

オケージョナル・ペーパー No.83

角度情報を用いた東京 40 キロ圏の子育期世代の移動分析

2017年6月

法政大学

日本統計研究所

角度情報を用いた東京 40 キロ圏の子育期世代の移動分析

森 博美(法政大学経済学部)

はじめに

[森 2017b]、[森 2018]で筆者は、2012-25 年の住民基本台帳人口移動報告の 20 歳代の市区町村間移動データにそれぞれの地域単位(市区町村)の地理学的重心点の平面直角座標を付与することによって移動に係る角度情報を算出し、それを用いて東京を中心とした 15-40 キロ帯に位置する各地域単位の地域間移動の方向特性の分析を行った。移動分析に角度情報を導入することの意義は、個々の地域単位への転入移動と当該地域単位からの転出移動について、その方向を角度という定量的に評価可能な指標を用いて論じることができる点にある。

移動をその者のライフサイクルとの関連で見た場合、人々の移動性向は生涯を通して必ずしも均一ではなく、ライフステージによってその強度(intensity)は異なる。ちなみに南関東 1 都 3 県の 2000 年代前半の住民基本台帳人口移動報告の移動データによれば、20 歳代は 30 歳代とともに首都圏での移動者の中で最大の構成割合を持つ年齢階層となっている[森 2017a 2 頁]。この年齢階層はその多くが学齢期を終え、親元あるいは学生時代の下宿や寮から就職に伴う社員寮や単身者アパート等への住居の移転をその中に含むことから、ライフステージの中でも最も移動性向の高い年齢階層であるといえる。

[森 2017b]での主要関心事は、移動の方向に関して各地域単位が、特に都心側から郊外方向への移動(アウトバウンド移動)とその逆向きのインバウンド移動のいずれの特徴を持つかという点の考察にあった。そのこともあり、そこでは分析対象地域を都心を中心にした半径 15-40 キロ帯に位置する地域単位に限定した。また、個々の地域単位への転入移動者の空間的な重心点を起点とし当該地域単位の地理学的重心点を終点とする転入移動ベクトル、地域単位の重心点を起点とし当該地域からの転出移動者の空間的な重心点を終点とする転出移動ベクトルとして導入することで、これらベクトルの和として得られるものを移動ベクトルとした。このようにして得られる移動ベクトルの方向と当該地域単位が都心に対してなす角度との関係を見ることで、それぞれの地域単位が持つ移動面での方向的特性の定量的な把握を行った。

得られた分析結果は、圧倒的多数の移動ベクトルが郊外から都心方面へのインバウンド移動を示すというものであった。それは、1995 年以降の都区部人口の回復基調とも整合的なもので、この年齢階層の移動者が「人口の都心回帰」と呼ばれる人の流れの一翼を担っていることを窺わせるものである。その一方で、このような移動ベクトルを形作る転入移動ベクトルと転出移動ベクトルに立ち戻って子細に観察してみると、インバウンド移動といっても当該地域単位から見て郊外方面から転入者を受け入れる一方、当該地域は都心方面の移動先へと転出者を供給するといった典型的な移動パターンが妥当するケースは極めて限定的であった。むしろ多くの場合には、転入移動重心と転出移動重心の両者が当該地域単位の重心から見て都心寄りに位置する中で、転出移動

重心の方がより都心寄りに位置する結果、移動ベクトルがインバウンド方向を示しているというものであった。さらに[森 2018]では、転入移動ベクトルの逆向きのベクトルと転出移動ベクトルが都心と当該地域単位の重心を結ぶベクトルとの間で作る角度の直交性の分析からは、都心から郊外方面に展開する放射状の鉄道路線と直交する環状線方向での移動の存在を検出することができた。

以上のような角度情報を用いた 20 歳代移動者の移動特性分析を踏まえ、本稿ではこの年齢階層とは移動の方向特性を異にすると予想される年齢階層についてそれを検討してみることにしたい。中でも子育て初期の世帯の場合、その後の子供数の増加や成長が見込まれることから、その移動行動は家族形成段階よりもより広い居住スペースを求めてのものとなるであろう。このような移動主体による移動行動が各地域単位に対して果してどのような方向での移動特性を与えるかを検討する。なお、今回は[森 2017b][森 2018]での分析結果との比較可能性も考慮して 15・40 キロ帯についても特掲できる形で 40 キロ圏を分析対象地域とすることにしたい。

1. 分析対象年齢階層の設定

政府統計の総合窓口である e-Stat からは、住民基本台帳人口移動報告の 10 歳階級別の市区町村間移動者数が「参考表」¹として 2012 年度以降各年次分のデータが提供されている。これを用いれば、現行の国勢調査(大規模調査)の移動統計の既存集計結果表からは得られない年齢階級別の市区町村間移動 OD 表を作成できる。それによって、年齢階級間の移動特性の相違といった分析を行うことができる。

家族形成期から子育て初期への世帯のステージの更新は、より広い居住スペース需要への契機となる。居住スペースの追加需要は一般に既存施設の部分的改修によっては充足が困難であることから、多くの世帯ではそれに適合した居住条件の住居への転居行動によってそれを実現することになる。このように考えると、子育て初期というステージには、20 歳代とはまた違った意味で、相対的に移動性向の高い世帯が多く含まれると考えられる。

他方で統計データの面では、住民基本台帳人口移動報告の移動データには男女、年齢以外の世帯属性情報は紐づけられていない。そのため、今回、課題としているような「初期子育て世帯」の移動特性を見るための世帯集団をこの移動統計から直接抽出することはできない。

このような子育て世代の移動を見る一つの方法としては、30 歳代の移動者によってそれを代替することがまず考えられる。ただ、晩婚・晩産化の時代とはいえ、初期子育て世帯といっても結婚時の年齢によって子育て中の親の年齢は 20 歳代から 40 歳代前半までの広範囲にわたっている。またこれらの年齢層の中には少なからず単身者が含まれる。このような事情から、初期子育て世帯を 30 歳代によって代表させることには疑問符がつく。その一方で子育てを動機とする移動の場合、子育て後期よりは初期段階においてそのような居住スペース確保動機での居住地選択に関係した移動行動が発生する可能性が高い。

0～9 歳といった子供が単独で居住の場所を変更させるケースは稀である。実際には親の移動に伴う形で子供が移動しているのであるが、それを逆の側面から捉えれば、この年齢層の移動に

¹ 2017 年 4 月 27 日に新たに 2016 年分の移動者数が追加され、現時点で 5 カ年分のデータが使用できる。

は、その者の親の年齢のいかんにかかわらず、彼らの保護者である親の移動を伴うと見ることもできる。そこで今回は、子育て中の親から子供の方に焦点をあて、0-9 歳の子供の移動を見ることによって子育てに伴う移動を見ることにする。

2. 移動空間と分析対象空間

(1) 移動空間と分析対象空間

本稿では市区町村を地域単位として各自治体ポリゴン(ただし飛び地、埋め立て地、沿岸の島嶼・岩礁等からなるポリゴンを除く)についての地理学的重心点を求め、それらが都心を中心とした半径 60 キロの円バッファに含まれる地域単位から構成される境域を移動空間として設定する。この移動空間内の地域単位間移動データと人口規模から算出した移動選好度²を用いて転出並びに転入に係る地域間の関係性の強度を評価し、個々の地域単位の移動の方向に関する特性を検出する。

