

オケージョナル・ペーパー No.84

## 移動選好度による居住移動圏の検出

—住民基本台帳人口移動報告「参考表」(2012-16年)による分析—

2017年10月

法政大学

日本統計研究所

# 移動選好度による居住移動圏の検出

—住民基本台帳人口移動報告「参考表」（2012-16年）による分析—

森 博美（法政大学経済学部）

## 要旨

都道府県あるいは市区町村といった地域単位間の移動数は、移動者による移動先の選択の程度の違いだけでなく移動に係る地域の人口規模の多寡にも規定されている。仮に地域間での移動の生起確率が等しい場合にも、人口規模が大きい地域間ではそれが小さい地域間の移動に比べて移動者数は多くなる。考察の対象として取り上げる地域全体を移動空間とした場合、移動空間内で想定される地域間の期待移動数に対する現実の移動者数の比を求めることで、転入移動あるいは転出移動としての当該地域単位間の移動に関する関係性の相対的な強度を評価することができる。本稿では地域単位間の関係性の強度を評価する指標として、市区町村間の移動者数とそれぞれの地域単位の登録人口（住基人口）とから移動選好度を用いた。算出した移動選好度のスコアが与える移動元と移動先との間の移動面での強度は、ある意味では地域間の親近性を表す指標とみなすことができる。

ところで、サンプル間の親近性データを用いて親近性が高いサンプル同士を近くに、またそれが低いものを遠くに配置することでサンプルの多次元布置を行う方法として数量化IV類が知られている。本稿は、住民基本台帳人口移動報告の参考表として一般に提供されている2012～2016年の5か年分の市区町村間移動のプーリングデータから算出した移動選好度に数量化IV類を適用することによって移動圏の検出を試みたものである。

分析では、まず算出した移動選好度マトリックスに数量化IV類を適用することによって得られた固有値第1軸と第2軸の固有ベクトルによる二次元グラフから3つの地域グループを抽出した。その中の最大グループについて、第1軸の固有ベクトルが持つ順序情報を用いて地域単位の再配置を行うことで二次元地理空間上に位置する各地域単位を一次元布置することによって、相互に移動面での関係性の強いいくつかの地域サブグループの検出を行った。さらに、固有値の上位4つ（第1軸～第4軸）の固有ベクトルにクラスター分析を適用することによって、いくつかの地域クラスターを移動圏として抽出した。抽出された地域グループはいずれも地勢や気候条件、さらには歴史的・文化的背景の類似した地域単位を構成要素として塊状に分布しており、移動圏とも照応しているものと考えられる。

キーワード：人口移動、移動選好度、移動ODマトリックス、数量化IV類、クラスタリング

## はじめに

人々がその居住地を移動させる場合、町丁字といった小地域内部での移動から市内他地域、県内の他市区町村、都道府県間、さらには国際移動と移動の対象境域には様々なレベルが考えられる。かつてラベンスタインが地域人口移動に見られる規則性の一つとして「移動者の大半

は短い距離を移動する」[Ravenstein 1885 p.198]と指摘したように、一般に人々の居住地移動の強度は移動距離と負の相関を持つことが知られている。このような距離と移動の強度の間に見られる規則性は、今日における移動現象にも同様に妥当している [森 2016]。

人々の居住地移動に対する距離抵抗の作用は市区町村間といった中位の境域レベルでの移動にも見られ、一般に隣接あるいは近接した地域間では距離が隔たった地域との間に比べ比較的強い地域間関係が成立している。その一方で、地域によっては相互に近接して立地しているにもかかわらず移動交流が比較的低調な地域も存在する。それには地勢や交通面での隔絶といった距離に解消されない要因、さらには両地域間の歴史的あるいは文化的背景の違いといった諸要因が移動に対する抵抗として関与しており、これらの要因の作用の総体として移動現象は成立していると考えられる。これらの諸要因が複合的に作用した結果、特定の地域単位グループに属する市区町村の間では比較的強い移動面での地域間関係が存在する一方で、それに隣接する地域単位も含め、他地域とは移動関係が相対的に稀薄ないくつかの地域群が移動圏として形成される。

本稿では、一つの事例研究として新潟県を取り上げ、住民基本台帳人口移動報告の市区町村間移動データから算出した移動選好度に数量化IV類を適用することによって、県内の各市区町村がどのような形でそれぞれ移動圏として編成されているかを考察してみたい。

