

地域別将来推計人口のGISへの投影: 北海道・札幌市の人口減少,その未来への対応 その2

Regional Population Projection of GIS:
The Population Decrease of Sapporo, Hokkaido, Their Futures 2

原 俊彦(札幌市立大学) Toshihiko HARA (Sapporo City University)

吉村 暢彦(北海道大学大学院環境科学院) Nobuhiko YOSHIMURA (Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University)

【日本人口学会2017年度第1回東日本地域部会】

日時:2017年12月3日(日) 13時00分~17時15分

会場:札幌市立大学サテライトキャンパス(<http://www.scu.ac.jp/campus/satellite/>)

〒060-0004 札幌市中央区北4条西5丁目アスティ45ビル12階 Tel 011-218-7500

はじめに

- 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・モデルを開発し,マクロレベルのシミュレーション結果を小地域に分解しGIS(地理情報システム)に投影することで,地方創生の人口ビジョンや総合戦略の目標や成果を地理的に「見える化」することが目指されている。
- 2015年の報告(原2017)では、基準年次の人口シェアを一定と仮定する「シェア・トレンド法」を用いたが、ここでは基準年次間のコーホート変動数のシェアを使う「コーホート変動数シェア・トレンド法」を開発、札幌市10区を対象に2010-2015年国勢調査間と2015-2020年の地域人口推計間の、小地域のコーホート変動数をGISで地図化した。

1.シェア・トレンド法の問題点

(1)シェア・トレンド法 による投影

- 地域別人口推計：日本の地域別将来推計人口（平成25年3月推計）の性・年齢5歳階級別人口：札幌市（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）、2010年⇒2040年
- 国勢調査人口（2010年）の性・年齢5歳階級別人口：小地域集計、地域メッシュ統計⇒性・年齢5歳階級別人口シェア／区の算定
- 地域別人口の将来推計値⇒（性・年齢5歳階級別人口シェア／区は一定と仮定）⇒区の値を小地域、地域メッシュに割戻す。
- 小地域集計、地域メッシュの性・年齢5歳階級別推計値から各種の人口指標を再計算し表示する。

(2) シェア・トレンド法のメリット

■ コーホート・センサス間変動率法:

- ① 小地域では性・年齢階級別人口が0人となることもあり、その場合の計算処理が困難である
- ② 人口規模が小さい程、推計値は不安定となる
- ③ 再集計した場合に、区全体の値(元の社人研地域推計)と整合性が取れない

■ シェア・トレンド法

- ① 性・年齢階級別人口が0人となるケースでも問題がない
- ② 人口規模が小さい程、誤差(数値)は小さくなる。
- ③ 確率分布と考えれば、データの切り上げ・切り捨て処理は不要

(3) シェア・トレンド法の問題点

- 移動の少ない性・年齢階級グループでは、5年前の同年齢階層より、5歳年下の年齢階層(同年齢コーホート)との相関の方が $r=0.97$ 以上の高い値となる。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い。
- 移動性が高い若年人口や加齢による死亡で大きく減少する高齢人口では5年前の同年齢階層との相関が高い。商業地区や大学などの教育関係施設がある地区、病院、介護養護施設などが多い地区では、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、その動きが反映される。

(4) 解決策

- 技術的な解決策: 年齢グループごとに参照する人口シェアを, 5年前(基準年)の①同年齢階層、②同年齢コホートに切り替えて計算するなどの、プログラム上の工夫が必要.
- 原理的な解決策: 5年前の同年齢階層との変動数(コホート変動数)を分解・投影する
 - ① コホート変動数(増減数) = 男子(20-24歳, 2015年) - 男子(15-19歳, 2010年)
 - ② コホート変動数 = 純移動数 + 死亡数
 - ③ 死亡数 = 安定的, コホート変動数 $\div$ 純移動数

2. コホート変動数シェア・トレンド法

(1)性・年齢別コーホート変動数の意味

- 死亡数は年齢階級別生残率で決まるが、災害など特別な事情がない限り、この値は安定しており死亡数の変動は小さく、コーホート変動数 $\equiv$ 純移動数と考えて良い
 - ① 性・年齢別コーホート変動数 > 0 : 転入超過
 - ② 性・年齢別コーホート変動数 $= 0$: 転入出均衡(あるいはともに0)
 - ③ 性・年齢別コーホート変動数 < 0 : 転出超過
- 小地域: 性・年齢別のコーホート変動数 $\equiv$ 純移動数を①転入超過 $\Rightarrow$ ②転入出均衡 $\Rightarrow$ ③転出超過で、GISで彩色=人口移動数の地理的分布が俯瞰できる。