それぞれの地域単位が他の地域単位との間に成立させている移動面での関係性は、一般に当該地域単位を取り巻く周辺地域を中心に面的にいわばシームレスに広がっている。このような空間的特性を持つ地域間移動について、境域的に限定された一群の地域単位からなる集合体を移動空間として他の地域から truncate した形で切り取り、それを構成する地域単位間だけの移動者数に基づいて算出した移動選好度によって地域間の移動面での関係性の程度を評価する場合、地域単位によっては移動空間内での位置によってはその結果が過小に評価される場合がある。エッジ効果と呼ばれているものがそれである。

移動空間を形成する境域の中でも特にその縁辺部ないしそれに隣接した各地域単位でも、他の非縁辺地域に位置する地域単位と同様に、その移動面での地域間関係すなわち移動圏は移動空間の外部にも広がっていると考えられる。にもかかわらず、今回移動選好度を移動空間内の地域単位間の移動者数に基づいて算出することから、結果的にこのような移動圏の移動空間外への広がり部分は評価の対象外となる。言い換えれば、特に移動空間の縁辺部に位置する地域単位の場合、それぞれが持つ移動圏の規模はその域外への広がり分だけ他の非縁辺部の地域単位に比べて過小に評価される。

全国を移動空間として設定し地域単位間の移動者数から移動選好度を算出し、そのうちの 60 キロ圏内の部分を分析に用いるという方法も考えられないわけではないが、300 万セルを超える移

²境域全体を対象とした地域間移動の場合、 i, j 地域間の移動者数を M_{ij} 、それぞれの人口を P_i, P_j 、移動空間全体の人口を P 、地域単位数を n とすれば、移動選好度は、移動期待度数に対する実際の移動者数の比、すなわち

$$I_{ij} = \frac{M_{ij}}{\left(\frac{P_i}{P} \cdot \frac{P_j}{P - P_i} \right) \cdot \sum_{i \neq j}^n M_{ij}}$$

として定式化できる。なお、ここでは 0~9 歳の移動者について移動選好度を算出するため、移動者数と人口はいずれも当該年齢階級のものが対象となる。

動 OD 表についてのデータ処理が必要となる。そこで、本稿では 60 キロ圏の移動空間とは別に、特にエッジ効果を強く受ける縁辺部を除いた 40 キロ圏内に限定した地域単位を分析対象地域として設定した。

(2) 移動空間・分析対象地域の中心点の確定

これまで東京大都市圏において同心円状の距離帯を設定するに際しては、旧都庁や東京駅などが主として中心点として用いられてきた。筆者はこれまで移動分析で距離帯を設定する際には、現在の都庁(新宿区西新宿 2-8-1)を中心とした円バッファによって距離帯の設定を行ってきた。また、角度情報を用いて移動方向の分析を行った〔森 2017〕でも、現都庁を中心点として半径 60km のバッファを発生させ、バッファ内に各地域単位の地理学的重心点が含まれる地域を移動空間として設定した。ただ、〔森 2017〕では、各地域単位に係る移動の方向面での特徴の一つとして、移動の導線が山手線上に位置する東京駅、池袋駅、新宿駅、品川駅といった現在都心(副都心)が形成されている各ターミナル駅から郊外方面へと放射状に展開する鉄道路線と整合性を持つことが明らかにされた。

〔森 2017〕での角度情報を用いた移動の方位性の定量的把握は、各地域単位の重心点が都心に対してなす角度と移動ベクトルとした各地域単位にとっての転入移動重心と転出移動重心とを結ぶ線分が同じく都心に対してなす角度との比較によってそれを行っている。そのため、都心をどこに設定するかによって比較結果に多かれ少なかれ差異が発生することになる。山手線のターミナル駅を起点として各方面に放射状に路線網が展開している点を考慮すれば、現都庁を距離帯の中心とした場合、特に新宿駅以外をターミナルに持つ各鉄道路線の場合、それぞれの郊外方面への展開方向と各地域単位の重心点が都心に対してなす角度とが方位の面で偏りを持つ可能性がある。

そこで、現都庁と山手線によって形作られるポリゴンの地理学的重心という2つの地点を距離帯の中心として、移動ベクトルと各地域単位重心点がこれら 2 種類の都心に対してなす角度をそれぞれ算出し、その角度の相関を見たところ、山手線内の地理学的重心点を都心とした時の方が、地域単位の所在を示す角度と移動ベクトルとの角度との相関係数に若干ではあるが改善が見られた。このことは、現在の都庁を移動空間の中心点として設定した場合、実際には移動ベクトルの方向が放射状の鉄道路線と整合的な方向を示しているにもかかわらず、各地域単位の重心点と都心とがなす角度に偏りが生じ、結果的にその整合性の評価を低下させていることを意味する。

以上のような試算結果を考慮して、今回は移動空間の設定も含めて山手線によって形作られるポリゴンの重心点を距離帯の中心点として採用することにした。このように、山手線ポリゴンの地理学的重心点を都心とみなし都心から半径 60 キロ圏内を移動空間、40 キロ圏内を分析対象地域としたことから、最終的にそれぞれの該当地域単位数は、移動空間(209)、分析対象地域(132)となった。

3. 座標系の導入による座標情報の付与

(1) 平面直角座標の導入

各地域単位が都心(山手線ポリゴン重心点)に対してなす角度並びに各地域単位に係る移動

ベクトルの角度を算出するためには、地域単位の地理学的重心点、転入移動ベクトルの始点となる転入移動重心、転出移動ベクトルの終点を与える転出移動重心の座標情報が必要となる。ここでは、平面直角座標系を導入することによってそれらに座標を付与する。

地球という楕円体の表面を緯度線上で 360 等分した経度 1 度に対する距離は、緯度 0 度(赤道)が最も長く、南北方向に緯度が高くなるにつれて短くなる。日本の南端である沖ノ鳥島付近の北緯 20 度では経度 1 度に対する弧の長さが 100.950km であるのに対して、北海道稚内付近の北緯 45 度では 78.847km と 20%以上も短い。球面を平面表記した際にこういった緯度による距離のひずみをできるだけ小さく抑えるために、平面直角座標系では日本の国土を 19 に区分して表示している。このうち関東地方(ただし第 XIV 系、XVIII 系及び第 XIX 系に分類される東京都の島嶼部を除く)と福島県については、平面直角座標系(第 IX 系)に分類される。

第 IX 系は東経 139 度 50 分 0 秒、北緯 36 度 0 分 0 秒(10 進座標では東経 139.83333、北緯 36.0)の千葉県野田市内に原点を置く直角座標系であり、域内の任意の地点の座標(X,Y)はこの地点からの東西(X)、南北(Y)方向のメートル表示による距離によって表記される。ちなみに、東京都庁は原点から見て南西方面(第 III 象限)に位置していることから、(X,Y) = (-12817.23,-34431.65)という座標値を持つ。

(2) 各重心点への座標情報の付与

分析対象としての各地域単位が都心に対してなす角度を算出するためには、それぞれの地域単位と山手線ポリゴンの重心点に対して座標情報を付与する必要がある。また今回の分析では、各地域単位に係る移動ベクトルの始点と終点をそれぞれ当該地域単位への転入移動者の平均距離として与えられる転入移動重心と当該地域単位からの転出移動者の平均距離である転出移動重心とした。そのため、転入移動重心と転出移動重心の算出に必要な移動空間内の各地域単位の重心点についても予め座標を付与しておく必要がある。

4. 各地域単位の都心に対する角度の算出

各地域単位が都心(山手線ポリゴンの重心点)に対して作る角度は、以下の手順に従って算出した。

① 経緯度方向の距離成分による角度(ラジアン)の算出

第 k 地域単位と山手線ポリゴンの重心点の平面直角座標をそれぞれ (X_k, Y_k) 、 (X_0, Y_0) とするとき、経度(U)と緯度(V)方向の距離成分はそれぞれ $U_{k0}=X_k-X_0$ 、 $V_{k0}=Y_k-Y_0$ として与えられる。都心に対する第 k 地域単位の重心点の角度は、これらの距離を用いて $\arctan(V_{k0}/U_{k0})$ として得ることができる。³なお、計算結果はラジアンとして与えられる。

