

---

## 研究論文

---

# 地域メッシュ統計の区画変遷に伴う時系列分析の 可能性に関する一考察

—測地系間・メッシュ階層間の比較から—

小池 司 朗

国勢調査などで表象されている地域メッシュ統計は、その分析上の多くの利点やGIS（地理情報システム）の普及などによって、広範な分野においてデータが活用されている。一方で、測地系の改変に伴う境域の変化やメッシュ階層の細分化によって、地域メッシュ統計を用いた時系列分析は岐路にさしかかっている状況であるといえる。本稿では、異なる境域のメッシュデータを用いた場合に推定される鉄道路線からのバッファリング圏内人口および圏内の年齢別人口割合の差について検証し、時系列分析に耐えうるか否かに関する一考察を行った。その結果、測地系間・メッシュ階層間ともに推定される年齢別人口割合の差は微小であり、沿線別の人口構造の特徴を捉えるうえで、異なる測地系・異なるメッシュ階層のデータを用いたとしても影響は小さいことが示唆された。また、基本単位区データから求められる圏内人口を真値とし、町丁・字等別集計を含めた小地域統計から圏内人口を推定した結果、4次メッシュを統計データとして用い、小地域統計の人口を面積按分する簡易な方法によって非常に精度の高い推定結果が得られた。本研究により、地域メッシュ統計のさらなる利用可能性が明らかになったと考えられる。

### I. はじめに

近年、世界各国のセンサスにおいて小地域統計の重要性が認識されるようになってきている（大友 2007）。わが国における小地域統計の台頭の背景としては、主に2000年以降の「平成の大合併」の進展によって市町村境域が大幅に広域化し、それに伴って様々な性格を持った複数の地域が同一の自治体になるケースが増えた（芦谷 2010）ことが挙げられる。こうした状況下において市町村別の統計は、地域の実情を詳細に示すデータとして、従来と比較すると必ずしも適切とはいえなくなってきた。市町村別に、よりきめ細かな計画や政策が求められている時代にあっては、今後、小地域統計が市町村別統計に取って代わり得る存在になると考えられる。そのなかでも地域メッシュ統計は、ほぼ当面積の区画で距離に関する分析が容易であることなどから利用頻度が高く、特に近年においては、GIS（地理情報システム）を活用した各種分析において多用されている。地域メッシュ統

計は、小地域統計のなかでは早い段階から整備されてきたことに加えて、ベクターデータとしてもラスターデータとしても利用可能であることから、とりわけ時空間分析には適した統計データであるといえる。

しかし、測量法の改正による日本測地系から世界測地系への移行に伴って日本周辺における緯度経度座標が変化し、緯度経度座標を基準とする地域メッシュの区画も改変が避けられない状況となっている。また、地域メッシュ統計自体は調査ごとに概ね拡充される方向にあり、近年の国勢調査においては基準地域メッシュ（3次メッシュ）をさらに細分化した分割地域メッシュ（4次メッシュ等）のデータも作成されるようになっている。地域メッシュ統計は、区画の変化がないという点が統計データとしての大きなメリットであったが、上記のようなデータ整備過程においては、年次によって異なる区画の地域メッシュ統計を利用せざるを得ない（あるいは、分析の内容によっては利用した方が良い）状況に直面することとなる。

本研究ではこうした点に着目し、年次によって異なる区画のデータを採用した場合に、時系列分析に耐えうるか否かの一考察を行った。具体的には、鉄道路線からのバッファリング<sup>1)</sup>によって推定される圏内人口を、測地系間・メッシュ階層間で比較し、その差について検証した。併せて小地域統計を利用した圏内人口の推定方法についても考察し、正確な推定に必要な統計データと推定手法を検討することとした。以下ではまず、地域メッシュ統計の区画変遷について、国勢調査データを中心として概観する。

## II. 地域メッシュ統計の区画変遷

地域メッシュ統計の作成に至った経緯や具体的な作成方法、分析上の利点等については多くの文献に記されているので（たとえば、大友（1997）、総務省統計局（1999）など）、ここでは主に区画の変遷に焦点を絞った整備過程について記す。

国勢調査において、3次メッシュの統計データがはじめて全国を網羅したのは1970年であった。3次メッシュは経度45秒・緯度30秒で区切られており、主に緯度によって若干大きさは異なるが、概ね1km四方の区画である<sup>2)</sup>。日本全国は、38万区画以上の3次メッシュによってカバーされているが、1970年時点の市町村数3,331<sup>3)</sup>と比較すると100倍以上の区画数となっており、当時としては画期的な小地域統計であったといえよう。その後、国勢調査においては概ねデータ項目が拡充される形で継続的に3次メッシュ単位での統計データが表象されるほか、その他国の機関が実施する主要な調査においても次々と3次メッシュデータが作成されるようになり、1980年代の初期には5大センサス（国勢調査・事業

---

1) バッファリングはGISの基本機能の一つで、任意のオブジェクト（駅・商業施設などの点オブジェクトや、道路・鉄道などの線オブジェクトなど）から一定距離内に存在する地域を検出し、そのなかに含まれるオブジェクト等を抽出する機能である。

2) 北半球に属する日本では南に行くほど1秒当たりの経度が長くなるため、たとえば札幌市と那覇市に属する3次メッシュの面積を比較すると、後者が前者の1.2倍ほどの大きさとなる。

3) 東京都特別区部を1市としてカウントした場合。

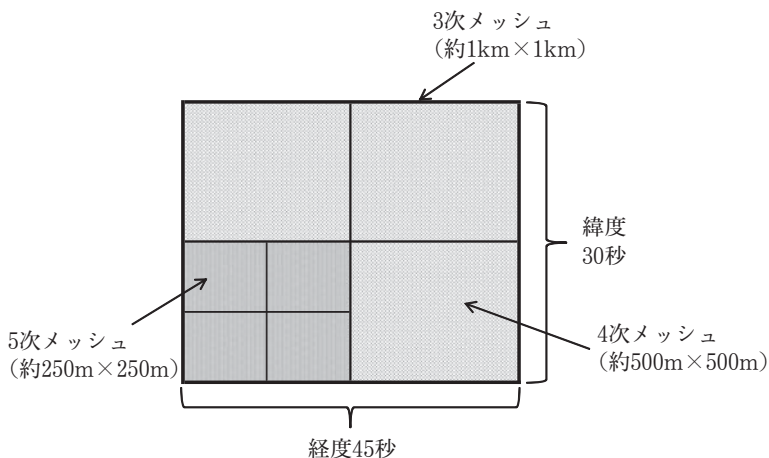
所統計調査<sup>4)</sup>・農林業センサス・商業統計調査・工業統計調査) すべてにおいて地域メッシュ統計の利用が可能になった(大友 1997)。

しかしデータが整備された当初は、空間分析のための環境が未成熟であったため、地域メッシュ統計の利用はマイクロフィルムからのハードコピーによるなど、限定的とならざるを得なかった(酒井 2005)。地域メッシュ統計は紙媒体での提供が主体であったほか、手作業で分析を行うにはあまりにデータ量が膨大であることなどから、データ処理が非常に困難であった。