## 1. 数量化IV類を用いた移動圏域の検出

### (1) 数量化IV類を用いた親近性によるサンプルの布置

$n$ 個のサンプルがあり、サンプル  $i$  と  $j$  の間の親近性スコアが  $e_{ij}$  として与えられているとする。サンプル  $i$  に対して数値  $x_i$  を与え、親近性と  $x_i$  と  $x_j$  のユークリッド距離から構成される指標  $Q$  を次式のように定義する。

$$Q = \sum_{i \neq j}^n \sum e_{ij} (x_i - x_j)^2$$

$Q$  に対しては、サンプル間の距離の2乗和が一定  $\sum_{i < j} (x_i - x_j)^2 = c$  という制約を与えることで

$Q$  を最小化する  $x$  の組を求めることができる。なお、ここで  $Q$  を最小化することは、大きい  $e_{ij}$  のスコアに対しては小さい距離  $(x_i - x_j)^2$  が、小さい  $e_{ij}$  には大きい距離が対応するようにサンプルを多次元布置することを意味する。いま、

$$Q^* = -Q = - \sum_{i \neq j}^n \sum e_{ij} (x_i - x_j)^2$$

とすれば、 $Q$  の最小化は、同じ制約条件の下で  $Q^*$  を最大化することと同義である。

$x$  に対してより強い条件、すなわち平均 0、分散 1 とすることで、正規方程式

$$\frac{\partial Q^*}{\partial x_i} = 0$$

を解くことで  $Q^*$  の最大化を実現する形で各サンプルのするような  $x$  の布置が得られる。数量化IV類を親近性行列に適用することによって、特性方程式から得られる固有ベクトルのうち

$x=0$ の自明解以外の固有ベクトルを座標として、それぞれの固有ベクトルに対して数量化スコアとして与えられる座標値 ${}_k x_i$  ( $i$ は地域単位、 $k$ は固有値の次元ないし軸番号)によってサンプル間の相互依存関係を多次元空間上に布置することができる。

地域間人口移動の場合、移動ODマトリックスの各セルが与える移動数に対する移動元と移動先の人口規模の影響部分を調整した標準化移動スコアは、ある意味で地域間の移動面での関係性の強度を反映している。移動ODマトリックスの移動元並びに移動先地域単位をサンプル、また標準化移動スコアをサンプル間の親近性と読み替えることで、数量化IV類の適用が可能となる。

最大固有値を与える第1軸に対応する第 $i$ 地域単位の固有ベクトルを ${}_1 x_i$ とすれば、それは第1軸に関して、各地域単位を線形座標上に布置したものであり、例えば第1軸と第2軸の固有ベクトルを座標 $({}_1 x_i, {}_2 x_i)$ として二次元平面上に各地域単位をプロットすることで、これらの軸に関してのそれぞれの位置関係を把握することができる。さらに、得られた固有ベクトルにクラスタリングを適用することで各地域単位をグルーピングし、それらから移動圏のサイズとその広がりを確認することもできる。

## (2) 数量化IV類による移動圏の分析事例

数量化IV類によって移動圏の検出を行っている主な既往研究としては以下のようなものがある。

馬場恵美子は、住民基本台帳人口移動報告の都道府県間移動データから人口移動マトリックスとして非対称の $n$ 次元の正方行列 $T$  (ただし $n=47$ )を作り、分析用データとして行列 $T$ とその転置行列 $T^t$ とから $S=(T+T^t)/2$ として $s_{ij}$ を要素に持つ対称行列 $S$ を作成している。なおここで $s_{ij}$ は $i$ 県から $j$ 県への転出者と転入者数の平均値にあたる。馬場はこの行列 $S$ が都道府県間の人の流れの多寡を表すことからそれを数量化IV類という親近性行列とみなしている。ただし、人口移動の場合には移動数が移動元と移動先の人口規模に依存することから、分析に当たっては $s_{ij}$ を移動に係る $i, j$ 地域の人口 $f_i, f_j$ の和によって標準化した

$$e_{ij} = s_{ij} / (f_i + f_j)$$

を要素に持つ行列 $E$ を都道府県間の移動に係る親近性行列として用いている。行列 $E$ に数量化IV類を適用して各都道府県の布置を求め、第1軸と第2軸の固有ベクトルによって都道府県のクラスタリングを行っている。1985年と1990年についての分析結果から、関東や近畿といった移動圏としての地域ブロックが存在すること、また2つの対象年次間では地域の類別結果にほとんど差異が見られないことを明らかにしている〔馬場1997〕。なお、馬場康雄も同様の方法によって、1980年と1990年の移動圏の比較分析を行ない、経時的に安定的な類別結果を得ている〔馬場2000〕。