② ラジアン表記による角度の度数への変換

³ Excel 関数の ATAN()によりラジアンを計算。

ラジアンは Excel に標準装備されている関数 4 を用いて角度に変換することができる。ただし当該地域単位が都心からいずれの方位に位置しているかによって U_{ko} と V_{ko} はプラスあるいはマイナス符号をもつことになる。

図 1 に示したように、都心(山手線ポリゴンの重心点)を原点として東西、南北方向に座標軸を設定したとき、第 II、第 IV 象限に地域単位の重心点が位置する場合、 U_{ko} あるいは V_{ko} のいずれか一方の距離がマイナスとなる。そのため①から得られるラジアンは負の値となり、それを角度に換算した結果も負の度数となる。

そこで符号も含めて②によって得られた度数を θ とすれば、各地域単位の重心点が都心を原点とした平面座標の I ~ IV のいずれの象限に位置するかによって、最終的に求められる度数は表 1 のような形で与えられる。なお、表 1 中の度数 θ はラジアンが持つ符号を反映したものとして表記している。

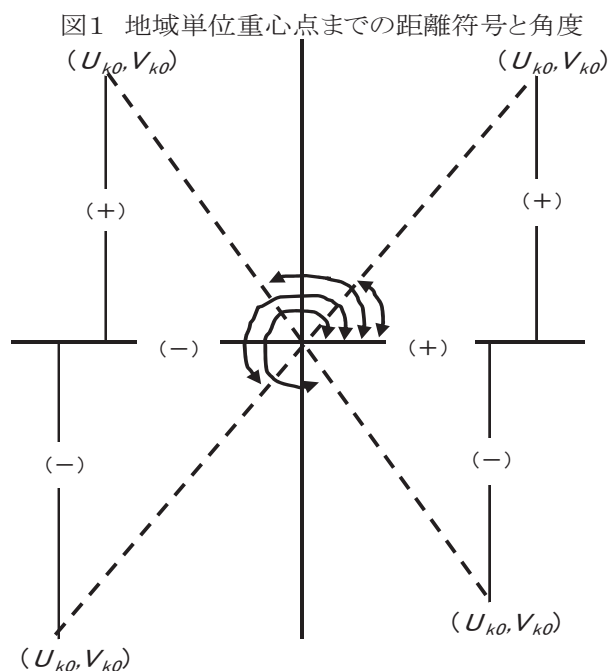


表1 距離U、Vの符号と都心に対する各地域単位の角度

象限(*1)	距離の符号		ラジアン の符号	ラジアンの変換 による度数	都心に対 する角度
	U_{ko}	V_{ko}			
I	+	+	+	$\theta^{(*2)}$	θ
II	-	+	-		$180+\theta$
III	-	-	+		$360+\theta$
IV	+	-	-		

(*1) 山手線ポリゴン重心点を原点とする座標で各地域単位が属する象限

(*2) ラジアンを持つ度数

5. 転入・転出移動重心による移動角度の算出

(1) 転入移動重心と転出移動重心の座標

第 k 地域単位の重心点の座標を (X_k, Y_k) 、第 k 地域単位の第 j 地域単位に対する転入移動選好度を Min_{kj} 、同じく転出移動選好度を $Mout_{kj}$ とするとき、転入移動重心の座標 (Xin_k, Yin_k) 、転出移動重心の座標 $(Xout_k, Yout_k)$ は、

$Min_{kj} X_j$ 、 $Min_{kj} Y_j$ 、 $Mout_{kj} X_j$ 、 $Mout_{kj} Y_j$ のそれぞれの移動選好度をウェイトとする加重平均

4 変換には Excel 関数の DEGREES() を用いた。

$$Xin_k = \frac{1}{\sum_j Min_{kj}} \sum_j Min_{kj} X_j \quad Yin_k = \frac{1}{\sum_j Min_{kj}} \sum_j Min_{kj} Y_j$$

$$Xout_k = \frac{1}{\sum_j Mout_{kj}} \sum_j Mout_{kj} X_j \quad Yout_k = \frac{1}{\sum_j Mout_{kj}} \sum_j Mout_{kj} Y_j$$

として求めることができる。

(2) 移動角度の算出

(i) 転入移動ベクトルと転出移動ベクトルの和としての移動ベクトル

個々の地域単位について、転入移動重心を始点として当該地域単位の重心を終点とするものを転入移動ベクトル \vec{A} 、また個々の地域単位の重心を始点として転出移動重心を終点とするものを転出移動ベクトル \vec{B} として導入する。これらのベクトルの和、すなわち、 $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ として与えられるベクトル \vec{C} を移動ベクトルと定義する。

(ii) 移動ベクトル \vec{C} の都心に対してなす角度(移動角度)の算出

第 k 地域単位にとっての転入移動重心を起点とした転出移動重心までの距離の X , Y 成分を $Uinout$, $Vinout$ とすれば、それらは

$$Uinout_k = (Xout_k - Xin_k) \quad Vinout_k = (Yout_k - Yin_k)$$

とあらわされる。

そのとき第 k 地域単位に係る移動ベクトル \vec{C}_k の角度を ω とするとき、その角度情報は、地域単位の山手線内重心点からの角度を算出した場合と同様に $\arctan(Vinout_k/Uinout_k)$ によってラジアンとして与えられる。得られたラジアンを度数に変換することで最終的に移動ベクトル \vec{C}_k の角度 ω が得られる。

6. 移動方向の検出

第4節、第5節での一連の作業によって、各地域単位重心点が山手線内重心点に対して作る角度 θ と移動ベクトル \vec{C} の角度 ω とが得られる。そこで次にここでは、これら2種類の角度情報に基づいてそれぞれの地域単位を移動の方向的特性の違いによって類別する。

移動ベクトル \vec{C} の角度 ω が θ 類似の値を持つ場合、その地域単位は移動方向に関してアウト

バウンド移動という特徴を持つ。一方、それが逆方向(角度の乖離幅 180 度前後)の関係にある場合にはインバウンド移動を示していることになる。なお、度数表示では 360 度=0 度であることから、 θ とこれらの度数 ω の乖離が 360 度に近い場合も、移動方向としてはアウトバウンド型となる。

180 度及び 360 度(=0 度)をそれぞれ典型的なインバウンドとアウトバウンド移動の方向とみなし、それぞれのケースから±45 度の許容範囲を設け、移動の方向を①インバウンド移動、②アウトバウンド移動、そして③その他の方向の移動の 3 つのパターンに類別することができる。図2は、両者の角度の乖離度と移動の方向を概念図の形で示したものである。

このように、各地域単位の移動面での特性に関して、角度情報による3つの類別基準を導入した場合、今回分析対象とした40キロ帯の132の地域単位は具体的にどのように類別されるのであろうか。

