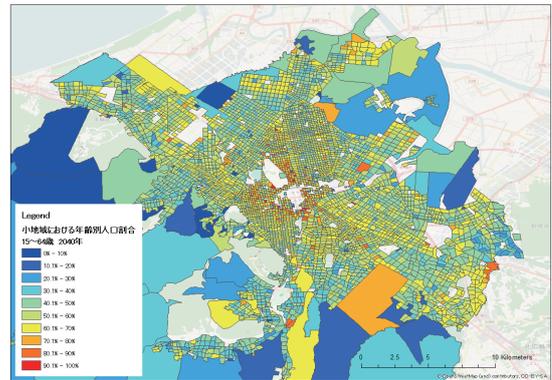
b) 2010年



b) 2010年



c) 2040年



c) 2040年

図6 年少人口割合の地理的分布

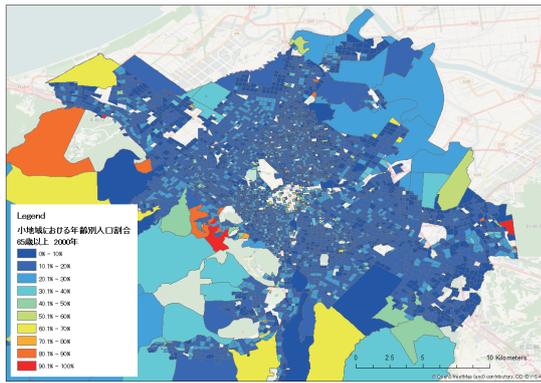
図7 生産年齢人口割合の地理的分布

5) 生産年齢人口割合

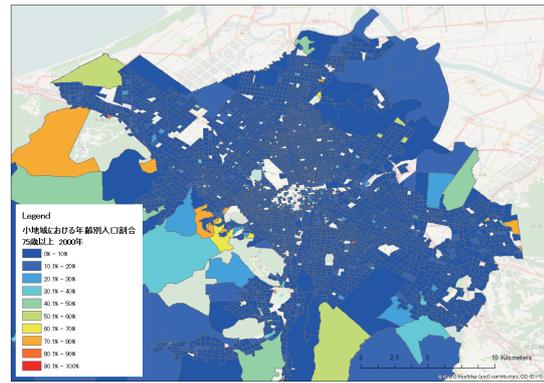
札幌市の2000年の生産年齢人口割合(図7a)では黄色60-70%, 黄土色70%-80%が主流を占め, 赤90%以上という極端に高い地区が散見される. 2010年(図7b)では周辺部から濃青0-10%, 青10-20%という極端に低い地区が広がり始め, 2040年(図7c)には黄緑50-60%から明るい緑30-40%が主流となり, 周辺部では青い地域が拡大し, 地域の就業者や介護の支え手が不足してくることが予想される.

6) 老年人口割合

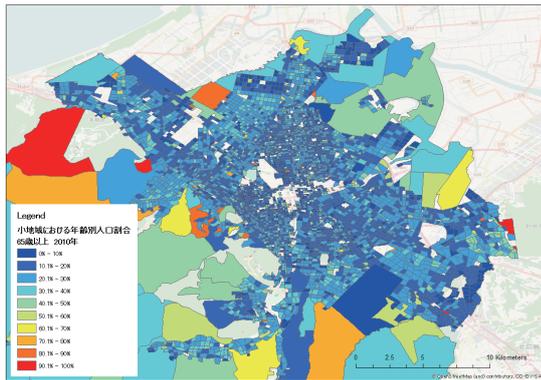
老年人口割合(図8a)は, 2000年の時点で濃青0-10%, 青10-20%の地区が大部分を占め, 明るい緑30%-40%や黄色60-70%の高齢化は周辺部でしか見られないが, 2010年(図8b)ではすでに中心部にも明るい緑30%-40%や黄色60-70%が混じるようになり, 2040年(図8c)にはこちらが主流となり20%以下の地区が例外となる. 社人研地域推計では2040年には札幌市の全体でも39.9%に達するとされており, このような地理的分布は十分考えられるといえよう.