(2)コーホート変動数の小地域シェア

- ① 各区の性・年齢別コーホート変動数 $=\Sigma$ 小地域の性・年齢別コーホート変動数
- ② 区の性・年齢別コーホート変動数 $=$ 区の性・年齢別コーホート変動数の純増分 $+$ 区の性・年齢別コーホート変動数の純減分 $=\Sigma$ 転入超過の小地域の値 $+$ Σ 転出超過の小地域の値
- ③ 区の性・年齢別コーホート変動数の純増分 $=\Sigma$ 転入超過の小地域の値
- ④ 区の性・年齢別コーホート変動数の純減分 $=\Sigma$ 転出超過の小地域の値

コーホート変動数の小地域シェア(続き)

- ③と④から、純増と純減に分けて、小地域シェアを計算できる。
- ⑤ 純増地域の小地域シェア＝転入超過の小地域の値÷区の性・年齢別コーホート変動数の純増分
- ⑥ 純減地域の小地域シェア＝転出超過の小地域の値÷区の性・年齢別コーホート変動数の純減分
- コーホート変動数シェア・トレンド法：小地域の人口ではなく，小地域のコーホート変動数のシェアを求め，こ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，将来の推計値を割り振る。

①計算方法：小地域コーホート変動数C

国勢調査2010年と2015年の小地域データからの男子m・年齢5歳階級別人口Pの小地域コーホート変動数Cを算定する。

$$C_{m0-4, 2010 \rightarrow 2015}^{i, Minamiku} = P_{m0-4, 2015}^{i, Minamiku} - P_{m0-4, 2010}^{i, Minamiku}$$

$$C_{m5-9, 2010 \rightarrow 2015}^{i, Minamiku} = P_{m5-9, 2015}^{i, Minamiku} - P_{m5-9, 2010}^{i, Minamiku}$$



$$C_{m, 90+, 2010 \rightarrow 2015}^{i, Minamiku} = P_{m, 90+, 2015}^{i, Minamiku} - \left(P_{m, 85-89, 2010}^{i, Minamiku} + P_{m, 90+, 2010}^{i, Minamiku} \right)$$

②計算方法:小地域の変動数シェアCS

純増地域と純減地域に分けてCSシェアを求める

$$+CS_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} = +C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \div \sum C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku}$$

$$-CS_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} = -C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \div \sum -C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku}$$



$$+CS_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} = +C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \div \sum C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku}$$

$$-CS_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} = -C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \div \sum -C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku}$$

③計算方法:区のコート変動数の推計値

社人研人口推計(2013):札幌市の10区(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)の性・年齢階層別コート変動数Cを計算する。

$$\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} = \hat{P}_{m,0-4,2020}^{Minamiku} - \hat{P}_{m,0-4,2015}^{Minamiku}$$

$$\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} = \hat{P}_{m,10-14,2020}^{Minamiku} - \hat{P}_{m,5-9,2015}^{Minamiku}$$

$$\hat{C}_{m,10-14 \rightarrow 15-19,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} = \hat{P}_{m,10-14,2020}^{Minamiku} - \hat{P}_{m,15-19,2015}^{Minamiku}$$



$$\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} = \hat{P}_{m,90+,2020}^{Minamiku} - \left(\hat{P}_{m,85-89,2015}^{Minamiku} + \hat{P}_{m,90+,2015}^{Minamiku} \right)$$

④計算方法：区の純増数と純減数への分解

社人研人口推計(2013)と、基準年の国勢調査の性・年齢階層別コーホート変動数の差分÷2を小地域の純増合計と純減合計に加える。

$$\begin{aligned}
 +\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= \sum +C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} + \left(\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} - C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \right) \div 2 \\
 -\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= \sum -C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} + \left(\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} - C_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \right) \div 2 \\
 +\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= \sum +C_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} + \left(\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} - C_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \right) \div 2 \\
 -\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= \sum -C_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} + \left(\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} - C_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \right) \div 2 \\
 +\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= \sum +C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} + \left(\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} - C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \right) \div 2 \\
 -\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= \sum -C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} + \left(\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} - C_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \right) \div 2
 \end{aligned}$$