こうした状況を一変させたのがGISの進展である。とりわけ1990年代以降、GISソフトの低価格化と高性能パソコンの普及が急速に進み、並行して地域メッシュ統計をはじめ交通網・地形・各種施設などの空間データが次々とデジタル化されるようになると、地域メッシュ統計の有用性は飛躍的に向上した。それと同時にデータの利用用途は多様化し、たとえば商圏が半径350mといわれるコンビニエンスストアの立地分析など(平下 2008)、利用目的によっては、3次メッシュの区画は次第に粗さが目立つようになってきた。

このように、GISの浸透と地図・統計データの電子化によって空間分析の可能性が一気に広がったことで、3次メッシュをさらに分割したメッシュデータへの需要が大きく高まったといえよう。国勢調査では、1995年調査から町丁・字等別集計の結果が表象されるようになり、2000年調査において3次メッシュを2×2等分した4次メッシュデータが全国をカバーした。2005年調査においては政令指定都市にかかる地域に限定されているものの、4次メッシュを2×2等分した5次メッシュデータが作成されている(3次メッシュ～5次メッシュの階層関係を図1、国勢調査におけるメッシュデータ整備過程を表1に示す)。今後、インフラ等のデジタル地図データがさらに普及するにつれて、3次メッシュよりも4次メッシュや5次メッシュが分析単位の主流となっていく可能性は高いと考えられる。

図1 3次メッシュ～5次メッシュの階層関係



4) 平成8(1996)年調査からは「事業所・企業統計調査」、平成21(2009)年調査からは「経済センサス」と名称が変わっている。

表1 国勢調査におけるメッシュデータ整備過程

	3次 メッシュ	4次 メッシュ	5次 メッシュ	
1995年	○	△	×	○：全国をカバー
2000年	○	○	×	△：一部地域のみカバー
2005年	○	○	△	×
2010年 (予定)	○	○	△	×

※総務省統計局のWebページ等より筆者作成。  
1970～1990年は1995年に同じ。

地域メッシュ統計の利点の一つは、緯度経度によって区画が定められているために、市区町村のような合併等に伴う境域の変更がないという点であった<sup>5)</sup>。しかしながら、2002年の測量法の改正によって、経緯度が従来の日本測地系に代わって世界測地系に基づいて表示されるようになり、これに伴って地域メッシュ統計の区画も変更を余儀なくされることとなった。国勢調査においては、2005年調査より世界測地系による地域メッシュ統計が作成されるようになったが、2000年と1995年についても遡及的に世界測地系メッシュデータが作成されている。また2005年については、世界測地系メッシュデータが公表された後に日本測地系メッシュデータも公表されているため、1995年・2000年・2005年の3時点においては、日本測地系と世界測地系の双方に基づくメッシュデータが併存する形となっている。しかし2010年以降の国勢調査の地域メッシュ統計においては、世界測地系に基づくメッシュデータに一本化することが予定されており、日本測地系に基づくメッシュデータを用いて時系列分析を行う際には2005年が最終時点となる見込みである(表2)。

表2 国勢調査における測地系別のメッシュデータの有無

	日本 測地系	世界 測地系	
1990年	○	×	○：データあり
1995年	○	○	×
2000年	○	○	×
2005年	○	○	×
2010年 (予定)	×	○	×

※1970～1985年は日本測地系のみデータあり。

地域メッシュ統計が作成されはじめた段階では、日本測地系に基づく3次メッシュデータを利用した分析が主に想定され、分析目的に応じてメッシュを統合すれば時系列分析にもほぼ支障がないと考えられてきたが、上記のようにメッシュの区画も時代とともに変更・拡充されることとなり、地域メッシュ統計を利用した時系列分析の枠組みは一つの岐路にさしかかっているとみえる。近年では人口統計データのみならず、地形・自然環境・インフラ等についても数値化されたうえでメッシュデータとして表象されるようになるなど、

5) 境域の変更はないものの、集合住宅がメッシュの境界をまたぐ場合などには、国勢調査の年次によって人口等のデータ配分方法に違いがある。詳細は、小西・田村(2007)を参照されたい。

地域メッシュ統計の適用はGISのいっそうの発展とともにさらに広範な分野に及んでいる。こうした動きのなかで、異なる境域のメッシュデータを利用した場合の影響を検討することは、あらゆる分析の時系列比較可能性の観点から有意義であるといえよう。

### Ⅲ. 測地系，メッシュ階層の違いによるバッファリング抽出の差異

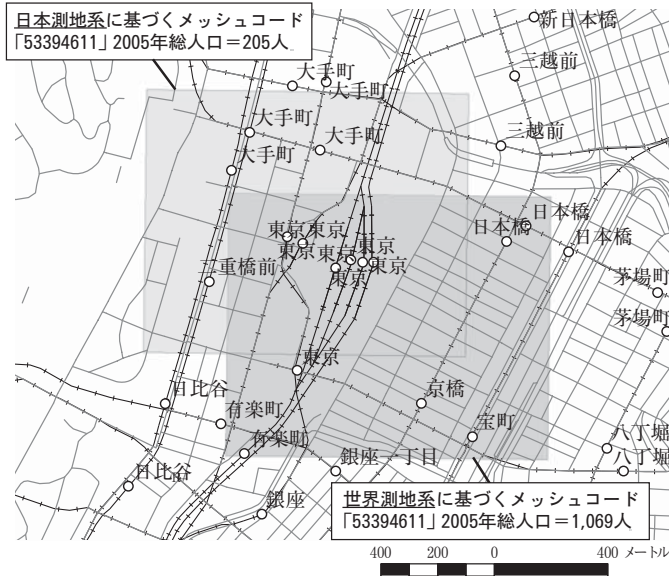
日本測地系に基づく経緯度座標と世界測地系に基づく経緯度座標のズレの例を図2に示す<sup>6)</sup>。日本測地系で緯度35.67100度，経度139.75591度（十進経緯度）の地点は東京メトロ丸ノ内線の霞ヶ関駅に相当するが，同じ緯度経度を世界測地系でみると日比谷公園のほぼ南東端の位置となり，両者の間の距離はおよそ460mである。日本国内で同じ経緯度座標を両測地系間で比較すると，場所によって若干異なるが，世界測地系の方が400～500m程度南東方向にある（測地系に関してより詳しくは田中（2005）等を参照されたい）。また，同じコードの3次メッシュを両測地系間で比較した例が図3である。世界測地系に基づく3次メッシュの面積の約半分は同じコードの日本測地系に基づく3次メッシュに重なるが，残りの約半分は日本測地系では異なるコードのメッシュでカバーされる。このため，同じコードでも異なる測地系の地域メッシュ統計のデータは大きく異なる場合がある。たとえば図3では，3次メッシュコード「53394611」の総人口は，日本測地系では205人であるが，世界測地系では1,069人と約5倍の人口となっている。4次メッシュになると，両測地系で同じコードのメッシュが重なる面積はほとんどなくなってしまふ。