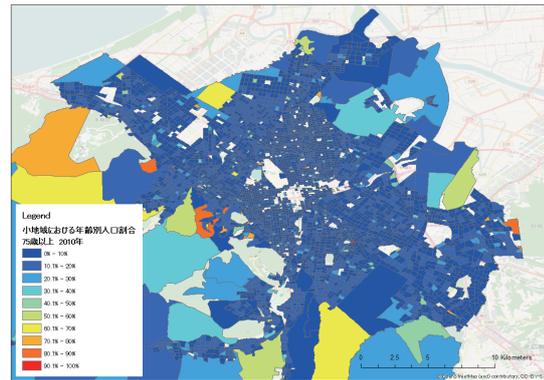
a) 2000年



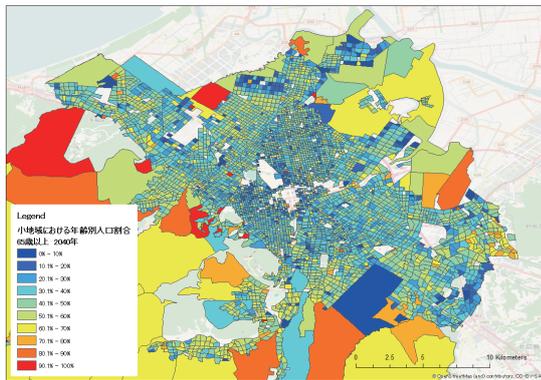
a) 2000年



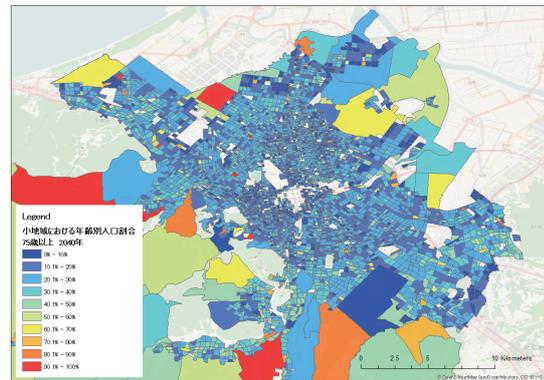
b) 2010年



b) 2010年



c) 2040年



c) 2040年

図8 老年人口割合の地理的分布

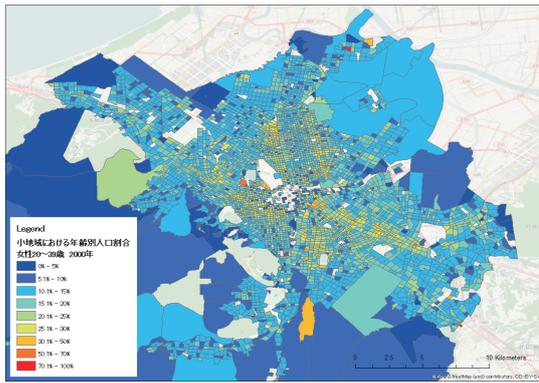
図9 後期老年人口割合の地理的分布

7) 後期老年人口割合

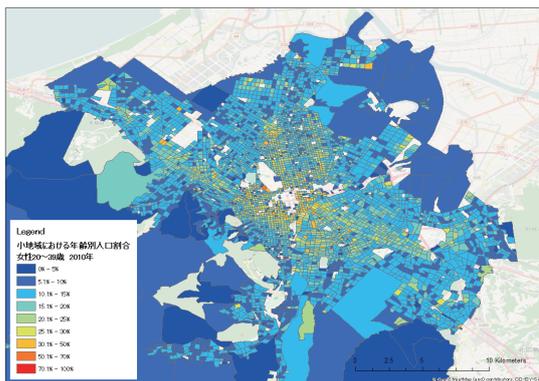
2000年の時点の後期老年人口割合の分布(図9a)は老年人口割合(図8a)とほぼ同じ(前者は後者の一部)であり、濃青、青の分布で視覚的に両者を区別するのは困難であるが、周辺部で赤70-100%、黄土色50%-70%など極めて高い地区が見られる点に特徴がある。また2010年では後期老年人口割合(図9b)の方が濃青0-10%の部分が多く老年人口割合(図8b)より暗い印象となる。これは後期の方が変化が遅れることを示しており、2040年(図9c)ではさらに相違が増す。

8) 女子20-39歳人口割合

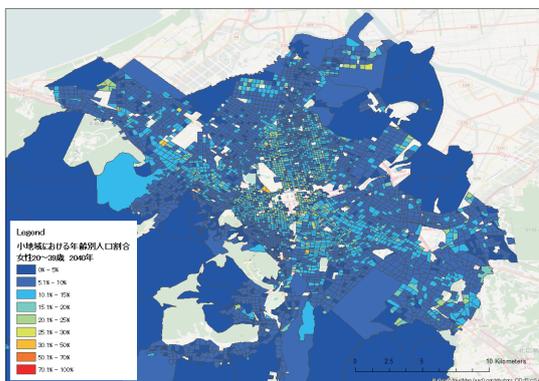
結婚・出産などを通じ母の数として出生数に強い影響を持つ女子20-39歳人口割合の地理的分布をみる、2000年(図10a)、2010年(図10b)、2040年(図10c)と年次が進むに連れ、周辺部から中心部に向けて濃青0-5%、青5-10%の地区が増加するとともに、黄色25-30%、黄土色30-35%の地区が急速に減少している。これらの地理的分布は、年少人口割合の2000年(図6a)、2010年(図6b)、2040年(図6c)と類似しており、両者の間には強い相関があることを示唆している。



a) 2000年



b) 2010年



c) 2040年

図10 女子20-39歳人口割合の地理的分布

4. 考察と今後の課題