これらの他にも国勢調査の通勤通学調査データに数量化IV類を適用することで経済活動を共有していると考えられる経済圏或は生活圏の境域の抽出を行っている研究もいくつかみられる。

佐々木は平成の大合併が全国的に進行する中、福島県伊達郡の各町の間でこういった圏域で

地域生活圏が成立しているのかを数量化Ⅳ類を用いて考察している〔佐々木 2002〕。佐々木はまず、平成 12（2000）年国勢調査の「常住地による従業・通学者数」と「従業地・通学地による常住市町村別集計」から郡内の 9 町を中心に近接する福島市、郡山市等を含めた流入、流出マトリックスを作成し、通勤通学者総数と従業者（社会人）について流入、流出のそれぞれについて、 $i, j$  地域への流入数から単相関係数を求め<sup>1</sup>、そのスコアをそれぞれの地域単位間の親近性とみなしている。その結果、流入、流出それぞれについて親近性スコアを要素として持つ対称行列が得られる。

このようにして作成した流入、流出親近性行列に対して数量化Ⅳ類を適用し、各対象地域の得点化を行い固有ベクトルを算出している。そして第 1 軸と第 2 軸の固有ベクトルが与える座標 $({}_1x_i, {}_2x_i)$ によって各地域単位を二次元グラフの形で表示することで、同郡内の町について、流入、流出のいずれも同じ町の組から成る 3 つの地域グループを抽出している。

また上藤は、2005 年国勢調査の通勤通学調査結果のオーダーメード集計によって静岡県内の市町ベースでの就業者の流出入状況について、表側を移動先、表頭を移動元とする移動行列とその転置行列<sup>2</sup>を作成し、各市町について就業人口に対する相手先地域での従業者率（依存度）を算出し、それぞれ市町の組についての依存度の平均値をそれぞれ転入と転出に係る親近性と定義している。そして、流出量と流入量をベースにしてそれぞれ得られた親近性行列に数量化Ⅳ類を適用して得られた最大固有値である第 1 軸と第 2 軸の固有ベクトルを用いてクラスタリングにより県内の市町を類別し、地域単位間のそれによって経済的依存関係を明らかにするとともに、得られた地域クラスターを県内の地域経済圏として抽出することによって行政等で一般に用いられている地域区分との比較対照を行っている〔上藤他 2011〕。

## 2. 今回使用した移動データ

住民基本台帳人口移動報告は国勢調査の移動統計と並んでわが国の公的統計の中で人口移動に関する最も代表的な統計として知られる。特に住民基本台帳人口移動報告については月次、四半期、年次でデータが提供されており、年計では男女・年齢階級（5 歳階級）別の転出入超過数もあり、移動の動態的变化や年齢属性別の移動分析資料として広く用いられている。ただし、年齢階級別の移動に関しては、これまで都道府県間移動のみが提供されていただけで、市区町村間の年齢属性情報を持つ移動データについては、移動先あるいは移動元を一括表章した形で提供されてきた。

近年、データ提供の拡充が図られ、2012 年以降、政府統計の総合窓口である eStat から、「参考表」という形ではあるが、男女年齢 10 歳階級別の市区町村間の移動データが「参考表（年齢（10 歳階級）、男女、転入・転出市区町村別結果）」として提供されている。

2017 年 8 月現在、参考表では平成 24(2012)年から 28(2016)年の 5 年間の各年次（暦年）の移動者数が、それぞれ表 1「年齢（10 歳階級）、男女、移動前の住所地別転入者数—都道府県、市区町村」と表 2「年齢（10 歳階級）、男女、移動前の住所地別転出者数—都道府県、市区町村」として提供されている。年次によって表章されている地域数は多少異なるが、移動後の住所地（現住地）については市区町村も含めた 1,963～1,965 の地域が、また移動前の住所地（前住地）は 2,025～2,032