具体的な類別結果一覧を示すに先立って、 θ と ω の点相関図によって、これらの角度と移動ベ

クトル \vec{C} の関

係を概観しておくことにする。

図2 角度の乖離度と移動の方向の関係

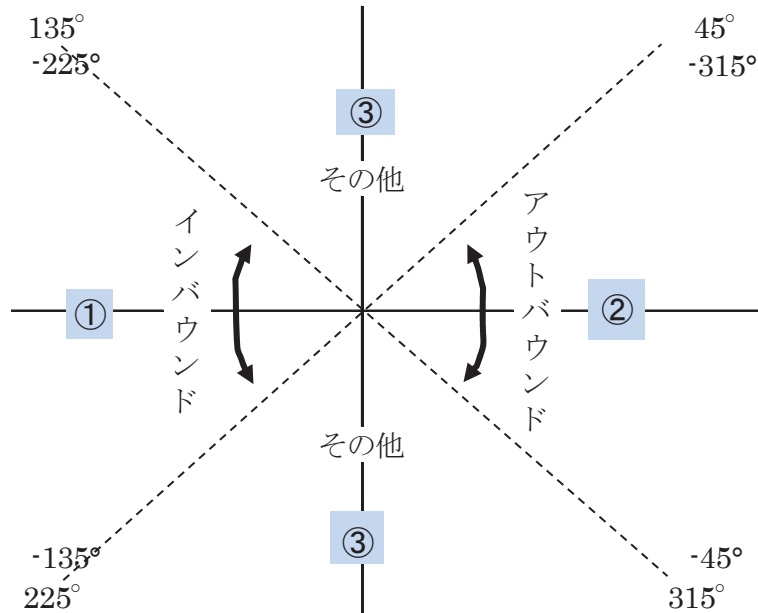
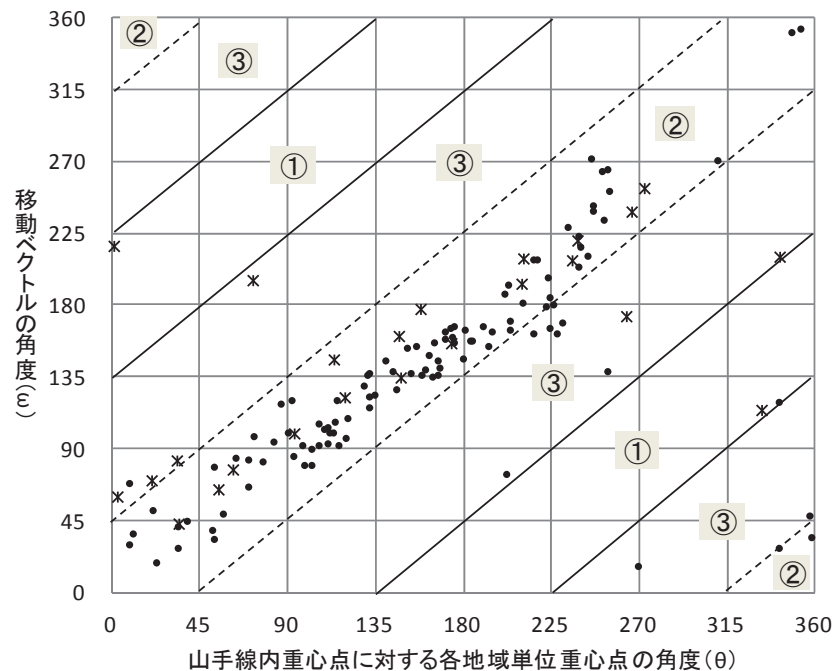


図3 各地域単位の角度 θ と移動ベクトルの角度 ω の点相関図



①インバウンド ②アウトバウンド ③その他

●15-40キロ帯 *15キロ圏

図3は、東京 40 キロ圏の地域単位について、各地域単位の角度による散布状況を示したものである。なお、[森 2017b]では 20 歳代の移動者を対象に、15-40 キロ帯の地域単位について同様の角度による比較を行っていることから、そこでの分析結果との比較もできるように、40 キロ圏の地域単位を 15 キロ圏と 15-40 キロ帯に区別した形で表示した。

各地域単位の散布状況を見る前に、図の表示形式上の特徴と図中のグリッドと斜線(実線、破線)の意味について若干説明しておく。

まず図の表示形式に関しては、この図は角度情報を平面上に展開したものである。角度で表記される情報の場合、360 度は 0 度に一致する。この点を考慮すれば、図3の上縁部と底縁部、また右縁部と左縁部とはそれぞれシームレスにつながったグラフとなっている。また図3では領域全体が $8 \times 8 = 64$ 個からなるそれぞれ1辺が 45 度からなる単位グリッドに区分されている。これらの単位グリッドをそれぞれ4つ一組に 0~90 度、90~180 度、180~270 度、270~360 度としてそれぞれ統合することで 90 度統合グリッドが得られるが、この統合グリッドは、それぞれ山手線内重心点を起点、各地域単位の重心点を終点としたベクトル(これを地域単位ベクトル \vec{R} とする)の角度、並びに転入移動重心を起点、転出移動重心を終点とする移動ベクトル \vec{C} の角度が属する象限(I、II、III、IV)に対応している。なお、「45 度グリッド」、「90 度グリッド」のいずれも、当該グリッドの周辺に隣接角度域を有している。

上述したように角度という情報の特性からこのグラフ面の上辺と下辺、右辺と左辺とは相互に連続した関係にあることから、上辺部(第IV象限)と下辺部(第I象限)、右辺部(第IV象限)と左辺部(第I象限)とはそれぞれ相互に隣接した象限となる。なお、角度の乖離度とグリッドの関係は相対的であり、各地域単位に係る地域単位ベクトル \vec{R} の角度 θ と移動ベクトル \vec{C} の角度 ω が与える地域単位が隣接したグリッドにプロットされている中には、同一グリッド内のプロットよりは角度の乖離度が小さいケースもありうる。

次に図中の斜線による境域区分を用いて角度 θ と ω の乖離度の方位的意味を説明しておく。

図3では、全体のグラフ領域全体が実線と破線によるそれぞれ斜め方向の帯状の9つの領域に区分されている。しかし、グラフの上下、左右の辺が相互に連続している点を考慮すれば、図中の各領域は実際には 3 つの異なる連続した帯状の領域①②③から構成されることがわかる。

このうち、15 キロ圏と 15-40 キロ帯のいずれについても大半の地域単位がプロットされている図の中央部、破線によって囲まれた中央の対角帯および左上端、右下端のゾーン②では、当該地域単位と山手線内重心点との角度 θ と、移動ベクトル角度 ω の関係は、アウトバウンド移動、すな

わち移動ベクトル \vec{C} が都心方面から郊外方面への移動方向を持つことを示している。一方、実線に

よって区分されたゾーン①ではインバウンド移動、すなわち当該地域単位に係る移動ベクトル \vec{C} が郊外から都心方面に向けた移動方向を持つ

表2 移動方向別地域単位数

	15キロ圏	15-40キロ帯	計
① インバウンド	2	1	3
② アウトバウンド	16	96	112
③ その他の方向	6	11	17
合計	24	108	132

ことを示している。なお、ゾーン③には、移動ベクトル \vec{C} の方向からインバウンドあるいはアウトバウンドといった点では明確な方位性が確認できなかった地域単位がプロットされている。

今回分析対象とした東京 40 キロ帯の 132 の地域単位に対して図 2 に示した角度による類別基準を適用した結果をまとめたものが、表 2 である。

先に 20 歳代の移動者を対象として行った 15-40 キロ帯の 104 の地域単位に対する同様の類別結果によれば、アウトバウンド方向の移動特性を持つグループ②に分類されたのは八潮市、三郷市、松伏町、三芳町、江戸川区のわずか 5 つの地域単位だけで、インバウンド移動のグループ①が 84 地域と圧倒的多数を占めていた。また、2 つの角度の差からアウトバウンド、インバウンド移動のいずれにも類別されないグループ③に属する地域単位は 15 であった〔森 2017b〕。

