

96. 地域内人口分布の偏在化・均一化シナリオ構築手法の開発

—国勢調査3次メッシュデータを用いて—

Development of Formulation Method for Centralized and Decentralized Scenarios on Regional Population Distribution

- Using Mesh-based National Population Census -

有賀敏典*, 松橋啓介*

Toshinori ARIGA*, Keisuke MATSUHASHI

This study develops a formulation method for two feasible scenarios of population distribution within each municipality in Japan by using mesh-based national population census of 2000 and 2005, to discuss future regional planning. Centralized and decentralized scenarios up to 2050 are calculated by applying different set of cohort change ratios at each scenario and at each mesh type. The mesh type reflects on population size of mesh, in addition to size, district, and total population change of the municipality which contains mesh. In conclusion, our method can effectively introduce feasible centralize and decentralize scenarios of population distribution within municipality, even though it remains needs to improve the method for municipalities in metropolitan area.

Keywords: cohort change ratio, mid and long term, grid systems, Gini coefficient for population distribution

コーホート変化率, 中長期, メッシュデータ, 人口分布ジニ係数

1. はじめに

高齢化や人口減少が進行する中、持続可能で活力のあるまちづくりが課題になっている¹⁾。「地域内」の人口分布は、住民が享受できる活動機会やサービスなどの便益、インフラ維持整備や各種行政サービスにかかるコスト、環境に対する負荷や環境から受ける影響などに密接に関係している。すなわち、ある地域の総人口が同一であっても、地域内人口分布には様々なパターンが存在し、分布パターンはこれらの便益、コスト、環境問題に異なる影響を及ぼしうる。したがって、中長期的な地域の計画に際しては、多様な評価軸の観点から望ましい地域内人口分布へ誘導することが課題のひとつである。

将来の地域内人口分布を考える上では、地域内の定量的な人口データに基づいた議論が必要である。その研究事例としては、国勢調査のメッシュや町丁目データを用い、小地域の将来人口を推計したものがある。例えば、広島市を4次メッシュ単位で人口推計した奥村の研究²⁾、全国の3次メッシュ単位で推計を行った土屋・室町らの研究³⁾や国土交通省の推計⁴⁾がある。しかし、小地域での推計は不確実性が高く、信頼性の高い推計値を得ることは困難である。

一方、近年様々な分野において、将来の複数の方向性を想定し将来の計画や政策を検討する「シナリオ分析」の手法を用いた研究が行われている。例えば、藤野らは2050年の社会経済像について二つのシナリオを想定し、低炭素社会実現の観点から各シナリオを多面的に議論している⁵⁾。地域内人口分布に関して、山形ら⁶⁾は東京都市圏を対象に町丁目単位の人口データを用い、集約化・分散化を最大限推し進めた場合の将来シナリオの構築を試みている。しかし、極端なシナリオの設定であり、実現性や時間軸を考慮していない点が問題である。まちづくりの課題を解決して

いくためには、実現性の高いシナリオを想定し、計画や政策の検討に供することが重要である。

そこで本研究では、近年の地域内人口分布変化の実態に基づき、時間軸を考慮した地域内人口分布の偏在化（集約化）および均一化（分散化）シナリオ構築手法を開発する。なお、「地域」は「市町村」を単位とし、東京23区に関しては「区」を単位とする。設定にあたり、自治体の計画への反映しやすさおよび国立社会保障人口問題研究所（以下、社人研）が行う将来人口推計の単位を考慮した。市町村界は、社人研の最新の将来市区町村別人口推計⁷⁾に合わせ、平成20年12月時点のものを用いる。

2. 市町村内人口分布のシナリオ構築手法

(1) 概要

全国国勢調査3次メッシュデータを用い、直近に偏在化・均一化した市町村を抽出し、各々のメッシュタイプ別人口変化率を計算した。得られた偏在化・均一化別人口変化率を用い、コーホート変化率法にて将来のメッシュ人口を5年毎に2050年まで計算した。なお、市町村全体の性別5歳階級別人口は、社人研の市区町村別人口推計と同様の手法で推計し、偏在化・均一化にかかわらず市町村全体の性別5歳階級別人口が同一になるように補正を行った。市町村内の人口分布シナリオ構築のフローを図-1に示す。

(2) 市町村内人口分布変化の定量化と分類

人口分布変化の定量化については、Kawashima et al. が都市圏人口分布のサイクルを分析するため開発した ROXY 指標⁸⁾、国土交通省が全国の人口分布変化を分析するために用いた人口分布ジニ係数⁹⁾などがある。本研究では、期首・期末の人口分布ジニ係数の「差分」を用いて、地域内人口分布変化を定量化した。

*正会員・独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究センター (National Institute for Environmental Studies)