⑤計算方法：小地域の純増数と純減数への分解

区の純増合計、純減合計に小地域コーホート変動数シェアCS(純増+と純減-)を乗じて小地域に分解する

$$\begin{aligned}
 +\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= +CS_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times \hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} \\
 -\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= -CS_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times -\hat{C}_{m,0-4 \rightarrow 0-4,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} \\
 +\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= +CS_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times \hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} \\
 -\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= -CS_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times -\hat{C}_{m,5-9 \rightarrow 10-14,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} \\
 +\hat{C}_{m,10-14 \rightarrow 15-19,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= +CS_{m,10-14 \rightarrow 15-19,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times \hat{C}_{m,10-14 \rightarrow 15-19,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} \\
 -\hat{C}_{m,10-14 \rightarrow 15-19,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= -CS_{m,10-14 \rightarrow 15-19,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times -\hat{C}_{m,10-14 \rightarrow 15-19,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} \\
 +\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= +CS_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times \hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku} \\
 -\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{i,Minamiku} &= -CS_{m,90+,2010 \rightarrow 2015}^{i,Minamiku} \times -\hat{C}_{m,90+,2015 \rightarrow 2020}^{Minamiku}
 \end{aligned}$$

⑥計算方法:その他

- 基準年の値＋コーホート変動数の推計値⇒2020年の各区の小地域ごとの性・年齢5歳階級別人口
- 小地域の性・年齢5歳階級別推計人口⇒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)
- 使用データ:2010年と2015年の国勢調査の小地域集計と社人研地域人口推計(2013).データの処理は,R(R Core Team 2017)によるプログラムを行い,計算結果の地図化にはArcGIS10.5(ESRI Inc 2017) 8)を用いた(これらの処理は共同研究者の吉村が担当した)

3. 結果

2010年年、2015年の国勢調査の小地域データ＋、社人研地域人口推計(2013)を用いて、2010-2015年国勢調査間と2015-2020年の地域人口推計間の、小地域のコーホート変動数をGISで地図化した。

図1 コーホート変動数(札幌市:男子)

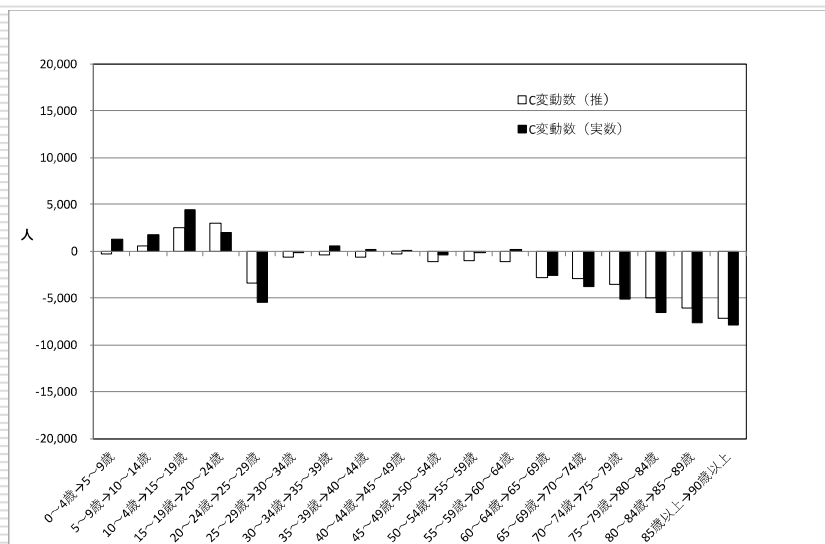


図2 コーホート変動数(札幌市:女子)