それに対して今回の類別結果では、全体の 85%にあたる 112 の地域単位がグループ②のアウトバウンド移動を示しており、特に 15-40 キロ帯に属する地域単位に限れば、108 中 96 という 9 割近い地域単位がアウトバウンド方向の移動特性を示しており、移動ベクトル \vec{C} の方向に注目した場合、20 歳代と 0-9 歳の移動者とでその方向が対照的であることがわかる。ちなみに図 4 は、インバウンド移動ベクトル \vec{A} とアウトバウンド移動ベクトル \vec{B} の和として与えられる移動ベクトル \vec{C} の長さとその方向を各地域単位の重心点とともに示したものである。

図 4 東京 40 キロ圏の地域単位についての移動ベクトル \vec{C} の長さや方向

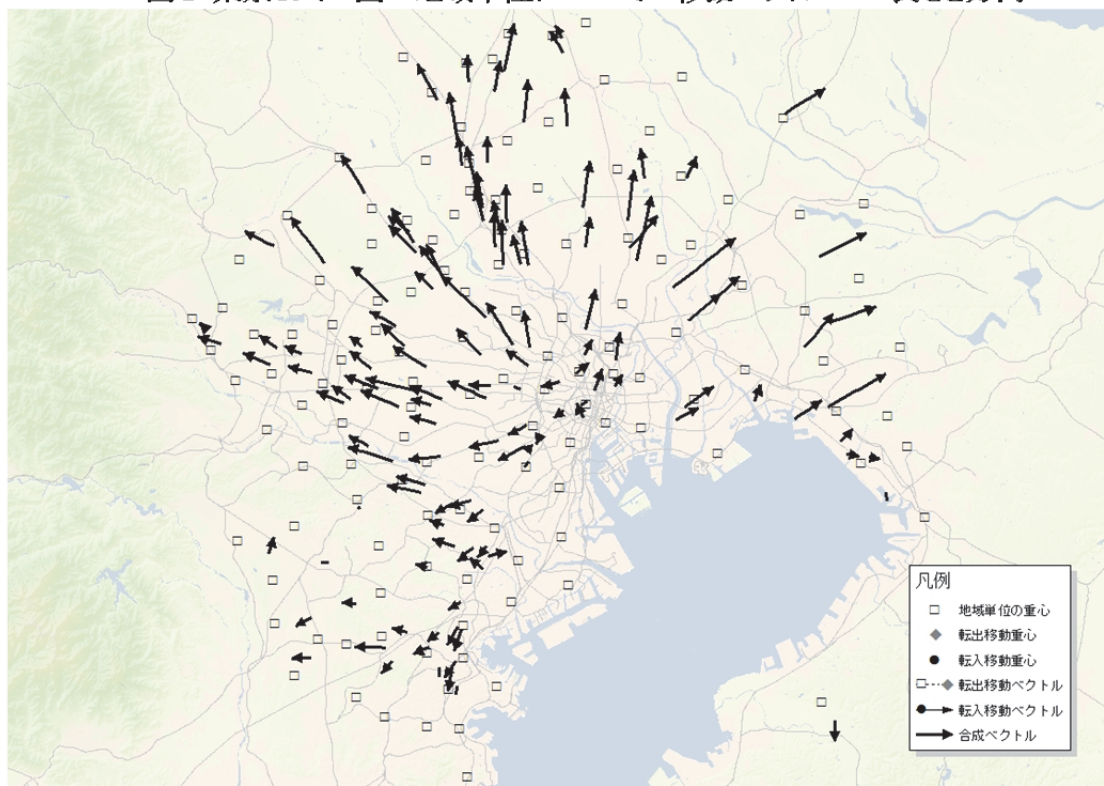


図 3 の角度 θ と ω による散布図では単にアウトバウンドの卓越が確認できただけであるのに対して、図 4 ではアウトバウンドという移動ベクトル \vec{C} の方向に加えてその長さも可視化されている。図 4

からは、地域単位によって移動ベクトル \vec{C} の長さに差異があることが読み取れる。移動ベクトル \vec{C} の長さは都心部並びに湾岸一帯、さらには南西方面の地域単位ではその距離が比較的短いのに対して、西から北、東にかけての特に 15・40 キロ帯あたりに位置する地域単位では長くなっている。

この図から読み取れるもう一つの特徴的な点は、多くの地域単位で移動ベクトル \vec{C} が当該地域単位の重心点から離れた位置でアウトバウンド方向の移動を示していることである。転入移動重心と転出移動重心とを結ぶ線上に地域単位の重心点が位置している場合、移動ベクトル \vec{C} が転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} の和として与えられることから、移動ベクトル \vec{C} はその重心点を通ることになる。移動ベクトル \vec{C} が地域単位重心点から離れて位置するのには、その元になる転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} の空間的な形状が関係している。この点については節を改めて考察する。

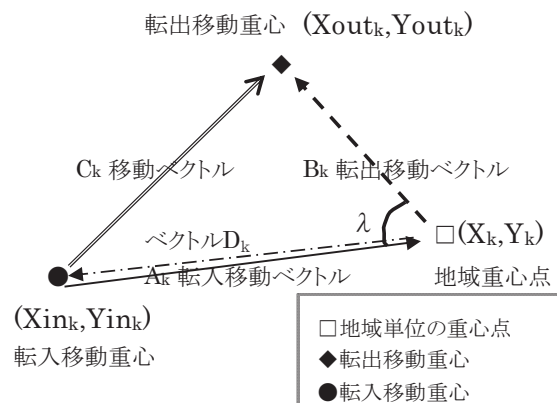
7. 移動ベクトルの長さの規定要因による地域単位の類別

第 k 地域単位の移動ベクトル \vec{C}_k は、転入移動ベクトル \vec{A}_k と転出移動ベクトル \vec{B}_k の和として与えられるものである。ここで、ベクトル \vec{A}_k とは逆向きのベクトル、すなわち地域重心点 (X_k, Y_k) を起点とし転入移動重心 (X_{in_k}, Y_{in_k}) を終点を持つベクトルを \vec{D}_k 、またベクトル \vec{B}_k と \vec{D}_k との角度を λ とすると、移動ベクトル \vec{C}_k の長さは、余弦定理によって

$$|\vec{C}_k| = \sqrt{|\vec{D}_k|^2 + |\vec{B}_k|^2 - 2|\vec{D}_k||\vec{B}_k|\cos\lambda}$$

として与えられる。このことは、移動ベクトルの長さが、 \vec{B}_k と \vec{D}_k の長さ $|\vec{B}_k|$ 、 $|\vec{D}_k|$ とこれらのベクトルがなす角度 λ に依存していることを示している。図5は、これらのベクトルの関係をそれぞれの端点の座標とともに示したものである。なお、それぞれを座標値によって表記すれば、