人口分布ジニ係数は0から1までの値をとり、1に近いほど偏在、0に近いほど均一を示す指標である。ある市町村の人口分布ジニ係数Gは、

$$G = 1 - \frac{\sum_i a_i(p_i + p_{i-1})}{10000}$$

と表せる(図-2)。ここに、 a_i は*i*番目に人口密度が低いメッシュの面積の可住地面積に占める割合、 p_i は人口密度が最も低い単位から*i*番目のメッシュまでの累積人口の割合である。市町村内といった狭い範囲ではメッシュ面積はほぼ一定(約1km²)であるから、市町村に属するメッシュ数を*n*とすると、 $a_i = 1/n$ と近似できる。人口分布ジニ係数を市町村毎に求め、期末のものから期首のものを減じる。この差分が正の場合は、メッシュ間の人口規模の格差が広がり、市町村内の人口分布が偏在化したことになる。一方、差分が負の場合には、メッシュ間人口規模の格差が縮まり、市町村内の人口分布が均一化したことになる。次に、人口分布ジニ係数の差分±0.01を閾値とし、3つのグループに分類した。すなわち、差分0.01超は「偏在化」グループ、-0.01未満は「均一化」グループ、±0.01以内は「変化なし」グループである。なお、過去のデータにおいて偏在化(または均一化)のグループに該当する市町村数が著しく少ない場合に、安定的なメッシュタイプ別の性別5歳階級別人口変化率を得られず、偏在化(もしくは均一化)シナリオをうまく構築できないことから、各グループに該当する市町村数に大きな差が出ないことに留意した上で、キリの良い値を閾値として設定した。

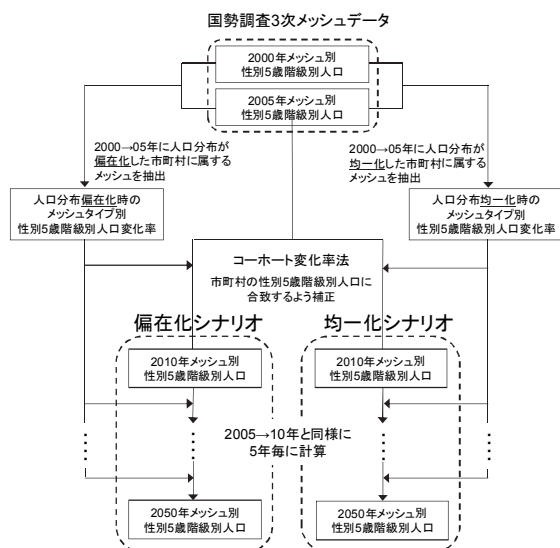


図-1 偏在化・均一化シナリオ構築のフロー

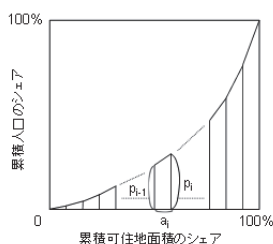


図-2 人口分布ジニ係数の定義

(3) メッシュタイプ別人口変化率の算出

シナリオ構築に用いる人口変化率は、直近(2000→05年)の国勢調査3次メッシュデータを利用する。(2)節で述べたように、全国の市町村に関して人口分布変化を定量化し、偏在化・変化なし・均一化に3分類する。過去のメッシュ人口変化率は、メッシュ人口規模やメッシュの属する市町村の人口増減率、都市圏タイプによって傾向が異なることが明らかになっているため¹⁰⁾、メッシュタイプを、

- ・メッシュの属する自治体タイプ別(2分類)
- ・メッシュの属する都市圏タイプ別(2分類)
- ・メッシュの属する市町村人口増減パターン別(3分類)
- ・メッシュ人口規模別(7分類)

に分類した。すなわち表-1のように、全国のメッシュを3×2×2×3×7=252グループに分類し、各グループの2005年の性別5歳階級別人口を2000年のもので除することにより、2000→05年における性別5歳階級別人口変化率を計算する。なお、自治体は期末2005年時点の区分、都市圏は直近の三大都市圏のパーソントリップ調査の調査範囲¹¹⁾⁻¹³⁾を三大都市圏、それ以外を地方とした。市町村人口増減は、2000→05年の国勢調査から、分類の結果各グループに該当する市町村数に極端な差が出ないように留意した上で、キリの良い値である市町村総人口変化±3%を閾値として分類した。