図2 日本測地系と世界測地系の経緯度座標のズレ（例）



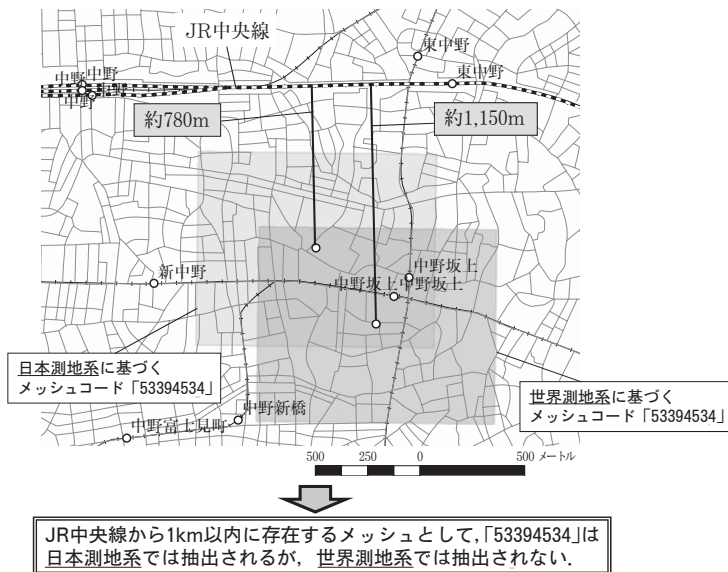
6) 図2～図5の背景図には国土数値情報（国土交通省国土計画局）および数値地図25000（日本地図センター）を用い，筆者が一部加工している。

図3 日本測地系と世界測地系の3次メッシュのズレ(例)



このような測地系間の地域メッシュの空間的なズレにより、異なる測地系のメッシュを用いてバッファリングを行うと、結果にも差が生じる。たとえば、JR中央線から1 km以内に重心が存在する3次メッシュを選択する場合、コード「53394534」のメッシュは日本測地系では抽出されるが、世界測地系では抽出されない(図4)。このように、一方の測地系に基づくメッシュのみが抽出されることによって、同じ1 kmをバッファリング距離

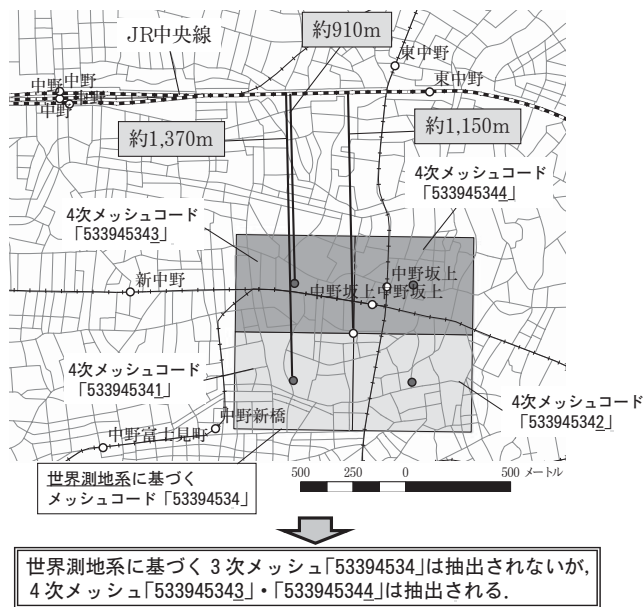
図4 測地系の違いによるメッシュ抽出の有無(例)



に採用したとしても、推定される圏内人口は測地系間で異なることになる。

同様に、同じ測地系でも統計データとして3次メッシュを利用した場合と4次メッシュを利用した場合で、やはりバッファリングの結果は異なる。たとえば世界測地系に基づく地域メッシュ統計でJR中央線から1km以内に重心が存在するメッシュを選択する場合、図4でみたようにコード「53394534」の3次メッシュは抽出されず、4次メッシュにおいてもコード「533945341」・「533945342」のメッシュは抽出されないものの、コード「533945343」・「533945344」のメッシュは抽出される(図5)。

図5 メッシュ階層の違いによるメッシュ抽出の有無(例)



前述のように、1995年以前の国勢調査では4次メッシュデータを全国的に得ることができないため、中長期の時系列分析を行う際には今日でも3次メッシュデータが多用される。地域メッシュ統計を用いた時系列分析では、途中年次から4次メッシュデータを利用した場合に時系列的な整合性が保たれるか否かという問題が挙げられるが、メッシュ階層間のバッファリング結果の比較によって、有効な回答を提供することができるであろう。

#### IV. バッファリング圏内人口の比較

本節では、異なる測地系および異なるメッシュ階層の地域メッシュ統計を利用することによって、小池(2010)において分析対象とした鉄道路線から1km以内に重心が存在するメッシュの抽出結果を比較し、バッファリング圏内人口の差などについて検討することとする。用いたデータは、2005年国勢調査の地域メッシュ統計(日本測地系および世界測地系の各3次メッシュおよび4次メッシュ)、対象とした鉄道路線は表3のとおりである。

表3 バッファリング結果比較を行った路線とその略称

路線名	略称
京急本線	京急
JR東海道本線	東海道
東急東横線	東横
東急田園都市線	田園
小田急小田原線	小田急
京王本線	京王
JR中央線	中央
西武池袋線	池袋
西武新宿線	新宿
東武東上線	東上
JR高崎線	高崎
東部伊勢崎線	伊勢崎
JR常磐線	常磐
京成本線	京成
JR総武線	総武

まず、日本測地系のメッシュを対象とした場合と世界測地系のメッシュを対象とした場合とで、1kmバッファリングで抽出されるメッシュの比較を行った。図6は、3次メッシュについて比較を行ったグラフであり、双方の測地系で抽出されたメッシュ数に対する片方の測地系で抽出されたメッシュ数の割合を示している。割合が高いほど測地系間でのメッシュ抽出に差があるといえるが、本図によれば路線の延びる方向によって大きく割合が異なっていることがわかる。具体的には、JR東海道本線や東急東横線・田園都市線など都心から南西方向に延びる路線で差が大きい反面、JR高崎線や東武東上線など北西方向に延びる路線では比較的差が小さい。これは主に、日本測地系と世界測地系

のズレの方向に起因する。図7は、JR東海道本線とJR高崎線について、世界測地系に基づく緯度座標の路線に日本測地系に基づく緯度経度の路線を重ねた図である。JR東海道本線では、ほとんどの場所で2つの路線が乖離した状態であるが(上)、JR高崎線では測地系のズレの方向と路線の延びる方向がほぼ一致しているために両者が概ね重なることになる(下)。このようにライン(線)からのバッファリングでは、路線の延びる方向が南東-北西の軸から南西-北東側にずれるほど、測地系間のメッシュ抽出結果に乖離が生じやすい結果となる。

図6 双方の測地系で抽出されたメッシュ数に対する片方の測地系で抽出されたメッシュ数の割合(3次メッシュの場合)