図5 転入移動・転出移動ベクトルと移動ベクトルの関係とベクトルD



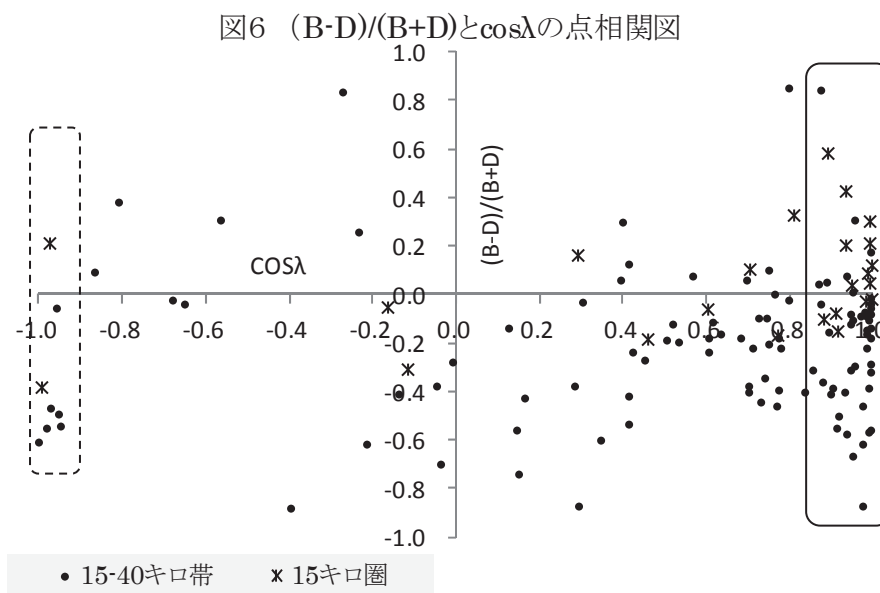
$$D_k = \sqrt{(Xin_k - X_k)^2 + (Yin_k - Y_k)^2} \quad B_k = \sqrt{(Xout_k - X_k)^2 + (Yout_k - Y_k)^2}$$

となる。一方、 $\cos \lambda$ については、 B_k と D_k 並びに内積 $\vec{D}_k \cdot \vec{B}_k$ を用いて

$$\cos \lambda = \frac{(Xin_k - X_k)(Xout_k - X_k) + (Yin_k - Y_k)(Yout_k - Y_k)}{\sqrt{(Xin_k - X_k)^2 + (Yin_k - Y_k)^2} \sqrt{(Xout_k - X_k)^2 + (Yout_k - Y_k)^2}}$$

として与えられる。

このように、移動ベクトル \vec{C} の長さがベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} のなす角度の余弦値 ($\cos \lambda$)、それぞれのベクトルの長さ並びに長さの差に依存していることから、今回分析対象とした 132 の地域単位について、15キロ圏と15-40キロ帯別に転入移動ベクトル \vec{A} の逆向きのベクトル \vec{D} とベクトル \vec{B} のそれぞれの長さ合計と差分の双方を比の形で取り込んだ指標として $(B-D)/(B+D)$ を導入し、ベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} との角度から求めた $\cos \lambda$ との点相関図を作成したものが図6である。



この散布図の縦座標軸の $(B-D)/(B+D)$ に関しては、第 I 象限と第 II 象限にプロットされる地域単位においてはベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} の長さの間に $B > D$ 、すなわち転出移動重心の方が転入移動重心よりも各地域単位から相対的に遠距離に位置するという関係が成立している。これに対して第 III 象限と第 IV 象限に属する地域単位では $B < D$ という関係が成立しており、転入移動重心は転出移動のそれよりも地域単位重心からより遠距離に位置している。

一方、横座標軸の $\cos \lambda$ については、 $\cos \lambda$ の値の 1.0、0.0、-1.0 は、ベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} が作る角度の 0 度、90 度、180 度にそれぞれ対応しており、それらはベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} がそれぞれ重複、直交、そして逆方向に展開していることを示している。

図6から各地域単位のプロット状況を見ると、図中に実線で囲んだ部分が示しているように、多くの地域単位では $\cos \lambda$ は 1 に近い値をとっている。ちなみに今回分析対象とした 40 キロ圏の 132

の地域単位のうちの 52 で $\cos \lambda > 0.9$ となっている。このことは、ベクトル \vec{B} 、 \vec{D} が作る角度 λ が 25 度未満であることを意味している。これらのケースでは、ベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} のいずれが卓越するかによって、移動ベクトル \vec{C} の方向とその長さが決まる。

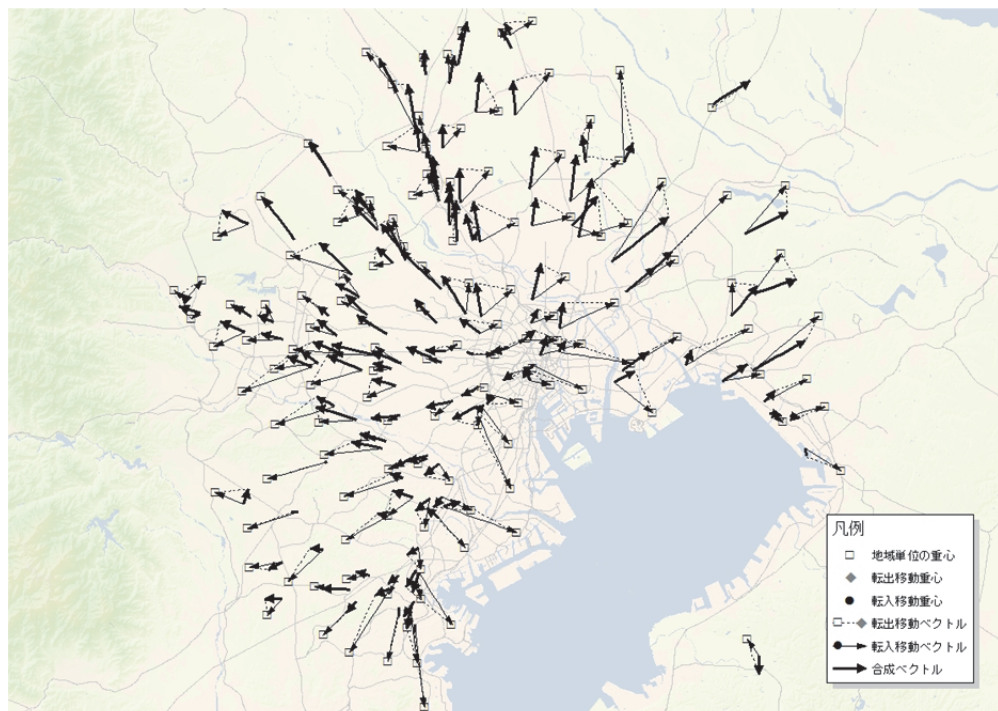
このようにベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} が基本的に同様の方向を指していてしかも移動ベクトル \vec{C} がアウトバウンドの方位特性を持つのは、次の 2 つのケースが考えられる。その 1 は、転出移動ベクトル \vec{B} がアウトバウンドの方位特性を持ち、しかもベクトル \vec{B} と \vec{D} の間に $B > D$ の関係が成立しているケースである。今一つは、転出移動ベクトル \vec{B} がインバウンドの方位特性を持ち、ベクトル \vec{D} との間に $B < D$ の関係が成立しているケースである。前者は図中の実線で囲んだもののうち第 I 象限に、後者は第 IV 象限にプロットされているものがそれに該当する。これらのケースについては、ベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} の長さの差分にほぼ等しい長さを持つアウトバウンド方向の移動ベクトル \vec{C} が得られる。

$\cos \lambda$ の値が -1 に近い図 6 中の破線で囲んだ地域単位については、ベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} が方角的に逆向きの関係、すなわち転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} が地域単位の重心点を挟んで両側に位置している。それらがインバウンドという方位特性を持つ場合、移動ベクトル \vec{C} の長さは両ベクトルの長さの和にほぼ一致する。図 5 で放射状に何筋かにわたって特に長い移動ベクトルが得られている中にはこういったケースが含まれる。

ところで、先にも指摘したように、移動ベクトル \vec{C} が地域単位重心点から離れて位置しているケースが図 5 には数多く見られる。ベクトル \vec{B} あるいはベクトル \vec{D} が都心方向に対して直角に近い角度を持つ場合、 $\cos \lambda \approx -1$ の場合を除いて、移動ベクトル \vec{C} は、結果的に当該地域単位重心点から離れた位置に描画されることになる。