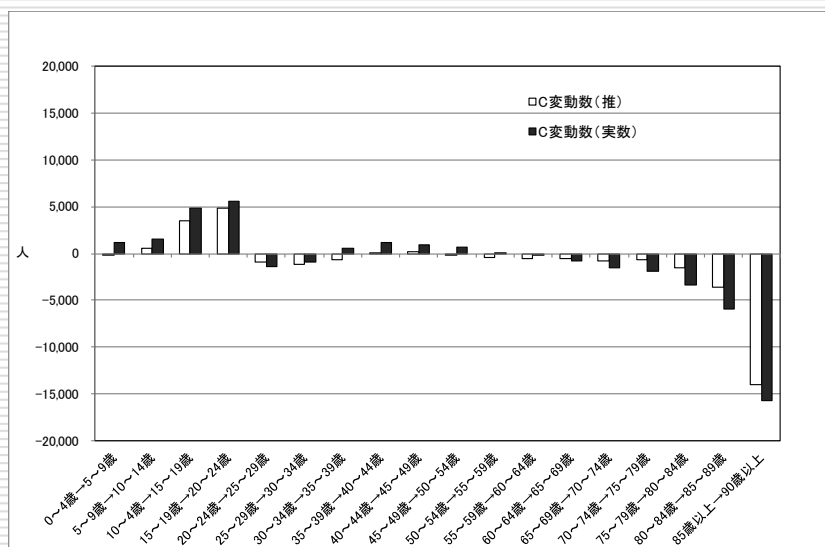


図3 コーホート変動数(中央区:男子)

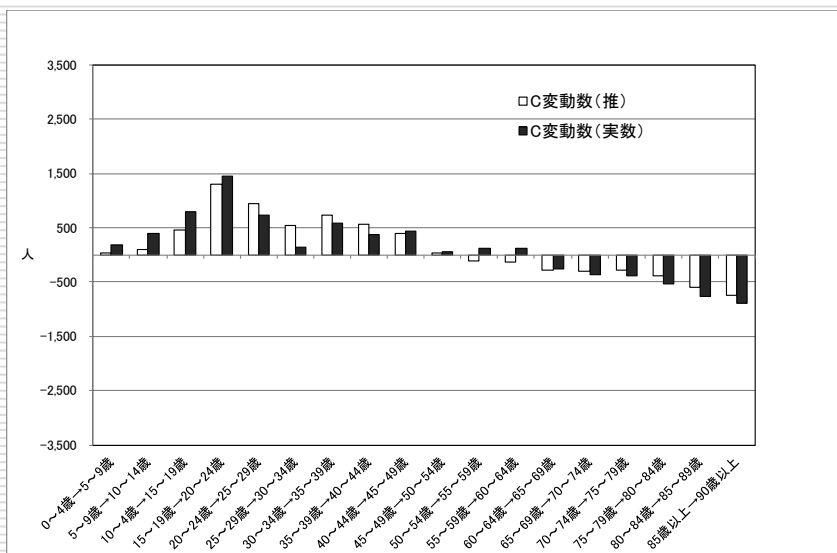


図4 コーホート変動数(中央区:女子)

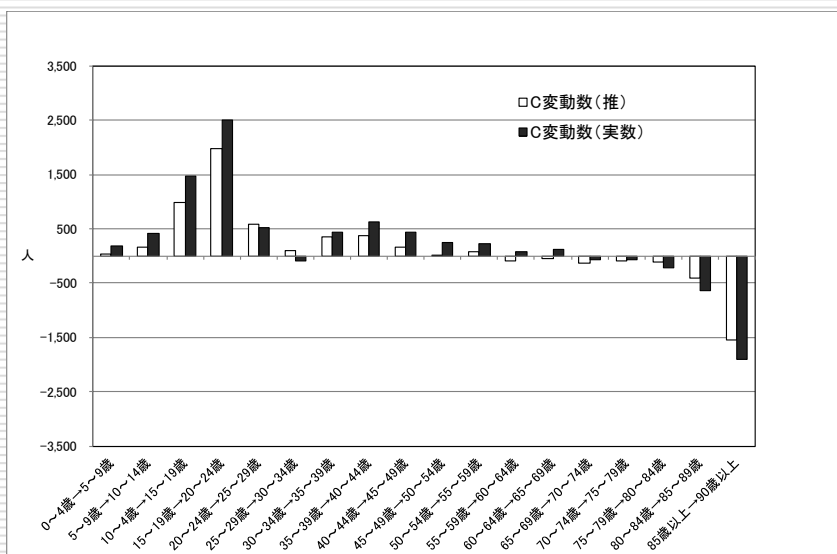


図5 コーホート変動数(南区:男子)