<sup>1</sup> 流入流出マトリックス中の空白（流入、流出数ゼロ）のセルについては、ダミー数として移動数 1 を仮代入して計算処理されている〔佐々木 117 頁〕。

<sup>2</sup> これが通例の移動 OD 表のデータ形式に相当する。

の都道府県・市区町村等<sup>3</sup>の地域が結果表章されている。なお、「住民基本台帳人口移動報告参考表(年齢(10歳階級)、男女、転入・転出市区町村別結果)に関する留意事項」によれば、前住市区町村(又は現住市区町村)別に男女計の年齢階級計が極めて少ない市区町村については秘匿処理が施されており、都道府県、市区町村欄に「その他の区」、「その他の市町村」又は「その他の県」という表章項目がそれぞれ設けられている。

今回の分析では e-Stat から DB 形式で提供されている移動者数データを用いて、新潟県内の 37 市区町村の 2012～16 年計の男女計・年齢計の移動者数から、表側に移動前の市区町村(前住地)、表頭に移動後の市区町村(現住地)を持つ移動 OD 表を作成した。なお、移動 OD 表の移動数については、移動元が「その他の区」および「その他の市町村」となっている計数をそれぞれ区、市町村の移動者数に従って按分処理することによって算出した。

### 3. 移動選好度による地域の親近性の評価

地域間の移動者数は、それが直ちに移動面での地域間の関係の強度をあらわしているわけではない。なぜなら、地域間で観察される移動数の多寡には移動元(Origin)と移動先(Destination)の間の移動面での地域間関係性だけでなくそれぞれの地域の人口規模に起因する要素も同時に反映されているからである。従って移動数から移動に係る地域間の関係性の強さの要素を抽出するためには、移動元と移動先地域の人口規模が移動数に及ぼしている作用の部分を取り除く必要がある。移動数に対する人口規模の作用を除去し、移動に係る地域間の関係性という側面から人口の地域間移動を分析する方法のひとつとして用いられる指標に移動選択指数(以下、移動選好度)がある。

移動選好度については、国連の『国内移動計測法(マニュアルVI)』[UN 1970 p.48]においても、移動に関する比率、割合その他の指標を取り扱った第IV章でその他の指数(some other indices)の一つ選好指数(Index of preference: IPR)として取り上げられているものである。なお『マニュアル』では、脚注<sup>4</sup>に表記したように、指数は期待移動数に対する現実の移動数の比に定数( $k$ )を乗じた形で定式化されている。以下本稿では、『人口大事典』(2002)での記載法に従って移動選好度を、①式のように期待移動数に対する現実の移動数の比( $k=1$ )とする。

$$I_{ij} = \frac{M_{ij}}{\left(\frac{P_i}{P} \cdot \frac{P_j}{P}\right) \cdot \sum M_{ij}} \dots \textcircled{1}$$

<sup>3</sup> 表1の転入者数については総数(前住地)、また表2の転出者数には総数(現住地)の項目がある。

<sup>4</sup> マニュアルでは以下のような簡単な記述となっている。

If migration propensities were uniform, the number of out-migrants from  $i$  would be  $M(p_i/P)$ . Similarly, the number of in-migrants to  $j$  would be  $M(p_j/P)$ , where  $M$  represents total migrants. The expected number of migrants from  $i$  to  $j$  will be  $M \cdot (p_i/P \cdot p_j/P)$  and an index of preference or relative intensity ( $IPR$ ) is :

$$IPR = \frac{M_{ij}}{M \left( \frac{p_i}{P} \cdot \frac{p_j}{P} \right)} \cdot k$$

This procedure takes  $M$  as given even though it is known that the magnitude of  $M$  is determined by varying propensities as observed in the population. [UN 1970 p.48]

ただし、 $M_{ij}$  =  $i$ 地域から $j$ 地域への移動数、 $P_i$  =  $i$ 地域の人口数

$P_j$  =  $j$ 地域の人口数、 $P$  = 分析対象境域全体の人口数

$\sum M_{ij}$  = 分析対象境域全体の人口移動数

ちなみに①式の形で定式化された移動選好度は、「移動が人口の大きさに比例して起こったと仮定して得られる期待移動数と実際の移動数との比によって、移動面での地域間の結合関係の相対的な強さ」[人口大事典 596 頁]を評価する指標として導入されたものであり、人口の地域移動における移動圏の分析などに用いられてきた。