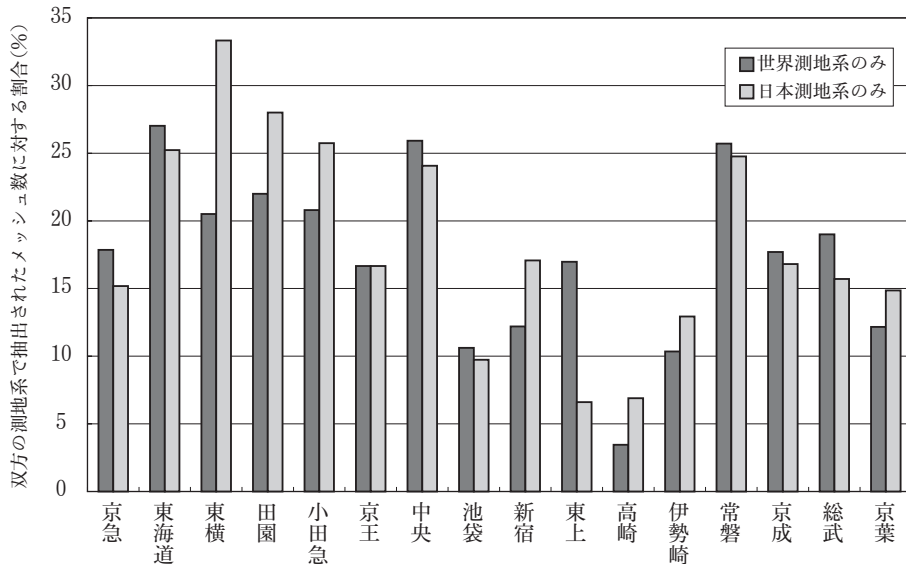
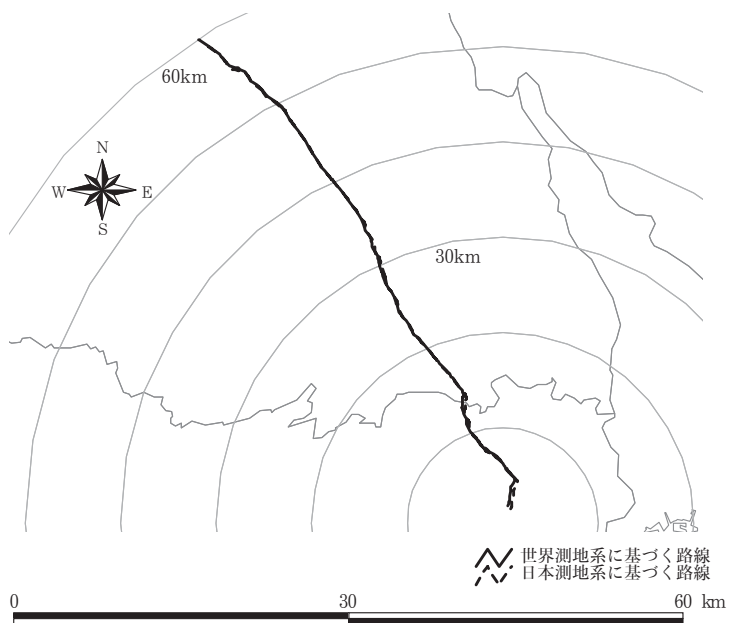
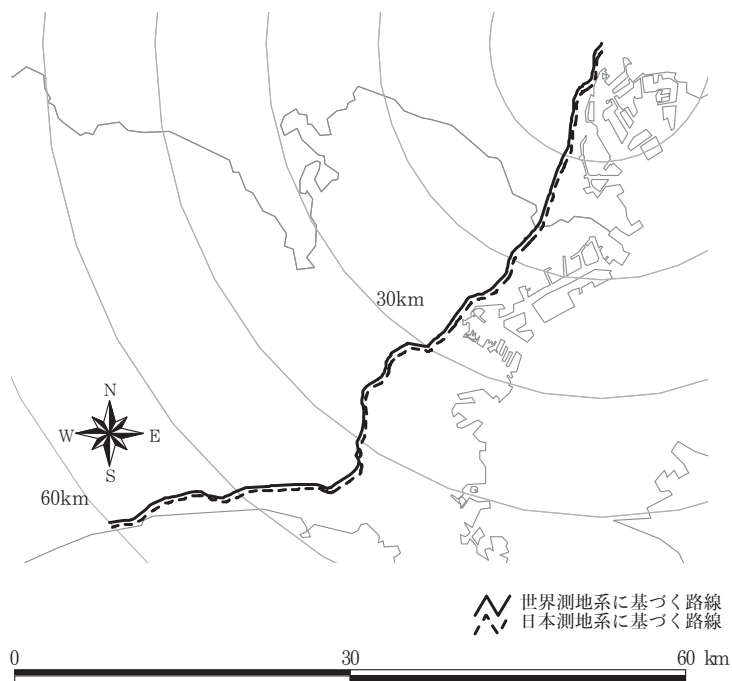




図7 世界測地系に基づく緯度経度の路線に日本測地系に基づく緯度経度の路線を重ねた図（上：JR東海道本線，下：JR高崎線）



注：背景図は世界測地系に基づく。図中の数字は東京駅からの距離を表す。

続いて、日本測地系と世界測地系の間でバッファリング圏内人口の推定結果を比較したのが図8（3次メッシュおよび4次メッシュ）である。総人口については、日本測地系によるバッファリングの結果を100.0とした場合、世界測地系によるバッファリングの結果は3次メッシュでは90.5～103.6、4次メッシュでは97.4～104.1のレンジに収まる結果となった。今回対象とした路線の中では、営業距離の短い路線（東急東横線）、沿岸部を走っていることによりメッシュ内の人口分布の偏りが大きい路線（京急本線、JR京葉線）などにおいて、比較的測地系間の差が大きくなっている。一方、同様に世界測地系による結果を基準とした場合、年少人口割合の値は、3次メッシュでは-0.30～+0.33ポイント、4次メッシュでは-0.20～+0.18ポイントのレンジに、老年人口割合の値は、3次メッシュでは-0.72～+0.45ポイント、4次メッシュでは-0.14～+0.13ポイントのレンジにそれぞれ収まっている。総人口については、日本測地系と世界測地系の間で抽出されるメッシュ数が異なる場合に指数値が100から乖離する傾向が強く、一定距離内に重心が含まれるメッシュを抽出する方法によると、測地系間をまたぐバッファリング圏内の総人口の比較は必ずしも適切とはいえない場合がある。ただしこの問題は、次節において述べる面積按分の方法を採用することによって軽減される可能性があり、今後の検討課題の一つとしたい。一方年齢別人口割合については、全体的に測地系間の値の差は微小であり、沿線間の人口構造の比較においては、重心が含まれるメッシュを抽出したとしても測地系の違いによる影響は小さいといえるだろう。また3次メッシュと4次メッシュを比較すると、測地系間の差はいずれの指標も4次メッシュにおいて大幅に縮小しており、時系列分析を行ううえでは4次メッシュの利用がより望ましいことは明らかである。