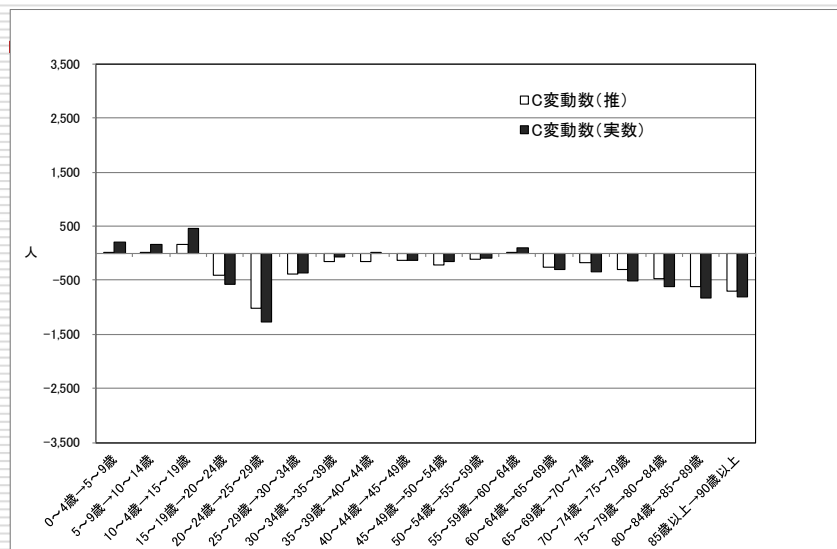
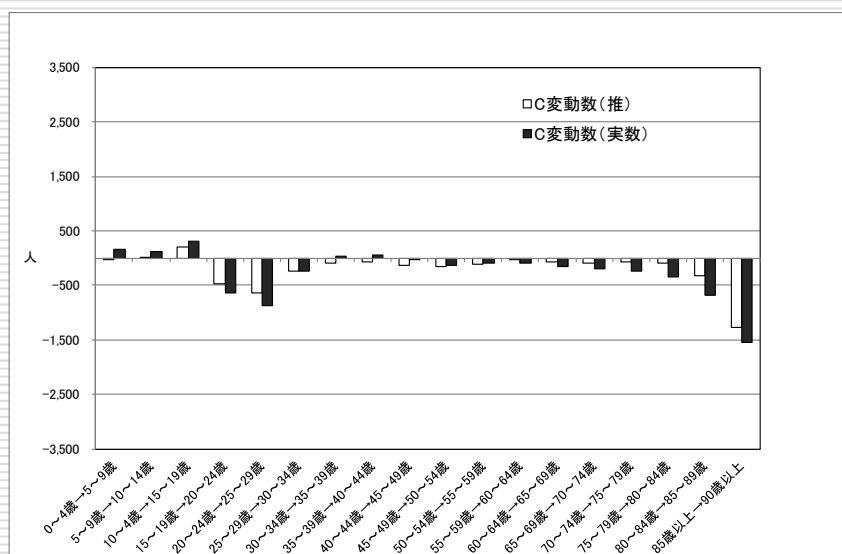


図6 コーホート変動数(南区:女子)



小地域コーホート変動数の地図化

小地域の性・年齢別コーホート変動数(図中凡例:2010-2015年)と、2015-2020年の社人研地域人口推計(2013)の推計変動数(図中凡例:2015-2020年)を作図。

以下、3つの時期に着目した。

- ① 進学期(図中凡例:15～19歳)10～14歳→15～19歳
- ② 就職期(図中凡例:20～24歳)15～19歳→20～24歳
- ③ 高齢期(引退・死亡も含む, 図中凡例:65歳以上)60～64歳→65～69歳, 65～69歳→70～74歳, 70～74歳→75～79歳, 75～79歳→80～84歳, 80～84歳→85～89歳, 90歳以上の合計値

図7 進学期 2010-2015年(国勢調査結果)