今回分析対象とする新潟県の市区町村間移動に係る OD 表は、図 1 に示したような  $n \times n$  の正方行列(ただし  $n=37$ )によって与えられる。

境域全体を対象とした地域単位相互間の地域間移動の場合、個々の地域単位は移動元にもまた移動先ともなりうる。そのため、OD 表の要素である

図1 地域間移動OD表

		移動先D		
		1	2	n
移動元O	1	■		
	2		■	
	n			■

$M_{ij}$  には移動元  $i$  から移動先  $j$  への、一方  $M_{ji}$  にはその逆向きの移動データが格納される。

ところで、このような移動元と移動先の地域単位相互間の移動について、それをあくまでも地域間移動として捉えた場合、当然ながらそれとは移動の次元を異にする地域単位内移動は対象外となる。その結果、OD 表では対角要素は該当データを持たない空白セルとなる。

このような OD 表を想定した場合、それが対角要素を持たない行列の形で与えられることから、①式で「境域全体の人口移動数」とされている  $\sum M_{ij}$  については、より厳密には「自地域内移動を除いた

対象境域全体の移動数」すなわち、 $\sum_{i \neq j}^n M_{ij}$  として表記すべきものと考えられる。

$n$ 個の地域単位からなる移動元からの移動者にとって、自地域を除いた他の  $n-1$  の地域単位が移動先としての選択対象地域となりうる。そこで、このような境域全体を対象とした地域間移動の場合、移動が移動元と移動先のそれぞれの人口規模に応じて発生したと仮定して得られる移動期待数は、

$$\left( \frac{P_i}{P} \cdot \frac{P_j}{P - P_i} \right) \sum_{i \neq j}^n M_{ij} \quad \text{によって与えられることになる。}$$

境域全体を対象とした地域間移動の場合、移動期待数が上述のように与えられることから、最終的に移動選好度は、

$$I_{ij} = \frac{M_{ij}}{\left( \frac{P_i}{P} \cdot \frac{P_j}{P - P_i} \right) \cdot \sum_{i \neq j}^n M_{ij}} \dots \textcircled{2}$$

として定式化できる。

このようにして得られた移動選好度行列は、行方向には移動元  $i$  から  $i$  を除く  $n-1$  の移動先に対する転出先選好度を、一方、列方向にそれを読んだものは  $j$  地域が当該地域を除く  $n-1$  の諸地域から移動先として選好されている程度を示している。算出された移動選好度については一般に  $I_{ij} \neq I_{ji}$  であることから、得られる移動選好度マトリックスは非対称行列となる。ところで栗島浦村については、今回分析対象期間とした 2012-2016 年の 5 年間に県内の他市区町村との転出入移動者数がいずれもゼロであった。そのため以下の分析では同村を除いた 36 市区町村を対象地域として地域移動圏の検出を行うことにする。

#### 4. 数量化Ⅳ類による地域移動圏の検出

##### (1) 移動選好度マトリックスへの数量化Ⅳ類の適用

移動選好度は、移動面での地域間の関係の強度を示すスコアである。ここでの関係の強さをサンプル間の近親性と読み替えることで、数量化Ⅳ類による分析ができる。この方法を移動選好度マトリックスに適用することによって、移動面での関係が強い地域を近隣に布置した地域の配列順を求めることができる。

本稿末に掲げた【付図 1】は、算出した移動選好度のスコアを階級区分したそれぞれの記号を、新潟県内の市区町村コードの順番に従って配列したものである。なお、行政区コードは、区・市部については区→市の順にそれぞれ区・市制の施行年次に従って付与されており、町村部については郡単位で町→村の順序で与えられている。合併や分区によって新設された区については旧区コードが廃番とされ、既存の区コードに対する連番コードが付与される。町村部の市への昇格に際しては旧コードが廃番となり、市制への移行年次の順に既存の市コードの連番コードが与えられる。