本研究は、社会経済要因や政策的要因の影響も扱えるシステム・ダイナミック・モデルを開発するとともに、そのシミュレーション結果をGIS(地理情報システム)に分解・投影し、地方創生の人口ビジョンや総合戦略、KPIなどの計画目標や成果を地理的に「見える化」することを目指している。このため本稿では、その第一歩として、①2000年から2010年までの国勢調査データを用い、札幌市南区を例にシェア・トレンド法の

安定性を検討し、②2010年の地域シェアをもとに、札幌市各区の社人研地域推計人口を2015年から2040年まで5年ごとに小地域に分解し、人口指標(年少人口割合、生産年齢人口割合、老年人口割合、後期高齢者人口割合、女子20-39歳人口割合)を再計算し、その結果をGISで地図化した。

1) シェア・トレンド法の妥当性と問題点

札幌市南区の国勢調査結果(2000年、2005年、2010年)をもとに、年次間の各小地域の人口シェアを回帰分析した結果、X係数(傾き:1であれば全く同じ、1より大きければ増大、小さければ縮小)は各期間ともほぼ1.00に近く、決定係数(あてはまり:1であれば完全一致)も0.90以上あり、各小地域の人口シェアは年次間で殆ど変化しないことがわかった。従って、シェアを一定または一定の傾向(トレンド)で変化すると仮定し、区全体の推計値を各小地域に割り戻すシェア・トレンド法には十分な有効性があることが確認できた。

一方、2000年から2010年と10年の隔たりを取ると、X係数は、2000年から2005年、2005年から2010年の両区間の平均となり、決定係数も0.92まで低下、誤差が拡大することがわかった。これは他の将来推計でも見られる現象であり、基本的に年次間の誤差は推計期間の延伸にともない掛け合わせとなり累乗的に増大するものと考えられる。また散布図(図1)には例外的ではあるが回帰直線からやや乖離する小地域もあり、仮定された小地域シェアは基本的に地理的な確率分布に過ぎず、何らかの事情から従来にはない人口移動が発生した場合(施設や住宅の新設や廃止など)には年次ごとに再計算し修正して行く必要があることがわかった。