分類して求めた性別5歳階級別人口変化率の例として、男性15～19歳→20～24歳のものを図-3に示す。グラフが概ね右肩上がりの場合には偏在化、右肩下がりの場合には均一化することを反映しているといえる。例えば、地方一般市の市町村人口減少時のメッシュ人口規模別人口変化率を見ると、2,000人以上の比較的人口規模が大きいメッシュで、均一化の場合は人口変化率が小さい。これは性別5歳階級別でみた場合の一例であるが、全体的にも偏在化・均一化の各シナリオで、メッシュタイプ別に人口変化率が異なることを表現できていることが概ね確認できている。ただし、三大都市圏・市に関しては、市によって、メッシュ人口規模の範囲に大きな差があり、偏在化・均一化の区別が不明瞭な場合がある。また、2000→05年で人口減少して偏在化した市の5,000人以上のメッシュ人口変化率が得られておらず、こうしたメッシュを多く含む区部のような地域で、人口減少する場合の偏在化シナリオを構築することは現状では困難である。

表-1 メッシュタイプの分類

区分	分類	該当メッシュ数
市町村人口分布変化 【閾値】 5年間人口分布ジニ係数増減±0.01	偏在化	69968
	変化なし	71794
	均一化	14021
自治体	市	88894
	町村	66889
都市圏	三大都市圏	24517
	地方	131266
市町村人口増減 【閾値】 5年間市町村人口増減±3%	増加	17479
	変化なし	76706
	減少	61598
期首のメッシュ人口規模	200人未満	92512
	200人以上	26624
	500人以上	14416
	1,000人以上	9524
	2,000人以上	8678
	5,000人以上	3248
	10,000人以上	781

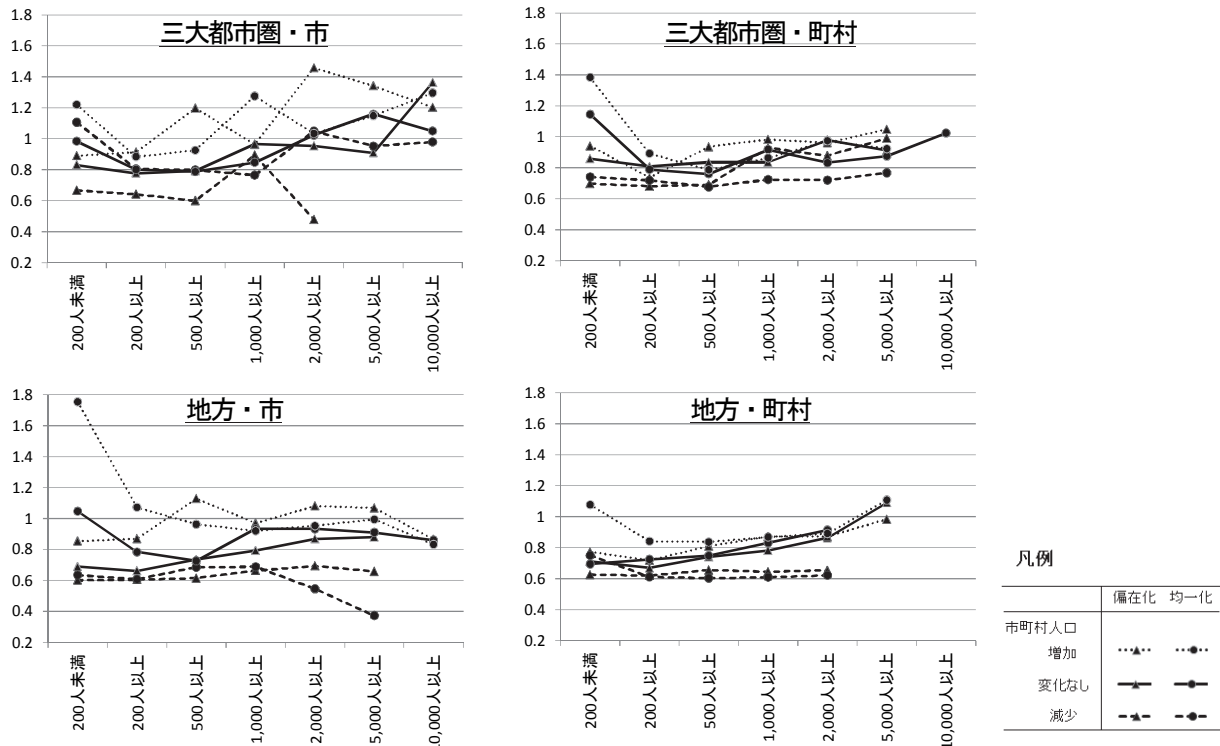


図3 人口変化率（男性15～19歳→20～24歳の例）（縦軸は人口変化率、横軸はメッシュ人口規模を示す）

(4) 市町村別・性別5歳階級別人口の推計

メッシュ人口の補正の際に必要な市町村別・性別5歳階級別人口については、社人研の推計方法にならない、以下のとおり5年毎に2050年まで推計した値を用いる。

社人研が発表している将来人口推計は平成24年4月現在、全国版が2010年調査ベースで2110年（超長期参考値を含む）まで、都道府県別・市区町村別推計が2005年調査ベースで2035年までである。そこで2035年までに関しては、2005年ベースの市区町村別人口推計が、2010年調査ベースの全国版に適合するように、女性15～49歳の5歳階級別出生率・性別5歳階級別人口を用いて0～4歳階級の生残率・移動率を計算し、市町村人口の総和が全国値に一致するように補正を行った。他の階級に関しても、市町村人口の総和が全国値に一致するように補正を行った。