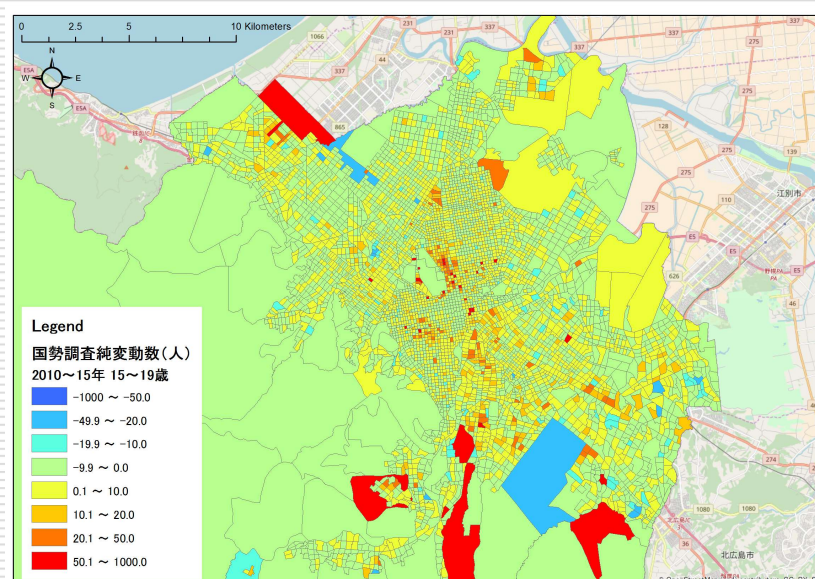


図8 進学期 2015-2020年(推計結果)

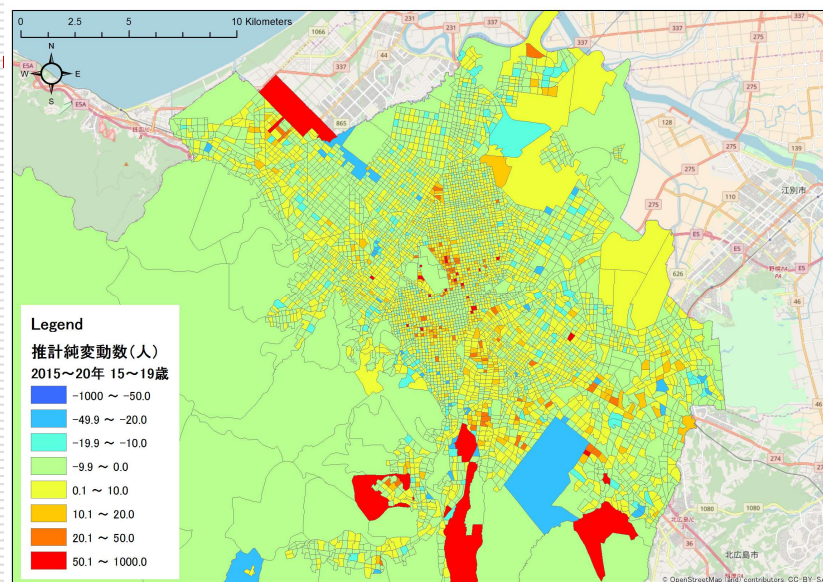


図9 就職期 2010-2015年(国勢調査結果)

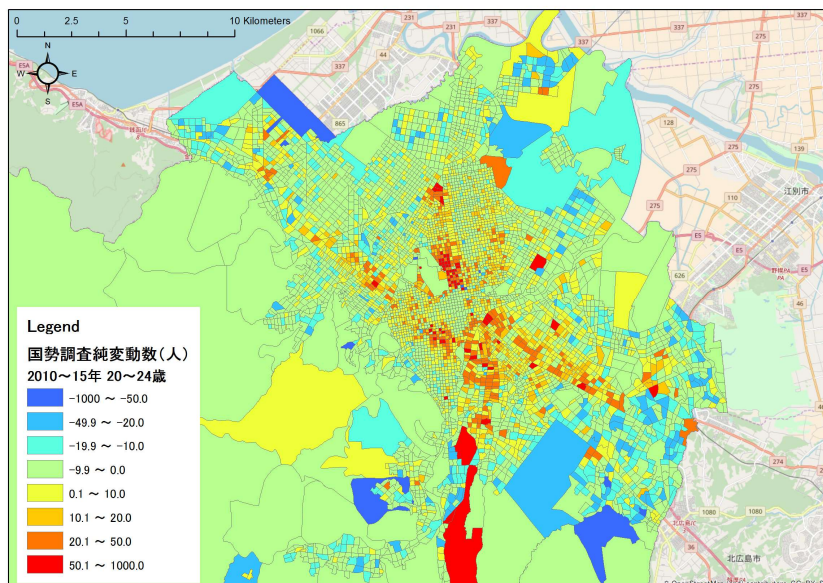


図10 就職期 2015-2020年(推計結果)