このように、市部の行政区コードについては市政施行年次順であることから、【付図 1】のような行政区コードに従って地域単位を配列した場合、表頭表側での隣接行・列が実態として境域を接した地域単位とは必ずしもなっていない。それに対して郡単位で町村コードが付与されている町村部については、多くの場合、塊状の地域群を形成しているケースが多い。そのような地域単位間では一般に移動選好度が高いことから、行政区コードに従った地域単位の配置の場合には、むしろ町村部の方に相対的に高い移動選好度スコアを持つセルの小集団がいくつか形成されることになる。新潟県の場合には度重なる市町村合併等の結果、多くの旧町村が市に編入されているという事情もあり、行政区コード順に地域単位を配列した【付図 1】には、そのような高スコアのセルの局所的集積はほとんど認められず、相対的に移動選好度の高いスコアを持つセルは図中の全域に拡散した形で分布している。

数量化Ⅳ類は非対称の親近性行列にも適用可能である。そのため今回は、栗島浦村を除く県内 36 市区町村の地域単位を表頭、表側に持つ移動選好度マトリックスにこの方法を適用してデータの処理を行った。エクセル統計が持つ数量化Ⅳ類（行列表示）によってデータ処理を行った結果、第 35 軸までの固有値とそれぞれに対応した固有ベクトルが出力結果としてえられ



た。【付表 1】は、このうち上位 10 の固有値と各地域単位の座標情報としてのその固有ベクトルを掲げたものである<sup>5</sup>。

(2) 第 1 軸と第 2 軸の固有ベクトルによる市区町村のプロット

図 2 は第 1 軸と第 2 軸が与える固有ベクトル  ${}_1x_i$  と  ${}_2x_i$  を用いて 36 の地域単位を二次元グラフとしてプロットしたものである。

図 2 第 1 軸と第 2 軸の固有ベクトルの二次元グラフ

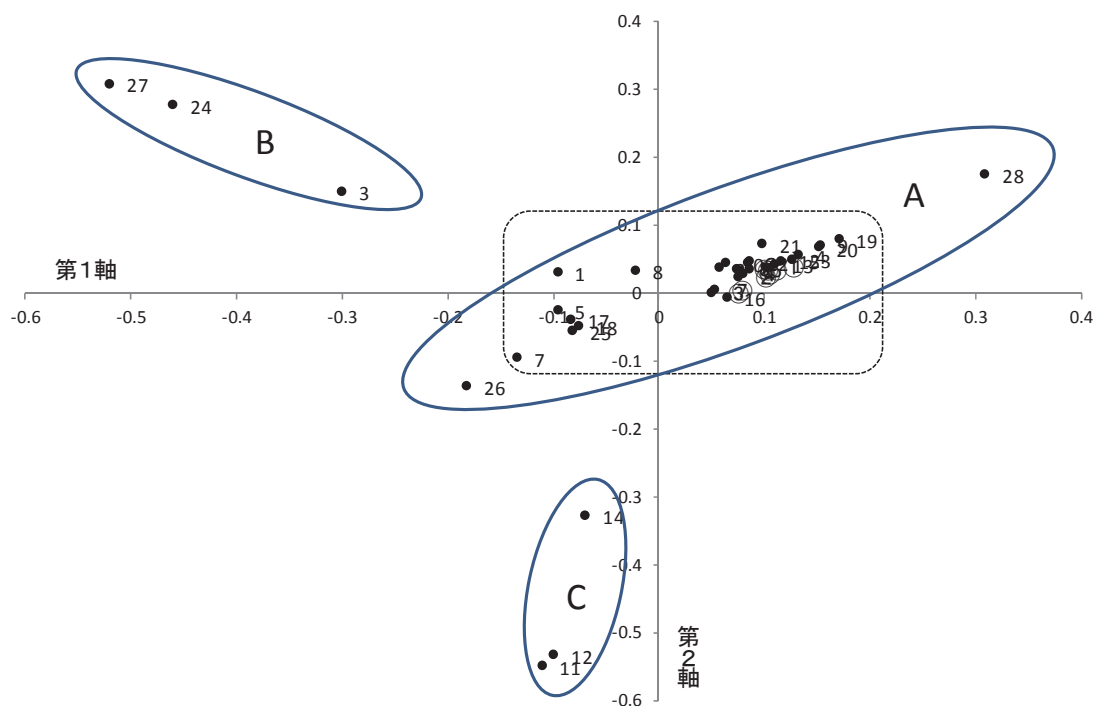
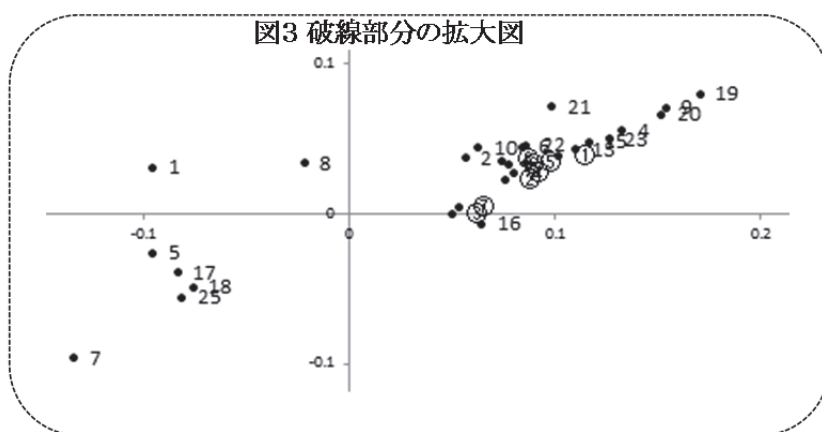