2035年以降については、性別5歳階級別生残率、子ども女性比、0～4歳性比、性別5歳階級別純移動率を2005年から2035年の値を参考に設定した。具体的には、生残率は2035年から2050年も緩やかに増加するが、増加幅は減少していくという仮定のもと、2005年から2035年までの性別5歳階級別生残率の対数を取り近似式を求め、2050年まで延長した値を用いた。0～4歳生比に関しては、社人研の仮定値は年次によって大きな変動はないことから、2035年時点のものを2050年まで適用した。性別5歳階級別移動率に関しては、2035年時点のものを2050年まで適用した。

(5) 偏在化・均一化シナリオの構築手法

2005年のメッシュ別・性別5歳階級別人口にコーホート変化率法を適用することで、2010年以降2050年までのメッシュ別・性別5歳階級別人口を求める。コーホート変化

率は(3)節で求めた人口分布変化タイプ・メッシュタイプ別の値を適用する。メッシュタイプは(3)節と同様に設定するが、自治体区分に関しては、市町村人口増減を加味し、市町村人口3万人以上の場合には「市」、3万人未満の場合には「町村」とした。都市圏に関しては2050年まで変化しないと仮定し、市町村人口増減は(4)節で求めた推計値を基準にした。

最後に、メッシュ別に得られた性別5歳階級別人口を市町村単位で合算し、(4)節で求めた各市区町村別・性別5歳階級別人口と一致するように補正係数を求め、メッシュ別・性別5歳階級別人口に補正係数を乗じた。

3. シナリオ構築の結果例

2章の手法を用いて、全国の市町村について偏在化・均一化の各シナリオを構築した。本章では、新潟県十日町市を例に挙げ、得られた結果を紹介する。

(1) 新潟県十日町市の概要

新潟県十日町市は、2005年に周辺4町村と合併して誕生した人口約6万2千人（2005年時点）の新潟県南部に位置する市である。地理的に大都市や県庁所在都市から離れているため、通勤・通学・買い物・通院などの日常生活は市内でほぼ完結する独立性が比較的高い地方都市である。過疎地域と市街地の両方がかかえており、市全体としては人口減少が続いている。ただし、その減少幅は過疎地域と市街地で異なっており、過疎地域から市街地といった市内の移動があることが特徴であり、将来の市内人口分布を検討する必要性が高いと考えられる。なお十日町市は、2005年から2050年までのすべての期間で、自治体区分「市」、都市圏分類「地方」、市町村人口増減「減少」の区分に属する。

(2) メッシュ人口変化

2005 年の国勢調査から得られる新潟県十日町市の人口分布、構築した偏在化・均一化シナリオそれぞれの 2030 年および 2050 年の人口分布を図4に示す。市全体としては人口減少するものの、減少の度合いが市内一律ではなく、偏在化シナリオは人口が集約化し、均一化シナリオは人口が分散化することを表現できていることがわかる。

(3) 人口分布ジニ係数変化

(2)節で得られた偏在化・均一化の各シナリオのメッシュ人口を用いて、人口分布ジニ係数を計算した結果および市の総人口を図5に示す。偏在化シナリオでは人口分布ジニ係数の値が増加し、均一化では減少しており、想定通りの結果が得られたことが確認できる。参考までに、市町村で一律の人口変化率を用いてメッシュ人口推計をした国土交通省⁹⁾の手法を再現した値も示した。十日町市の例においては、本研究の偏在化シナリオに近い推計になっている。

(4) 人口規模別のメッシュ数と居住人口の変化

(2)節で得られた偏在化・均一化の各シナリオのメッシュ人口規模別の居住人口を図6に示す。偏在化シナリオでは、比較的人口規模の大きい2,000人以上や1,000人以上のメッシュに居住する人口の減少が抑えられている。一方の均一化シナリオでは、200 人未満の低密なメッシュで居住人口が増加していることがわかる。小規模メッシュに居住する人が増えると、買物難民の増加や、公共交通の維持困難、自動車分担率の増加による一人当たりの交通由来CO₂排出量の増加、砂防や道路のようなインフラ維持コストの増大、除雪やゴミ収集のような行政コスト増大などの様々な都市問題を深刻化させる可能性があると考えられる。中長期的には人口分布のパターンがこの程度変わりうることを考慮して、偏在化および均一化の各シナリオを多面的に評価することで、望ましい人口分布へ誘導する必要性について議論することが重要である。