この小地域人口シェアと男女年齢5歳階級別人口シェアの相関は、男子では40-44歳から50-54歳、女子では40-44歳から60-64歳の間で $r=0.90$ と高く、それより若い年齢階層や高齢の年齢階層では相関が落ちることがわかった。これは若年人口では、親の転居や本人の進学・就職で人口移動し易いこと、高齢人口では死亡や入院・施設への移動などが発生し大きく変動することなどによると思われる。また確率的に考えても小地域における各グループの人口が小さいほど分散は大きくなるため、主要な性・年齢階層を外れるほど、総人口との相関は低下するものと思われる。従って、男女とも移動が少なく人口数も多い40

歳から 65 歳ぐらいまでのグループと、それ以外の人口グループを分けて処理することが必要であることがわかった。

さらに小地域の男女・年齢 5 歳階級別人口シェアについて各年次間の相関（同年齢階層，同年齢コホート）を求めたところ，上記の移動の少ないグループでは，5 年前の同年齢階層より 5 歳年下の年齢階層（同年齢コホート）との相関の方が $r=0.97$ 以上の高い値となることがわかった。つまり，地域的に安定的な年齢階層では，同一地区の人口シェアが加齢とともにシフトする可能性が高く，5 歳年下の人口シェアを用いて推計する方が精度が高くなる。一方，移動可能性が高い若年人口や高齢人口では，5 歳年下の年齢階層（同年齢コホート）より，同年齢階層との相関の方が高い。商業地区や大学などの教育関係施設のある地区，病院，介護養護施設の地区では，進学・就職や入退院などを通じ，特定の年齢グループが，毎年，入れ替わる可能性があり，そのような動きが反映されるものと思われる。

従って，技術的な解決策として年齢グループごとに参照する人口シェアを 5 年前の同年齢階層か同年齢コホートのものと切り替えて計算するような工夫が必要とされる。

2) 社人研の地域推計人口の割戻しと地図化

シェア・トレンド法では，基本的に各小地域の割合（シェア）の地理的分布は一定または一定の傾向（トレンド）で変化すると仮定しており，区ごとの推計人口を割戻した結果として，各小地域の人口や地域シェアをそのまま GIS で提示しても何の変化も見られない。このため，ここでは各小地域ごとに人口指標（年少人口割合，生産年齢人口割合，老年人口割合，後期高齢者人口割合，女子 20-39 歳人口割合）を改めて計算し GIS で地図化した。

この指標の計算にあたり，分母となる各小地域の総人口としては①区の推計人口から割戻した値，②小地域の男女・年齢 5 歳階級別推計人口を合計した値の 2 つが考えられる。しかし①を分母とした場合には分子の合計値と食い違う可能性があり，人口指標としての信頼性が損なわれるため，本稿では②を分母とし計算した。このため総人口については，各小地域の合計が区全体の値に必ずしも合致しない。

さらに地図化の作業を通じ，指標の凡例をどの

ように色分けするかも問題となった。GIS ソフトのデフォルト設定を用い自動的に色分けした場合，視覚的な印象が非常に弱く，また階層区分も機械的であり一般的で直感的な理解は難しいことがわかった。そこで濃青から濃い赤に向かう温度などのスペクトル表現を使う形を採用した。この結果，割合が低い方から高い方へという変化は表現できたが，老年人口割合や後期高齢人口割合の場合，高齢化が進むに連れ地域が明るくなるという，一般的なイメージとはやや異なる結果が生じた。