一方、同じ測地系間において3次メッシュと4次メッシュのバッファリング結果を比較したのが図9（日本測地系および世界測地系）である。3次メッシュ内の人口分布の偏りが大きい路線などでは、総人口・年齢別人口割合とも4次メッシュとの差がやや拡大しており、測地系間と同様に総人口においてその傾向が強い。しかし年齢別人口割合の差は概して小さく、全体的な差の水準は3次メッシュの測地系間とほぼ同じとなっている。

このように、路線別1kmバッファリングの結果によれば、測地系間・メッシュ階層間ともに大きな差異はなく、分析にあたって途中年次から異なる測地系のデータまたは異なるメッシュ階層のデータを用いた場合でも、全体的な傾向を捉えるうえでの時系列分析は十分可能であると考えられる。

小池（2010）においては1980年～2005年の間で日本測地系に基づく3次メッシュデータを利用している。2010年以降のデータを用いて時空間分析を継続させる場合、バッファリング圏内人口の推定方法を再検討する必要があるが、世界測地系に基づく3次メッシュデータ利用への展望が開けたと考えられる。

図8 測地系間のバッファリング圏内推定人口・年齢別人口割合の差  
 (上：3次メッシュ, 下：4次メッシュ)

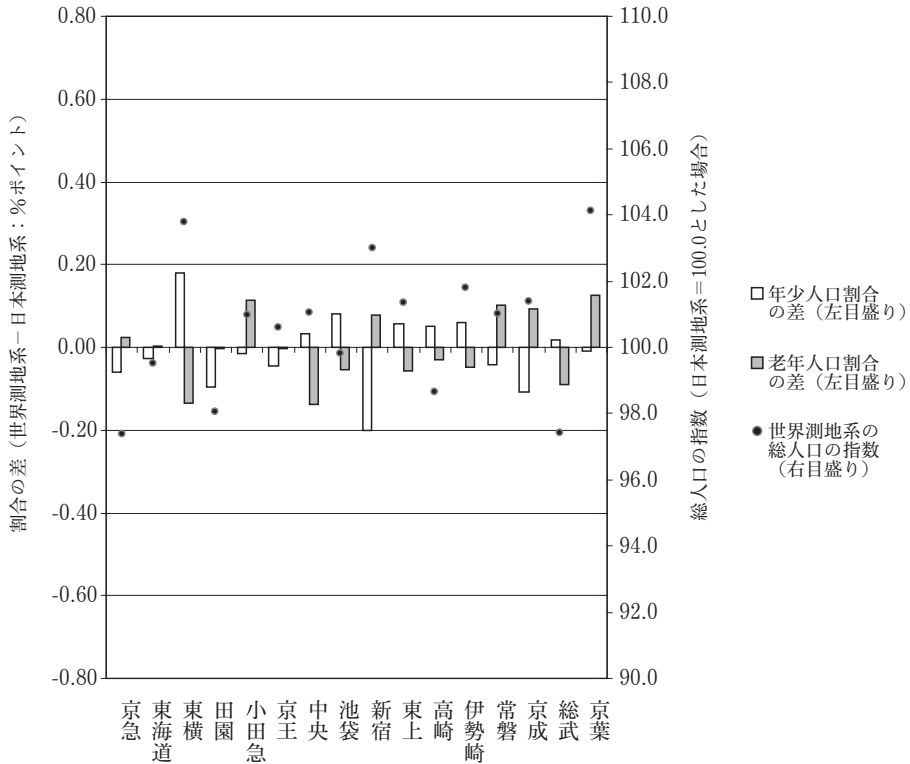
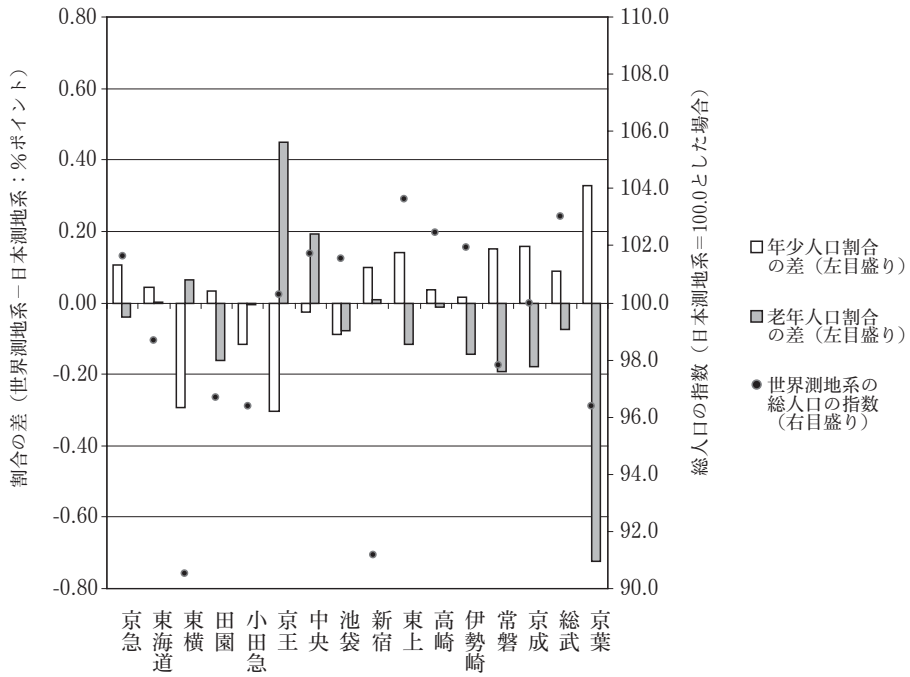
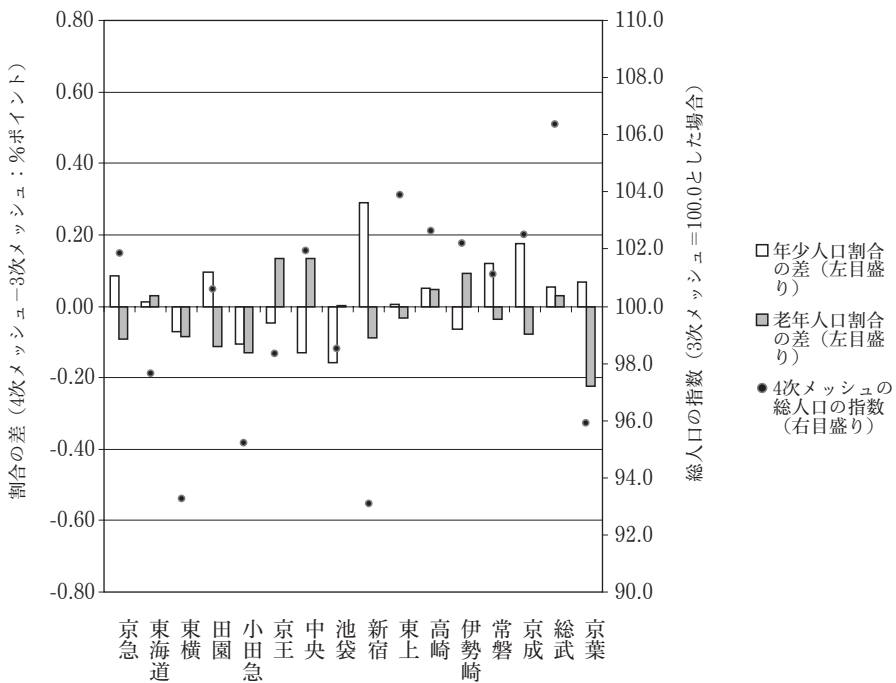
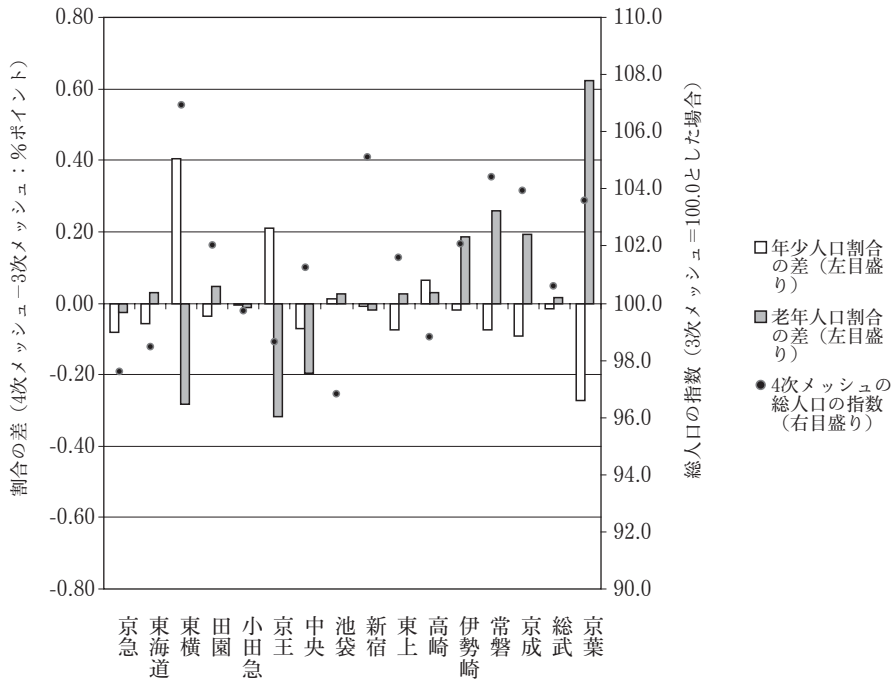