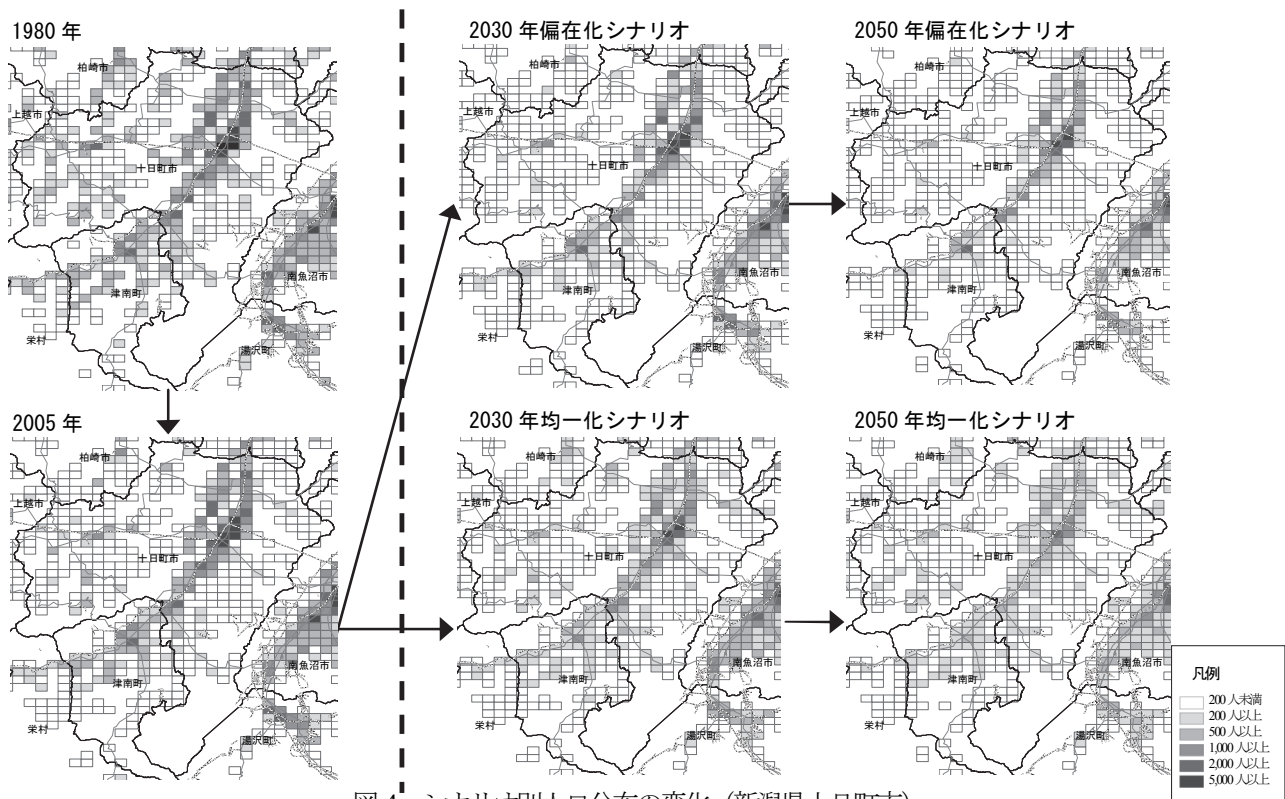


図4 シナリオ別人口分布の変化（新潟県十日町市）

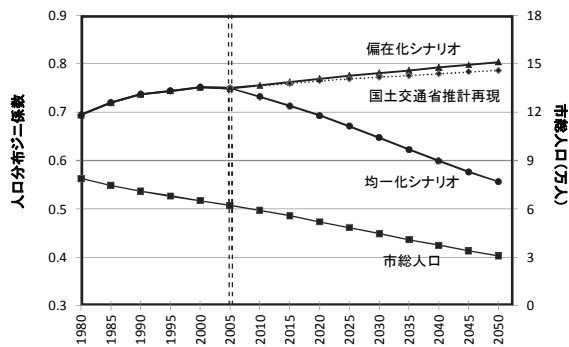


図5 人口分布ジニ係数および人口の変化
(新潟県十日町市)

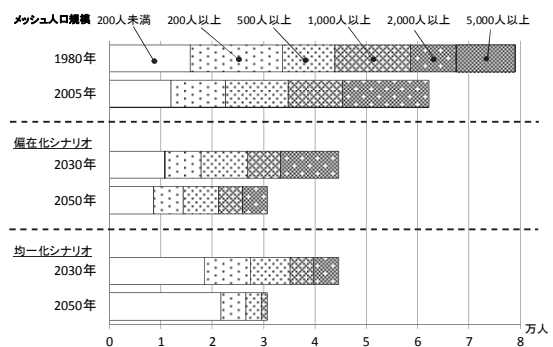


図6 メッシュ人口規模別の居住人口
(新潟県十日町市)