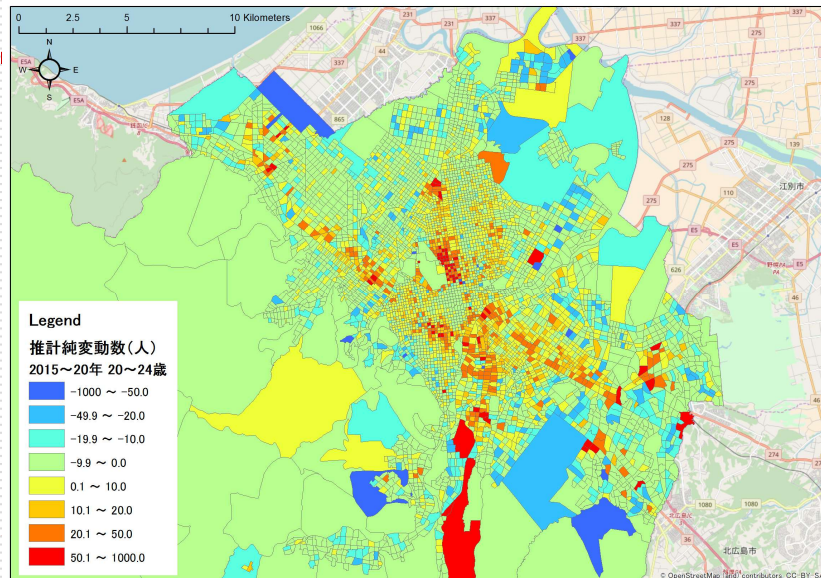


図11 高齢期 2010-2015年(国勢調査結果)

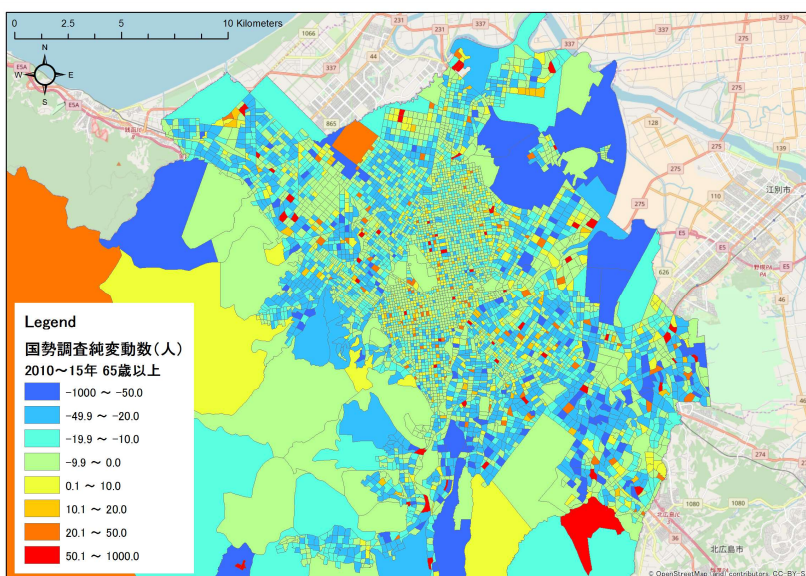
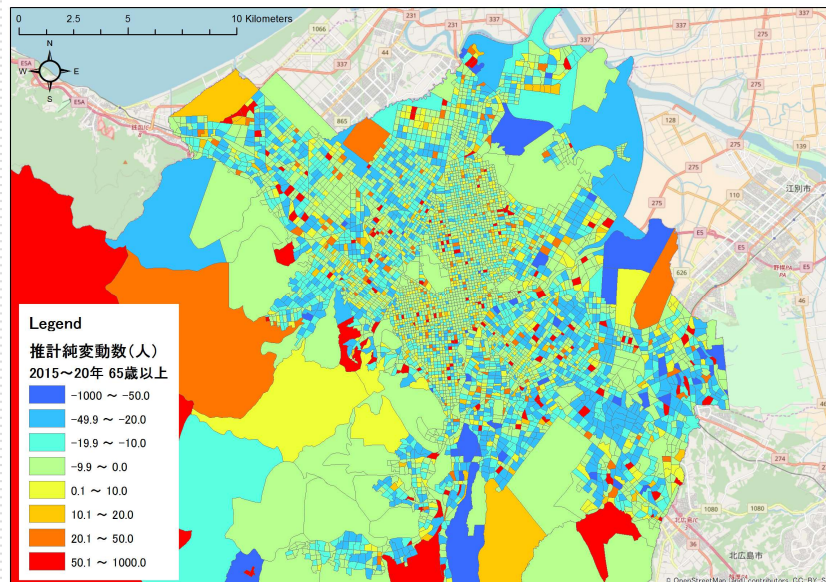