以上見てきたように、本稿で移動ベクトル \vec{C} として定義した個々の地域単位の移動方向に関する属性は、あくまでも転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} の和として与えたものである。従ってそれが結果的にインバウンド方向の移動特性を示していたとしても、そこに個々の地域単位が郊外方面からの転入移動者を受け入れる一方自地域からは都心方面へと移動者を送出するという理念的図式が常に成立しているとは限らない。移動ベクトルが同様にインバウンド方向の移動を指している場合にも、実際にはベクトルの和として移動ベクトル \vec{C} を与える転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} は多様な方位性と長さをもって存在している。図 7 は、今回分析対象とした地域単位について、どのような方位と長さを持つ転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} とが移動ベクトル \vec{C} を構成しているかを可視化したものである。

図7 転入移動ベクトル A 、転出移動ベクトル B 、移動ベクトル C の関係図



8. 移動ベクトルの方向別にみた角度とベクトルの長さによる地域単位の類別

(1) 移動ベクトル \vec{C} の方向とベクトル \vec{B} 、 \vec{D} 間の角度

表3は、ベクトル \vec{D} と転出移動ベクトル \vec{B} とがなす角度の算出結果を、移動ベクトル \vec{C} の移動方向(3区分)並びに距離帯(2区分)別に地域単位数を集計したものである。

表3 距離帯・移動ベクトルの移動方向・ベクトル間の角度(0度～180度)別地域単位数

		0度～	20度～	40度～	60度～	80度～	100度～	120度～	140度～	160度～	計
15 キロ圏	インバウンド	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
	アウトバウンド	3	5	2	2	2	0	0	0	2	16
	その他の方向	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6
15-40 キロ帯	インバウンド	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	アウトバウンド	26	18	18	11	8	4	3	2	6	96
	その他の方向	8	2	1	0	0	0	0	0	0	11
計	インバウンド	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
	アウトバウンド	29	23	20	13	10	4	3	2	8	112
	その他の方向	12	4	1	0	0	0	0	0	0	17

これによれば、インバウンド移動については3つすべて、その他の方向移動については17中16の地域単位でベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} の角度が40度未満となっている。その一方で移動ベクトル \vec{C} がアウトバウンド方向の移動を示している合計112の地域単位では、1割弱ではあるがベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} とがなす角度が140度を超えるものも見られる。

ここで、転入移動、転出移動、それに地域単位のそれぞれの重心点の相互の位置関係をベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} のなす角度と関係づけてみると、角度が 0 に近い場合には転入移動重心と転出移動重心とが地域単位重心から見て同一方向に位置し、逆にその角度が 180 度に近い値をとるケースでは、それらが地域単位重心を挟む形で相互に位置していることにそれぞれ対応している。

ベクトル \vec{B} とベクトル \vec{D} の角度が 0 度あるいは 180 度の近傍にあるケースについて、移動ベクトル \vec{C} の方向がインバウンド、アウトバウンド方向の移動を示す場合、地域単位重心、転入移動重心、転出移動重心は相互に次のような位置関係にある。表4は、角度 0 度と 180 度のケースについて、6 つのパターン(㉑~㉒)を例示的に示したものである。

表4 0度、180度の場合の移動ベクトル \vec{C} の方向(イン・アウトバウンド)各重心点の関係

ベクトル間の角度	移動ベクトル \vec{C} の方向	重心の位置パターン	都心側	→	郊外側
0度	インバウンド	㉑	転出移動重心	転入移動重心	地域単位重心
		㉒	地域単位重心	転出移動重心	転入移動重心
	アウトバウンド	㉓	転入移動重心	転出移動重心	地域単位重心
		㉔	地域単位重心	転入移動重心	転出移動重心
180度	インバウンド	㉕	転出移動重心	地域単位重心	転入移動重心
	アウトバウンド	㉖	転入移動重心	地域単位重心	転出移動重心

(2) 移動ベクトル \vec{C} の長さ、ベクトル \vec{B} 、 \vec{D} の角度、ベクトルの長さの関係

図4に示した移動ベクトル \vec{C} の長さは、ベクトル \vec{B} 、 \vec{D} 間の角度とこれらのベクトルの長さに依存して決まる。角度が 0 度ないしその近傍にあるケースでは、移動ベクトル \vec{C} の長さはベクトル \vec{B} 、 \vec{D} の長さの差にほぼ一致し、角度が 180 度ないしその近傍にあるケースでは、移動ベクトル \vec{C} の長さは両ベクトルの長さの和にほぼ一致する。なお、両ベクトルの角度が 90 度の場合には、移動ベクトル \vec{C} の長さは $|\vec{C}| = \sqrt{|\vec{B}|^2 + |\vec{D}|^2}$ によって与えられる。

図8は、横軸にベクトル \vec{B} 、 \vec{D} の長さの合計 $B+D$ 、縦軸に長さの差分 $D-B$ をとり、角度(3区分)によって該当する地域単位をプロットしたものである。なお、転入移動ベクトル \vec{A} の逆向きのベクトルとしてベクトル \vec{D} を導入したことから、上方の座標半面には転出移動ベクトル \vec{B} よりも長い転入移動ベクトル \vec{A} を持つ地域単位が、一方、下方の座標半面には転入移動ベクトル \vec{A} よりも長い転出移動ベクトル \vec{B} を持つ地域単位がプロットされる。

図8 ベクトル間の角度別ベクトル長の合計と乖離度

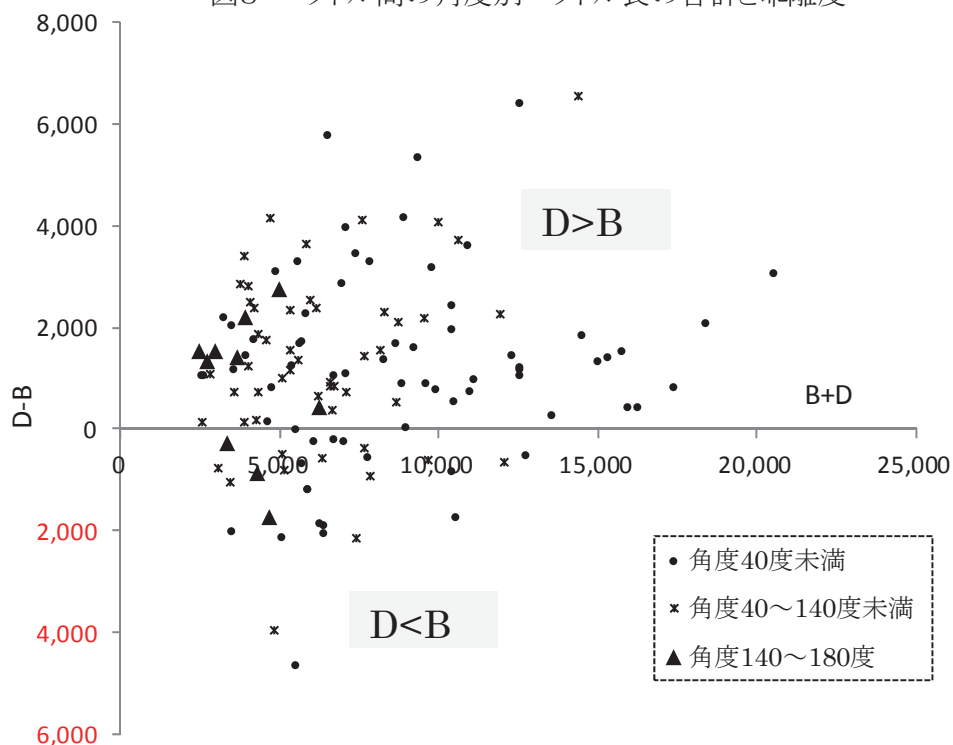


表4に整理したように、ベクトル \vec{B} と \vec{D} の角度が 180 度に近い場合、転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} は地域単位重心を中心にほぼ線状に連なっており、インバウンド、アウトバウンドいずれの場合にも、移動ベクトル \vec{C} の長さは $D \cdot B$ とは無関係に専ら $B+D$ に依存して決まる。