4. 全国の市町村のシナリオ構築結果と考察

3章では新潟県十日町市を例にシナリオ構築の結果を紹介した。本章ではシナリオの全国的な結果を踏まえ、本研究で用いた手法の妥当性を検証し、課題を整理する。

(1) 偏在化・均一化シナリオの妥当性

本研究では直近に偏在化・均一化した市町村に属するメッシュを対象に、メッシュタイプ別・性別5歳階級別人口変化率を求め、将来に適用することで全国市町村の人口分布シナリオを構築した。この手法は、必ずしもシナリオの偏在化・均一化することを担保していないことから、一部想定と異なる人口分布ジニ係数の変化を示す市町村が出る結果となった。図-7に全国の人口分布ジニ係数の変化を示す。偏在化シナリオ構築時に人口分布ジニ係数が減少（均一化）した市町村、均一化シナリオ構築時に人口分布ジニ係数が増加（偏在化）した市町村が存在する。例えば偏在化シナリオ構築の際に、三大都市圏では314市中120市、171町村中19町村、地方では492市中8市、828町村中18町村が均一化してしまっている。

三大都市圏外縁部の市町村で想定通りになっていない例が多い。原因としては、人口変化率を算出した2000→05年の各市町村のメッシュ人口規模の範囲と、適用する今後の各市町村のメッシュ人口規模の範囲が異なることが挙げられる。各市町村内にあるメッシュ人口規模の範囲は、市町村や年次によって異なる。例えば、三大都市圏・市で2000→05年に人口減少および偏在化した市町村は、メッシュ人口規模が5,000人未満のメッシュのみを含む市町村しか存在しない。また、三大都市圏・市で2000→05年に人口減少および均一化した市町村は、5,000人未満のメッシュのみを

含む市町村と5,000人以上のメッシュをのみを含む市町村が多かった。今後三大都市圏では人口減少する市が増加するが、人口規模が5,000人未満と5,000人以上の両方のメッシュを含む市町村にこれらのメッシュタイプ別人口変化率を適用すると、うまく偏在化・均一化しない問題が生じた。このような市は、埼玉県北部や岐阜県南部に多く見られた。人口規模が5,000人未満と5,000人以上の両方のメッシュを含み、人口減少および偏在化・均一化した市町村のデータが2010年の国勢調査から得られれば、改善が期待できる。

また、人口規模が同一のメッシュが市町村内の大半を占める場合、それらのメッシュに同一の人口変化率のセットを乗ずるため、偏在化シナリオと均一化シナリオの違いがでにくくなる。この限界に対しては、人口規模以外の分類（鉄道駅や様々な施設からの距離等）に基づく人口変化率の適用が有用であると考えられる。

さらに、三大都市圏の市一面に人口規模の大きいメッシュが存在するような市では、市内の人口分布偏在化・均一化という考え方が適切でなく、地域を市町村単位でなく都市圏で捉えることが適切という考え方もあろう。

(2) メッシュ人口規模別居住人口

(1)節で述べたとおり三大都市圏で想定通りのシナリオが得られない問題はあるものの、地方に関しては、概ね想定に近いシナリオが構築できたと考えられる。3章の新潟県十日町市の例と同様に、全国のメッシュ人口規模別の居住人口を分析したものを図-9に示す。地方では、十日町市の状況と同じく偏在化シナリオでは1,000人以上、2,000人以上といった比較的人口規模の大きいメッシュに居住する人口の減少を抑制することができている。一方の均一化で