図9 メッシュ階層間のバッファリング圏内推定人口・年齢別人口割合の差  
 (上：世界測地系，下：日本測地系)



## V. 小地域統計を用いたバッファリング圏内人口の推定精度

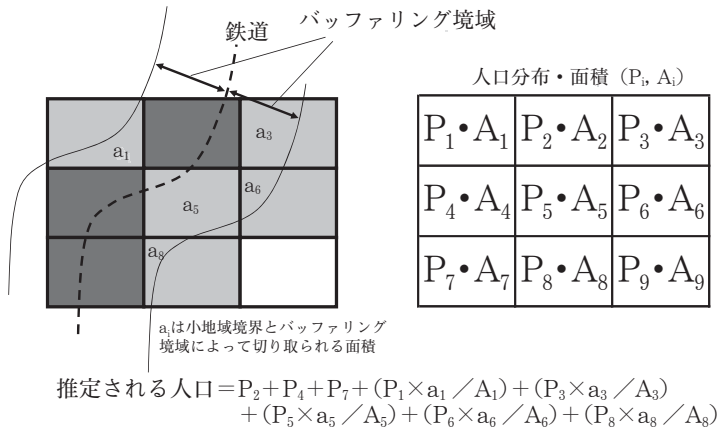
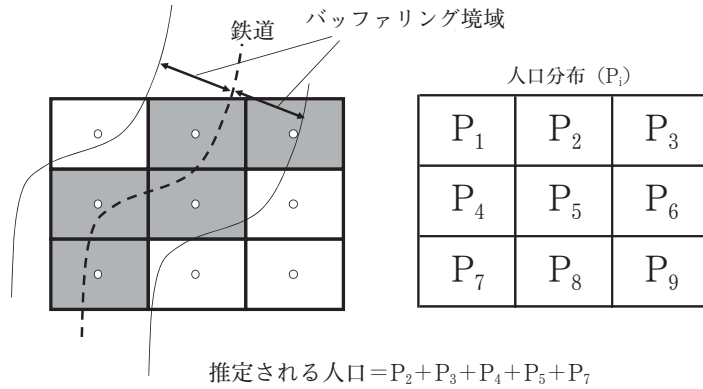
小池（2010）では、データはすべて3次メッシュを利用し、重心が含まれるメッシュの人口を採用することによってバッファリング圏内人口を推定した。しかし、上記で4次メッシュを利用した場合の推定人口とは若干の差があり、後者の方が精度は高いと考えられるが真値は不明である。そこで本節では、鉄道路線から一定距離内に含まれる人口を小地域統計から推定し、その精度を検証することとする。地域メッシュ統計や町丁・字等別集計は、スーパーマーケットやコンビニエンスストアの商圈分析等で多用されているが、それらの統計によって推定される人口の精度については草野（2010）が目されるものの、これまでほとんど議論がなされていない。しかし、今後も地域メッシュ統計等を活用した時空間分析を継続させていくうえで、推定精度の検証は不可欠であると考えられる。

近年の国勢調査における最小の集計単位は、1990年調査から導入されている基本単位区である。基本単位区は恒久的な地物によって区切られた地域単位であり、街区またはそれに準ずる区画となっている。基本単位区別の集計も各回の国勢調査によって行われ、代表点の緯度経度座標とともにデータが提供されている。また、地域メッシュ統計や町丁・字等別集計などの小地域統計は、すべて基本単位区データを基に作成されている（各種の小地域統計作成の沿革等については、梶田（2008）を参照されたい）。しかしながら、基本単位区別の集計結果は2005年の国勢調査において男女別人口および世帯数の表象のみに限定されており、その他の集計項目については直接データを入手することができない。上記のような商圈分析や鉄道沿線の乗車需要分析などを行ううえでは、年齢別人口をはじめとして、より詳細な属性の把握が不可欠である。その際には多数の集計項目が存在する地域メッシュ統計や町丁・字等別集計が有用であるが、実際にこれらの統計を利用したときほどの程度の精度で圏内人口が推定できるかについては、基本単位区データから検証することが求められる。基本単位区データは単位区を代表するポイント（点）データとして与えられているために、完全に正確な圏内人口までは把握できないことに留意する必要があるが、ここでは基本単位区データから得られる圏内人口（すなわち、バッファリング圏内に含まれるポイントデータの人口を集計した値）を真値として扱い、その値からの誤差を検討することとする。

圏内人口の推定に用いた小地域統計は、2005年国勢調査における3次メッシュ・4次メッシュ（ともに世界測地系）および町丁・字等別集計である。また推定方法としては、バッファリング圏内に重心が含まれる小地域統計のデータを採用する場合と、圏内の小地域統計のデータを面積按分する場合で精度を比較した（図10）。