しかし，発想を変えれば札幌市全体が高齢者で溢れ，明るいシルバークロシティになるという意味にも解釈できる。さらに細かい問題として凡例の階層区分（%）を，すべての指標で統一することも検討したが，人口指標ごとに問題となる閾値が異なる（たとえば年少人口では 10%，生産年齢人口では 60%，老年人口では 25%，50% など）ため，敢えて統一していない。

また地図化の結果，例外的な小地域で飛び抜けて高い値を示す地域が散見された。計算処理を確認したが人口規模が小さい場合には，そのような計算結果も生じることがわかった。特に男子の高齢者など小地域シェアの安定性が弱い部分については，今後も実査して，病院・介護施設などとの関連を分析する必要があると思われる。

本稿では紙幅の都合もあり，各指標の地域分布の経年変化について，2000 年，2010 年，2040 年の 3 時点しか掲載していないが，実際には 2000 年から 2040 年まで 5 年間隔で 9 枚の地図を作成しており，パワーポイントのアニメーション機能を使えば変化を連続的に観察できる。しかし実際に作成してみると，変化が滑らか過ぎて反って印象が弱くなることがわかった。

いずれにせよ，本稿で例示した地図化の結果からもわかるように，各指標について，札幌市全体の地理的分布がどのような変化して行くのかを俯瞰する上で，この手法が非常に効果的であることが確認できた。しかし，その一方，各小地域への割戻しと投影はシェア・トレンド法に沿った確率分布の域を出るものではなく，図像を拡大し，個々の小地域の推計結果を検討すれば，当然，多くの齟齬が見つかる筈である。

とりわけ，国勢調査間で何らかの現状変更があった場合や政策効果などが生じた場合には，推計結果と現状の間に乖離が生じることは避けられない。従って，アウトプットを小地域の実態や政

策に合わせ、簡易に補正できるような工夫を行うことも今後の課題であるといえよう。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業・基盤研究(C)「北海道・札幌市の人口減少、その未来への対応-地域人口分析システムの構築」(15K03849)の一部をなすものである。また GIS システムを使用した地図化作業では吉村暢彦(北海道大学)氏はじめ、札幌 GIS 研究会のメンバーのお世話になった。末尾ながら改めて謝意を表す。

注

- (1) 各自治体では国立社会保障・人口問題研究所の「日本の地域別将来推計人口(平成25年3月推計)」をベースに、地域の自然動態や社会動態の変化を勘案し、その動向を外挿的に仮定し、地方創生の人口ビジョンを検討・策定している。このため、その推計モデルは社会経済要因や政策的要因を操作変数として含むものではなく、人口学的要因と社会・経済・生活基盤などの相互作用を踏まえた政策的対応を検討することは困難である。

研究者は「過疎化のシステム・ダイナミック・モデルの構築とその展開」平成9-11年度・基盤研究(C)(2)(課題番号09610195)¹²⁾、「北海道における少子化-地域出生力低下のシステム・ダイナミックモデルの構築」平成15-17年度・基盤研究(C)(2)(課題番号15530335)¹³⁾、「札幌市の少子化：政令指定都市の出生力のシステム・ダイナミック・モデル構築」平成19-21年度・基盤研究C(課題番号19530448)¹⁴⁾と長年にわたり、北海道・札幌市を対象に人口動向に対する社会経済要因や政策的要因を扱っているシステム・ダイナミック・モデルの開発を進めて来た。この間、地域人口の過疎化の基本的なメカニズム、北海道の低出生力、政令指定都市としての札幌市の超低出生力、配偶関係別移動率など、主要な要因の解明を行ってきたが、本研究では、それらの知見を総合的にまとめ、地域の人口減少対策を考える上で、直接、役立つ地域人口の分析・予測システムを開発するという課題に取り組んでいる。

- (2) 本稿は2015年12月東北大学理学部(仙台市)で開催された2015年度第1回日本人口学会・

東日本地域部会で行った研究報告の内容を論文化したものである。また、小地域の人口シェア、人口指標の再計算、GISによる地図化の作業は吉村暢彦(北海道大学)にお願いしたものである。