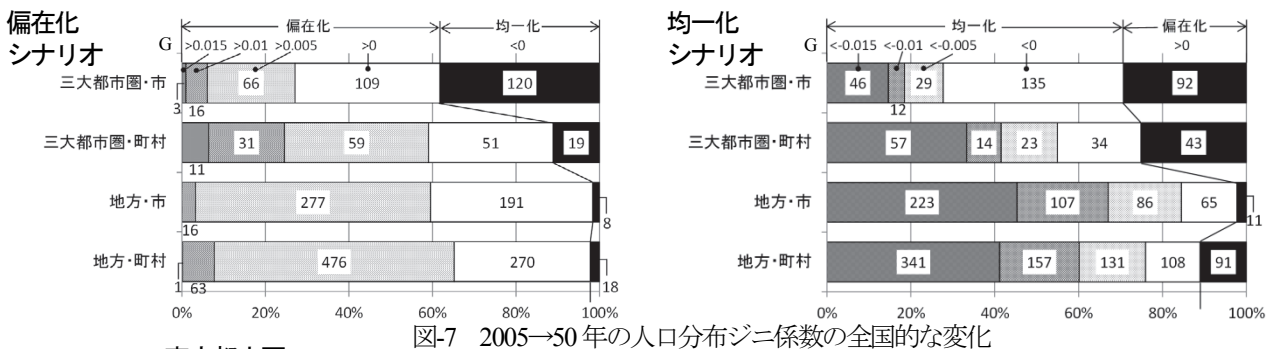


図-7 2005→50年の人口分布ジニ係数の全国的な変化

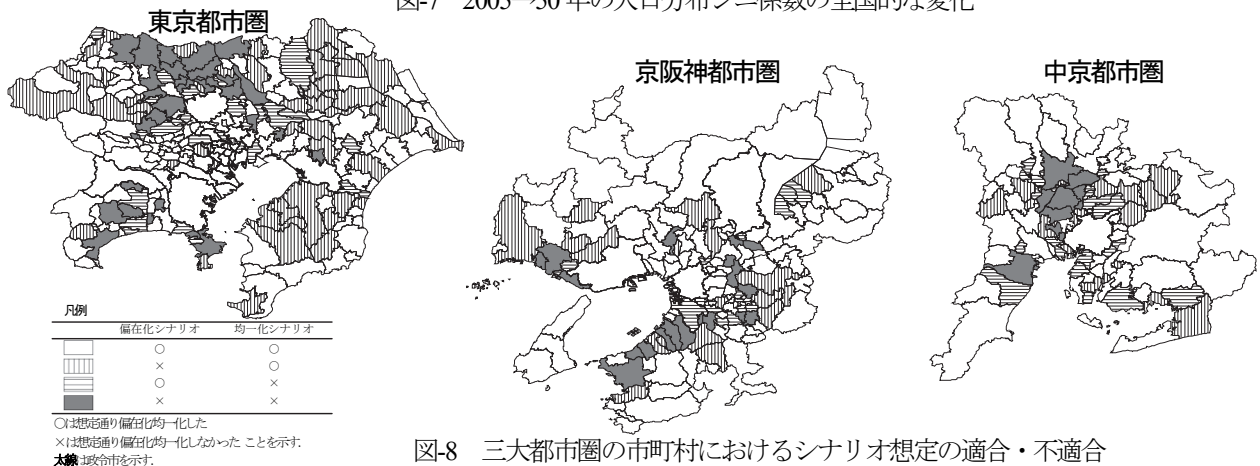
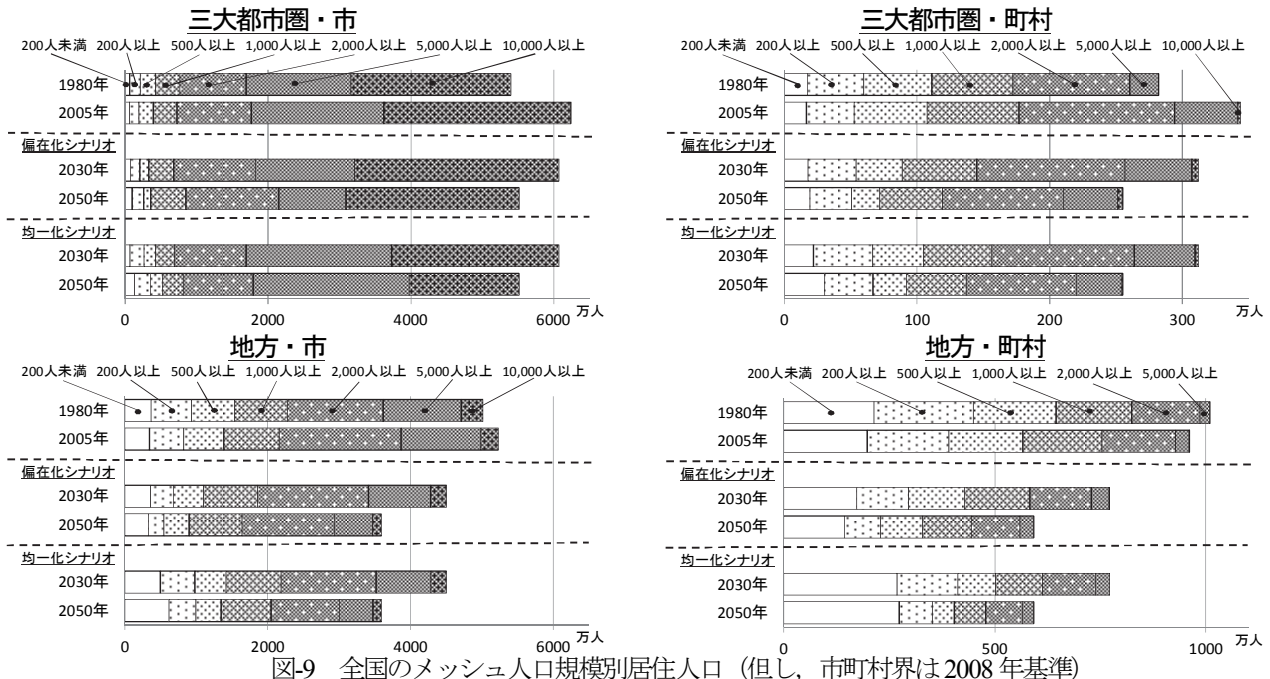