図12 高齢期 2015-2020年(推計結果)



考察と今後の課題

- コーホート変動数シェア・トレンド法では、コーホート変動数を純増地域と純減地域に分けて、小地域シェアで一律に計算することができ、この値を5年前のコーホート人口に加えるだけで、推計年の性・年齢別人口を求めることができる。このため割り戻しの際の誤差は人口移動に限定され、より人口移動に焦点を絞った推計が可能となった。
- ただし、この手法では、社人研地域人口推計のコーホート変動数を純増分と純減分に分解する必要があり、推計値と基準年の差分の2分の1を基準年の純増分と純減分に加算する操作を行う。このため差分が大きい場合には、純増(純減)地域が純減(純増)に転じることもある。この点については妥当性を検証する必要がある。

考察と今後の課題

- コーホート変動数シェア・トレンド法を使い、2010-2015年の国勢調査間の、小地域の性・年齢別コーホート変動数と、2015-2020年の社人研地域人口推計の推計変動数をGISで作図。
- ① 進学期：高校・大学などの教育機関に隣接する小地域で、他地域から転入超過傾向が確認できた。
- ② 就職期：同じ地域で進学期とは逆に転出超過傾向が、地下鉄沿線に沿った商業・オフィス・集合住宅地域では転入超過傾向が示された。
- ③ 高齢期：周辺の一部地域で、病院・介護施設との関連が推測される転入超過傾向が見られる。手稲区、東区などの一戸建て住宅地域では高齢者の減少傾向が、また中央区など市の中心部では高齢人口の下げ止まり傾向が確認された。
- 小地域の施設特性と人口移動の関係を解明する必要がある。

参考文献・謝辞

- 1) 北海道：「第123回(平成28年)北海道統計書 3. 人口」2016. http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/tuk/920hsy/920hsy16_03.pdf 2016年10月31日(アクセス日)
- 2) 総務省統計局「平成27年国勢調査 人口等基本集計結果 要約」2016. <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/kekka/kihon1/pdf/youyaku>. 2017年10月31日(アクセス日)
- 3) 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)
- 4) 原俊彦：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。札幌市立大学研究論文集 11-1：187-216. 2017
- 5) 総務省統計局：平成22年国勢調査(小地域2010/10/01). http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&tclassID=000001053609&cycleCode=0&requestSender=search 2017年10月24日(アクセス日)
- 6) 総務省統計局：平成27年度国勢調査結果(小地域2015/10/01). http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&tclassID=000001082821&cycleCode=0&requestSender=estat 2017年10月24日(アクセス日)
- 7) R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. 2017年10月24日(アクセス日)
- 8) ESRI Inc.: ArcGIS10.5. 2017. <https://www.esri.com/2017年10月24日>(アクセス日)

*本研究は、日本学術振興会科学研究費・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、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します。

なお、研究に関わる利益相反(Conflict of Interest: COI)はありません。

連絡先：原 俊彦（はら としひこ）
札幌市立大学 デザイン学部（教授）
〒005-0864 札幌市南区芸術の森1丁目 Tel:（直）011-592-5860（代）011-592-2300
FAX: 011-592-2374E-mail: t.hara@scu.ac.jp <http://faculty1.scu.ac.jp/hara/>