- (3) 小地域集計のほかにも地域メッシュ統計もあり、基準地域メッシュ及び2分の1地域、4分の1地域メッシュがあるが、ここでは行政区との接続が容易な小地域集計を利用した。
- (4) 他に小地域人口の推計・地図化の手法としては、コーホート変化率法やコーホート・シェア法がある。
- (5) 2つの基準年の国勢調査(センサス)結果に基づき性・年齢階級別の生残率と純移動率を求め、これらを一定と仮定し、5年毎のコーホート(同一年次に出生した人口)の変化数を計算して、将来の値を推計する方法をいう。
- (6) 3つの年次間で総数・男子・女子別に9つの散布図を作成したが、いずれも極めて近似した結果となったため、ここでは表1の2000-05年の総数のみを例示する。

文献

- 1) 北海道：「第123回(平成28年)北海道統計書 3. 人口」http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/tuk/920hsy/920hsy16_03.pdf 2016年10月31日(アクセス日)
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所：「日本の地域別将来推計人口(平成25年3月推計)」2013. <http://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/j/shicyoson13/t-page.asp> 2016年10月31日(アクセス日)
- 3) 日本創成会議・人口減少問題検討分科会：人口再生産力に着目した市区町村別将来推計人口について. http://www.policycouncil.jp/pdf/prop03/prop03_1.pdf 2016年10月31日(アクセス日)
- 4) 内閣府・まち・ひと・しごと創生本部：まち・ひと・しごと創生. 2015. <http://www.kantei.go.jp/singi/sousei/2016> 2016年10月31日(アクセス日)
- 5) 内閣府・まち・ひと・しごと創生本部：まち・ひと・しごと創生長期ビジョン 2015. http://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/info/pdf/panf_vision-sogo.pdf 2016年10月31日(アクセス日)

- 6) 北海道：北海道人口ビジョン・北海道創生総合戦略 2015. <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/csr/jinkou/senryaku/senryaku.htm> 2016年10月31日（アクセス日）
- 7) 札幌市：さっぽろ未来創生プラン（札幌市版人口ビジョン・総合戦略）2015. <http://www.city.sapporo.jp/kikaku/miraisousei/documents/plan-all.pdf> 2016年10月31日（アクセス日）
- 8) 国土交通省国土地理院：GISとは 2015. <http://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html> 2016年10月31日（アクセス日）
- 9) 政府統計の総合窓口：平成12年国勢調査（小地域 2000/10/01. <http://e-stat.go.jp/SG2/eStatGIS/page/download.html> 2016年10月31日（アクセス日）
- 10) 政府統計の総合窓口：平成17年国勢調査（小地域 2005/10/01. <http://e-stat.go.jp/SG2/eStatGIS/page/download.html> 2016年10月31日（アクセス日）
- 11) 政府統計の総合窓口：平成22年国勢調査（小地域 2010/10/01. <http://e-stat.go.jp/SG2/eStatGIS/page/download.html> 2016年10月31日（アクセス日）
- 12) 原俊彦：過疎化のシステム・ダイナミクス・モデルの構築とその展開，過疎化のシステム・ダイナミクス・モデルの構築. 文部省科学研究費補助金・基盤研究C(2)（平成9年度～平成11年度研究）（課題番号09610195）1997-1998年. 研究成果報告書. 1-139, 1998
- 13) 原俊彦：北海道における少子化-地域出生力低下のシステム・ダイナミックモデルの構築，文部省科学研究費補助金・基盤研究C(2)（平成15年度～平成17年度）（課題番号15530335）2003-2005年研究成果報告書. 1-139, 2006.
- 14) 原俊彦：札幌市の少子化：人口学的特徴・社会経済的背景・政策的対応可能性. 2008. 札幌市立大学研究論文集，第2巻1号，5-24, 2008