図-8 三大都市圏の市町村におけるシナリオ想定との適合・不適合



は、偏在化に比べ人口規模の大きいメッシュの居住人口減少が著しく、200人未満のような人口規模の小さいメッシュの居住人口が増加している。今後の地域内人口分布を議論する材料となる結果が得られたと考えられる。

5. 結論と今後の課題

本研究では、地域内人口分布の将来のあり方を議論するため、時間軸を考慮した偏在化・均一化の各シナリオを構築する手法を開発した。具体的には、国勢調査3次メッシュデータを利用し、直近5年間に偏在化・均一化している市町村のメッシュタイプ別・性別5歳階級別人口変化率を計算し、コーホート変化率法を適用することで、2050年までの偏在化・均一化の各シナリオの構築を試みた。その結果、住民の便益、コスト、環境問題に密接に関係する地域内人口分布を将来的にどのように誘導すればよいか議論する材料になり得る、時間軸を考慮した市町村内の偏在化・均一化の各シナリオを構築することができた。ただし、三大都市圏では想定通りのシナリオを構築できなかった例が少なからずあった。メッシュ人口規模に依存した人口変化率設定方法の弱点として、市町村内に存在するメッシュ人口規模の範囲が過去と将来で異なることなどが原因として考えられ、人口規模以外の分類や地域の捉え方の改善が課題である。

今後は様々な観点からシナリオを評価し、総合的に望ましい地域内人口分布に誘導する計画を行っていくことが期待される。例えば、市町村内人口分布を偏在化に誘導することによって、買物難民の減少、公共交通の維持、交通由来CO₂排出量の減少、インフラ維持コストの削減、行政コスト削減などの諸問題の解決に貢献できるか評価することが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、環境省の環境研究総合推進費(S-8-1(1))により実施された。

参考文献

- 1) 国土交通省、持続可能なまちづくり研究会提言、日本語、<http://www.mlit.go.jp/common/000209503.pdf>, 2012.4.20.
- 2) 奥村誠(2005),「国勢調査メッシュデータに基づく地区の将来人口構成予測手法」,都市計画論文集,Vol.40-3,pp.193-198.
- 3) 土屋貴佳,室町泰徳(2005),「メッシュ単位の将来人口推計モデルの構築に関する研究」,第32回土木計画学研究発表会・講演集,CD-ROM.
- 4) 国土交通省,国土審議会政策部会「国土の長期展望」中間とりまとめ,日本語,http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/kokudo03_sg_000030.html, 2012.4.20.
- 5) 藤野純一,榎原友樹,岩淵裕子(2009),「低炭素社会に向けた12の方策」,pp.10-36,日刊工業新聞社.
- 6) 山形与志樹,瀬谷創,中道久美子(2011),「土地利用モデルを用いた東京都市圏の土地利用シナリオ」,環境科学誌,第24巻,第3号,pp.169-179.
- 7) 国立社会保障・人口問題研究所(2008),「日本の市区町村別将来推計人口平成20年12月推計」,pp.1-11.
- 8) Kawashima, T., A. Fukatsu, N. Hiraoka(2007),「Re-urbanization of Population in Tokyo Metropolitan Area: ROXY-index / Spatial-cycle Analysis for the Period 1947-2005」,學習院大學經濟論集 Vol.44, No.1, pp.19-46, 2007.
- 9) 国土交通省,国土のモニタリング人口分布ジニ係数,日本語,<http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/monitoring/system/>, 2011.4.20.
- 10) 有賀敏典,松橋啓介,米澤健一(2011),「自然増減と社会増減を明示的に考慮した地域内人口分布の変化—1980年から2005年までの全国国勢調査・基準地域メッシュデータを用いて—」,都市計画論文集,Vol.46, No.3, pp.847-852.
- 11) 東京都市圏交通計画協議会事務局,パーソントリップ調査,日本語,<http://www.tokyo-pt.jp/person/index.html>, 2012.4.20.
- 12) 京阪神都市圏交通計画協議会事務局,京阪神都市圏交通計画協議会について,日本語,<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/pt/index.html>, 2012.4.20.
- 13) 中京都市圏総合都市交通計画協議会,パーソントリップ調査,日本語,<http://www.cbr.mlit.go.jp/kikaku/chukyo-pt/persontrip/index.html>, 2012.4.20.