図 3 破線部分の拡大図



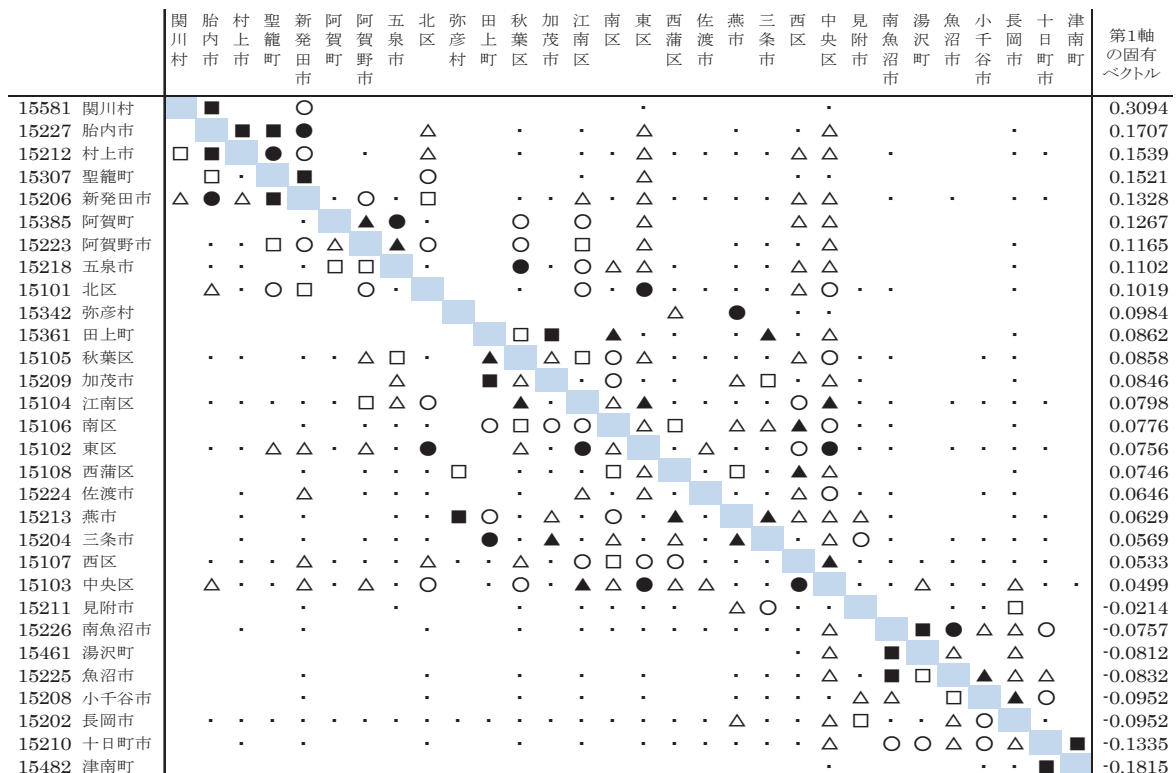
<sup>5</sup> 移動選好度が非負であることから、得られた固有値は全てマイナスの値として与えられる。固有値をプラスの市位置として与えるためには、移動選好度の最大値を移動選好度行列の各要素から控除した行列によって処理すればよい〔水野 148 頁〕。