対象とした路線は、小田急小田原線・JR高崎線・京成本線の3路線であり、営業距離が比較的長く都心からそれぞれ別方向に延びる路線を選定した。誤差の算出にあたっては、都心から60km圏内を10kmごとに区切り、路線からのバッファリング距離は0～1km圏・1～2km圏・2～3km圏の3つの距離帯をとった。合計 $6 \times 3 = 18$ のエリアにおいて誤

図10 バッファリング圏内人口の推定方法：重心が含まれる人口を採用する方法（上）と小地域統計の人口を切り取られる面積によって按分する方法（下）



差を比較したが、都心からの距離帯ごとには目立った誤差の傾向が認められなかった。そこで、都心からの距離についてはすべての距離帯をまとめ、次式によってバッファリング距離帯ごとに誤差率を求めることとした。

$${}_j E(r)_i = \frac{\sum_{h=1}^6 |{}_j P(r)_i^h - P(k)_i^h|}{\sum_{h=1}^6 {}_j P(r)_i^h} \times 100$$

なお、

${}_j P(r)_i^h$ ：小地域統計  $r$ （3次メッシュ、4次メッシュ、町丁・字等）、手法  $j$ （重心、按分）を用いた場合の、都心からの距離帯  $h$ （0～10km圏、10～20km圏、…、50～60km圏）、路線からのバッファリング距離帯  $i$ （0～1km圏、1～2km圏、2～3km圏）において推定された圏内人口

$P(k)_i^h$  : 基本単位区データを用いて得られた、都心からの距離帯  $h$ 、バッファリング距離帯  $i$  の総人口の「真値」である。

${}_jE(r)_i$  は、小地域統計  $r$  および手法  $j$  を用いた場合の、都心からの距離帯ごとの推定誤差率を人口で重み付けした路線からのバッファリング距離帯  $i$  における推定人口誤差率、と定義することができる。値が小さいほど、推定精度は高いといえる。

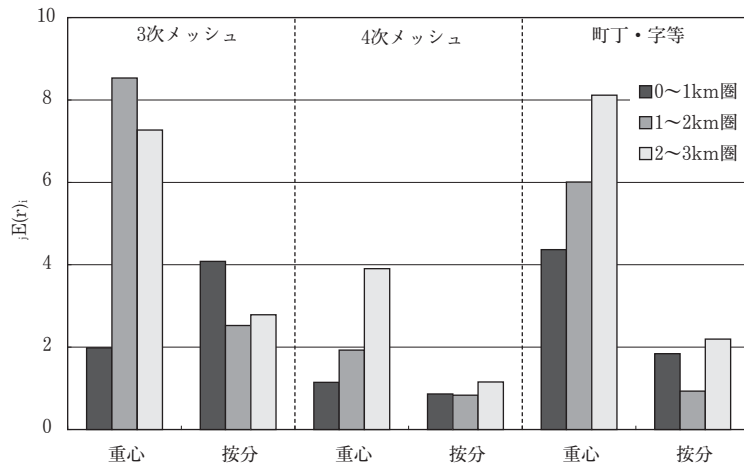
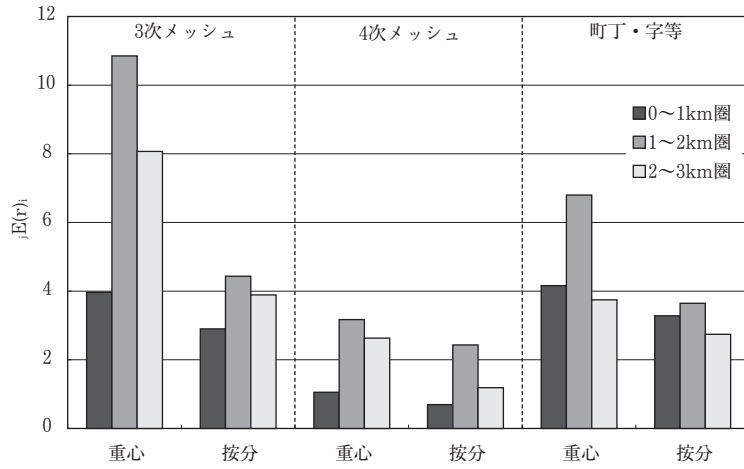
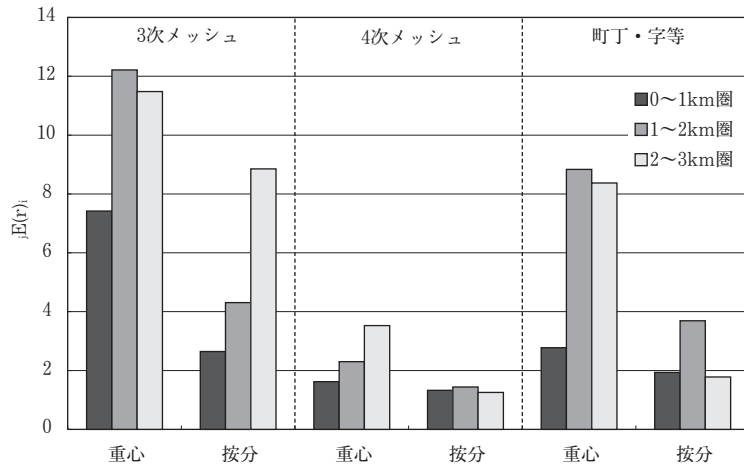
上記の3つの沿線について算出した  ${}_jE(r)_i$  のグラフを図11に示した。これらの図より指摘できることは主に次の2点である。第一に、利用した小地域統計ごとに誤差を比較すると、全体として4次メッシュが最も小さく、以下、町丁・字等、3次メッシュの順に誤差が拡大している。1区画あたりの面積は3次メッシュが最も大きく、4次メッシュはその1/4であるが、町丁・字等の平均的な面積は対象地域内では4次メッシュとほぼ同じである。しかしながら、町丁・字等と4次メッシュを利用した場合では推定人口の精度に相当程度の開きがある。4次メッシュはほぼ矩形かつ等面積であるが、町丁・字等の面積は地区によって大きく異なるうえ形状も様々であるために、バッファリングを行う場合には4次メッシュを利用した方が安定的な推定結果が得られると考えられる。第二に、推定方法間で比較すると、圏内の人口を面積按分した方が、重心が属する人口を採用するよりも全体として精度は大きく向上している。とくにバッファリング距離が1~2km以上になると、重心が属する人口を採用する場合には、重心がバッファリングの境界付近に存在すると誤差が拡大しやすくなる傾向がある。鉄道路線からの距離が遠くなるほど全体として人口密度は低下すると同時に、分布の粗密が目立つようになってくる。こうした状況では面積按分を行った方が良好な推定結果が得られるといえる。隣接する小地域統計の人口の情報などから、より精度の高い推定方法も考えられるが、単純な面積按分を行うだけでも推定精度は大幅に上がり、4次メッシュを利用した場合にはほとんどの沿線・バッファリング距離帯で誤差が1%程度に収まっている。