これに対してベクトル \vec{B} と \vec{D} の角度が 0 度に近い場合、移動ベクトル \vec{C} の長さは専ら $D-B$ に依存し、その方向としてのインバウンドとアウトバウンドは、ベクトルの長さの差分 $D-B$ の符号によって決まる。各重心点の位置関係のパターンとの対応を示したものが表5である。

従って、図8で例えばベクトル \vec{B} と \vec{D} の角度が 40 度未満の地域単位の場合、上方の座標半面にはパターン

表5 移動の方向と各重心の配置
パターンの対応関係

	D>B	D<B
インバウンド	ⓑ	ⓐ
アウトバウンド	ⓒ	ⓓ

ⓐのインバウンド移動特性を持つ地域単位とパターンⓒのアウトバウンド移動特性を持つ地域単位が、一方、下

方の座標半面にはパターンⓐのインバウンド移動特性とⓐのアウトバウンド移動特性を持つ地域単位がプロットされることになる。なお、これについては、図8から該当する角度範囲に属する地域単位だけを抽出し、インバウンド、アウトバウンドといった移動ベクトル \vec{C} の方向別に各地域単位を表示することで、これらのパターン別の分布状況を可視化することができる。要するにベクトル \vec{B} と \vec{D} の角度が比較的小さい場合には、移動ベクトル \vec{C} の長さは差分の絶対値 $|D-B|$ に、またそ

の方向はベクトルの長さの差分 $D-B$ の符号に依存して決まる。

むすび

本稿では、0-9 歳の移動者を初期子育て世帯の代理変数とみなし、角度情報を用いて東京 40 キロ圏内の地域単位(市区町)の移動方向に関する特性を考察した。

今回、山手線内の地理学的重心点を中心とした直線距離で 60 キロ圏を移動空間として設定し、それを構成する各地域単位重心点に直角座標を付与することによって、転入移動重心と転出移動重心の座標を算出した。これらの座標情報に基づいて転入移動重心を起点、地域単位重心点を終点とするベクトルを転入移動ベクトル \vec{A} 、また地域単位重心点を起点、転出移動重心を終点とするベクトルを転出移動ベクトル \vec{B} として導入し、これらのベクトルの和として与えられる移動ベクトル \vec{C} が都心となす角度を各地域単位重心点の都心に対する角度を比較することで、移動ベクトル \vec{C} の移動方向の定量的評価を行った。

先に[森 2017a]で行った住民基本台帳人口移動報告の 20 歳代の移動者データによる分析結果では、15-40 キロ帯の地域単位で都心方向へのインバウンド移動が卓越していることが確認されている。これに対して、今回分析対象とした 40 キロ圏の地域単位の 0-9 歳の年齢階級についての分析結果を同じく 15-40 キロ帯について比較した場合、20 歳代とは対照的にアウトバウンド方向の移動が卓越していることが明らかになった。

ところで、移動ベクトル \vec{C} の方向を転入移動ベクトル \vec{A} と転出移動ベクトル \vec{B} にまで立ち戻ってその方位的特徴を見た場合、今回アウトバウンド方向の移動特性を持つ地域として抽出された各地域単位についても、当該地域単位よりも都心寄りに位置する各地域単位からの移動者を受け入れる一方、当該地域よりも郊外方面に位置する地域単位に対して転出者を供給するといった文字通りのアウトバウンド型の移動パターンを示す事例は限定的で、実際の移動方向には何種類かのパターンが見られた。この点については、移動分析に角度という新たな分析方法を導入することで様々なしかも定量的な類別等の分析を行うことができた。

本稿では転入移動ベクトル \vec{A} の逆方向のベクトルをベクトル \vec{D} として定義し、それと転出移動ベクトル \vec{B} とがなす角度情報を用いて、移動ベクトル \vec{C} の長さを規定する角度要因とベクトルの長さ要因との関係についても考察した。ただ、個々の地域単位に係る移動ベクトルの長さやそれらのベクトルがなす角度がどういった事実論理によって規定されているのかという点までの検討は行えなかった。これらについては、今後の検討課題としたい。

〔文献〕

森 博美(2017a)「首都 60 キロ圏における 20 歳代移動者の移動圏について」法政大学日本統計研究所『オケージョナル・ペーパー』No.79

森 博美(2017b)「首都圏の地域間人口移動者における移動圏の方位的特徴について」『経済志林』第 85 巻第 1 号

森 博美(2018)「角度情報による東京 15・40キロ帯の人口移動特性分析」『経済志林』第 85 巻第 3 号所収(予定)

オケージョナル・ペーパー(既刊一覧)

号	タイトル	刊行年月
64	居住地移動の小地域データから見た地域の特性について —1990、2000年代後半期の江東区を事例に—	2016.08
65	都区部各区における人口動向に関する一考察 —人口移動に見られる局面転換時点と人口推移のパターンによる区の類別化—	2016.09
66	フランスのビジネス・レジスターSIRENEの創設と初期の状況について	2016.09
67	人口の社会移動の統計的把握と「不詳」—社会増減に関する二種類の把握 方法の比較を手掛りに—	2016.09
68	「その他全ての自由人」—「マイノリティ」への米国センサス調査の初期事例—	2016.11
69	2010年代前半東京50キロ圏におけるインバウンド・アウトバウンド移動者の 距離帯別年齢特性について	2016.12
70	東京多摩地区における域内人口移動の空間的特徴とその変化	2016.12
71	東京多摩地区から特別区部への人口移動の空間的特徴とその変化	2016.12
72	東京50キロ圏における距離帯間の移動選好について—住民基本台帳人口移動 報告「参考表」による年齢階級別移動状況—	2017.01
73	つくばEX沿線における地域間人口移動について	2017.01
74	「チャイニーズ」と「ホワイト」との間で —1852年カリフォルニア州センサスにおける中国人をめぐる調査の実態—	2017.01
75	鉄道開業前・後期における鉄道沿線域内人口移動について —つくばEX沿線域内18市・区間の移動を事例として—	2017.02
76	首都圏南西翼地域における距離帯間・距離帯内移動について	2017.02
77	首都60キロ圏における移動ホットスポットの検出	2017.03
78	地域間移動における転出・転入移動圏とその特徴 —首都60キロ圏を対象地域として—	2017.04
79	首都60キロ圏における20歳代移動者の移動圏について	2017.04
80	1880年ドイツ帝国営業調査構想について —エンゲルの「建白書」を中心にして—	2017.04
81	転出入移動圏から見た地域人口移動の方向的特性について	2017.05
82	ビスマルク政権とプロイセン統計局 1862-82年 —エンゲルのプロイセン統計局退陣をめぐる—	2017.05

オケージョナル・ペーパー No.83

2017年6月20日

発行所 法政大学日本統計研究所

〒194-0298 東京都町田市相原4342

Tel 042-783-2325、2326

Fax 042-783-2332

jsri@adm.hosei.ac.jp

発行人 菅 幹雄