今日、様々な目的に応じて各種の小地域統計が活用されているが、バッファリング圏内人口の推定に関しては、町丁・字等別集計よりも4次メッシュの利用が望ましいことが示唆された。4次メッシュ以上の詳細な空間単位での統計データが全国を網羅していない現段階では、基本単位区以外の小地域統計からの推定には一定の限界があるともいえるが<sup>7)</sup>、地域メッシュ統計の利点がまた一つ明らかになったと考えられる。ただし今回はあくまでもケーススタディにすぎず、鉄道駅からの点バッファリングなども含めた他地域での同様な精度の検証が不可欠であろう。

---

7) 国勢調査の地域メッシュ統計に関連するデータとして、電話帳データをもとに約100m四方の区画まで人口等が推定されたデータセットが株式会社JPSから販売されている。本データの利用によってどこまで推定精度が向上するかについては今後の課題としたい。

図11 推定人口誤差率  ${}_jE(r)_i$  の分布：小田急（上），高崎（中），京成（下）





## VI. おわりに

本稿では、地域メッシュ統計の測地系の違い（日本測地系・世界測地系）およびメッシュ階層の違い（3次メッシュ・4次メッシュ）が、鉄道路線からのバッファリング圏内人口の推定結果に及ぼす影響の評価を通じて、ある時点を境に異なる測地系ないしは異なるメッシュ階層のデータを利用した場合の時系列分析の可能性について検討した。併せて、町丁・字等別集計を含めた小地域統計を用いて鉄道路線からのバッファリング圏内の人口を推定し、基本単位区データから求められる圏内人口との比較によって、推定に適した小地域統計および推定方法を考察した。その結果の概要は、次のとおりである。

まず、異なる測地系のデータを用いた場合のバッファリング結果の差異については、年齢別人口割合は概ね微小であったが、総人口は両者の差が比較的大きな沿線も認められた。とくに、抽出されたメッシュ内の人口分布の偏りが大きいと考えられる沿線や営業距離が比較的短い路線沿線などでは差がやや拡大し、3次メッシュを利用した場合は4次メッシュを利用した場合と比較して、総人口・年齢別人口割合とも全体として差のレンジが広がる結果となった。また、異なるメッシュ階層のデータを用いた場合もやはり差は小さく収まったが、測地系間と同様にメッシュ内の人口分布が偏っていると考えられる場合には、総人口を中心として多少の差もみられた。以上から、今後鉄道沿線別の時空間分析を続けていくことを想定した場合、沿線ごとの人口構造の特徴等を捉える上では、いずれの測地系のメッシュデータを利用しても大きな問題はないが、沿線別人口の比較にはバッファリング圏内人口の推定方法の再検討などが必要と考えられる。

政令指定都市においては5次メッシュデータが作成されているため、これを利用して日本測地系の3次メッシュデータを推定するという方向性もあり得るだろう。しかし、分析単位のスケールが小さくなればなるほど、特に測地系間のデータの差の影響が大きくなるには注意しなければならない。さらに、本稿は人口が稠密な大都市圏内での分析であったが、非大都市圏では一般に人口分布の偏りが大きいため、同様の検証を行ったとしても指数の差は今回のケース以上に拡大する可能性が高いことにも留意する必要がある。

また小地域統計を利用したバッファリング圏内人口の推定については、少なくとも対象とした3路線においては、4次メッシュ、町丁・字等、3次メッシュの順に精度の高い結果が得られた。一方推定方法としては、すべての小地域統計について圏内の人口を面積按分する方法が圏内重心の人口を採用する方法よりも精度が高かった。これらよりバッファリング圏内人口の推定には、データとしては4次メッシュ、推定手法としては面積按分を用いる組み合わせが、簡明かつ推定精度も高いことが示唆された。ただ今後は、データ面では5次メッシュなどより細かい空間単位でのデータ利用が期待されるほか、推定方法面ではいわゆる空間的自己相関を考慮した様々な手法も想定される。異なる測地系に基づくメッシュデータの利用が増えることを念頭に置き、さらに高精度な推定のあり方について分析を深化させることも重要な課題の一つである。

今後、地域メッシュ統計が世界測地系に基づくデータのみについて表象されることになり、時系列的な区画の整合性が失われるとしても、メッシュデータの利用はますます盛んになると考えられる。そのなかで、あらゆるスケールでの時空間分析が可能な限り整合的に行われるための方法論について、引き続き検討していきたい。

(2011年4月20日査読終了)

## 参考文献

- 芦谷恒憲（2010）「小地域統計作成の意義と課題」『国民経済雑誌』第201巻1号，pp.1-18.
- 平下治（2008）『GISマーケティング実践セミナー21事例』日本加除出版.
- 梶田真（2008）「国勢調査における小地域統計の整備過程とその利用可能性」『東京大学人文地理学研究』19号，pp.31-43.
- 小池司朗（2010）「首都圏における時空間の人口変化—地域メッシュ統計を活用した人口動態分析—」『人口問題研究』第66巻2号，pp.26-47.
- 小西純・田村朋子（2007）「「地域メッシュ統計」の作成方法の変遷と今後の利用について」『エストレーラ』155号，pp.10-18.
- 草野邦明（2010）「国勢調査基本単位区別集計データを用いた狭小商圏の人口推計—町丁・字等別集計データとの比較—」『地理情報システム学会講演論文集』19号.
- 大友篤（1997）『地域分析入門（改訂版）』東洋経済新報社.
- 大友篤（2007）「センサスにおける小地域統計の意義」『統計』第58巻12号，pp.2-11.
- 酒井高正（2005）「地域メッシュ統計を用いた人口分析の試み」『奈良大学紀要』33号，pp.73-80.
- 総務省統計局編（1999）『地域メッシュ統計の概要』
- 田中耕市（2005）「測地系と座標系」高橋重雄ほか編『事例で学ぶGISと地域分析』古今書院，pp.157-172.

A Study on the Possibility of Time Series Analysis using Grid Square  
Statistics Associated with those Boundary Changes  
- Through the Comparison between Geometric Systems and between Grid  
Hierarchies -

Shiro KOIKE

Grid Square Statistics, which are presented in National Census and many other surveys, are used in more and more wide categories, because of those analytical advantages, diffusion of Geographical Information Systems and so on. However, on the other hand, there are substantial difficulties with time series analysis using those statistics because of the boundary changes associated with the renewal of geometric system and subdivision of the grid hierarchy. This paper investigated the possibility of the time series analysis through verification of the difference of population within the buffering area from selected railways estimated by different types of those Statistics. As a result, it is suggested that using Grid Square Statistics of different geometric systems and different grid hierarchies are little problem for capturing the characteristic of population structure along the railway lines, because the difference of estimated population percentage by age are insignificant between geometric systems and between grid hierarchies. As for population estimating, estimation accuracy is very high by using fourth grade grid statistics and dividing the population proportionally to the area cut off by the buffering lines, when the population estimated by basic unit district is supposed to be true. Further usefulness of Grid Square Statistics is thought to be revealed by this study.