① 北区	⑦ 西区	5 小千谷市	11 糸魚川市	17 魚沼市	23 阿賀町
② 東区	⑧ 西蒲区	6 加茂市	12 妙高市	18 南魚沼市	24 出雲崎町
③ 中央区	1 長岡市	7 十日町市	13 五泉市	19 胎内市	25 湯沢町
④ 江南区	2 三条市	8 見附市	14 上越市	20 聖籠町	26 津南町
⑤ 秋葉区	3 柏崎市	9 村上市	15 阿賀野市	21 弥彦村	27 刈羽村
⑥ 南区	4 新発田市	10 燕市	16 佐渡市	22 田上町	

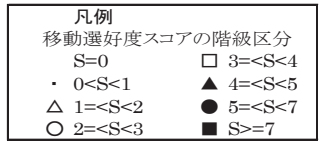
図2によれば、今回対象とした36の地域単位はA、B、Cの3つの地域グループに類別されており、このうちグループAとBについてはそれぞれ方向は異なるものの、いずれもほぼ線形状に配置されている。このことから、これらのグループの中で最大の30の市区町村を要素として持つグループAについて、第1軸の固有ベクトル $x_i$ が与える順序に従って各地域単位配列し直した場合、【付図1】とは異なり、移動選好度が比較的高く相互に移動面での関係性の強い地域群の存在を可視化できると考えられる。

図4は、グループAの30の市区町村を第1軸の固有ベクトルのソート結果が与える順序に従って配列し直してみたものである。なお一言付言しておけば、これは、グループAを構成する地域単位について、あくまでも固有値第1軸の固有ベクトルが与える布置の順序情報から見た限りのものではあるが、固有ベクトルの座標値と親近性を表す移動選好度スコアとから算出される $Q = \sum_{i \neq j} e_{ij} (x_i - x_j)^2$ の最小値を与える地域単位の布置に対応する配列順に従って移動選好度の分布形状を図示したものに当たる。

図4 固有値第1軸の固有ベクトルの順位によるグループA(30市区町村)の再配置結果



【表注】  
 ・粟島浦村は2012-2016年の間の転出入移動者数がゼロのため表には含めていない。  
 ・この図では、【付図1】の地域単位のうちグループB(柏崎市、出雲崎町、刈羽村)、グループC(糸魚川市、妙高市、上越市)を除いて表示した。



【付図 1】で移動選好度の高い地域が全体的に点在していたのに対し図 4 では、グループ A を構成する地域単位が関川村から新潟市北区、田上町から見附市、南魚沼市から津南町といったそれぞれ高いスコアの移動選好度を持つセルを相互に密集させた形で配列されている。このことは、グループ A の中に移動面での地域間の関係性が特に強いいくつかの地域単位から成るサブグループが存在し、それぞれのサブグループ内では地域単位間の移動選好度が高く移動面での関係が強いこと、また当該グループ以外の地域単位とはその関係性が相対的に希薄であることを示している。それらの中には各地域単位が相互に直接隣接していないにもかかわらず強い移動関係を持つものもあれば、逆に行政区として隣接しているにもかかわらず移動関係が薄い地域も存在している。

### (3) 固有ベクトルを用いた地域のクラスタリング

固有値の第  $k$  軸の固有ベクトルを  ${}_k x_i$  ( $k=1, \dots$ ) とする。第  $m$  軸までの固有値に対応

して  $Q^*$  すなわち  $-\sum_{i \neq j} \sum_{k=1}^m ({}_k x_i - {}_k x_j)^2$  の最大値を与える固有ベクトルによって、第  $i$  地域

単位は  $m$  次元空間上の点として布置され、座標  $({}_1 x_i, {}_2 x_i, \dots, {}_m x_i)$  を持つ。地域単位数を  $n$  とするとき固有値の上位  $m$  に対応する固有ベクトルを用いて地域単位をクラスタリングすることができる。

【付表 1】の出力結果にも掲げたように、最大固有値を与える第 1 軸から第 4 軸まではいずれも大同小異である。先に示した図 2 には固有値第 1 軸と第 2 軸による二次元グラフを掲げたが、固有値の値に関しては、第 3 軸や第 4 軸の固有値もそれらより上位の 2 つの軸の固有値と本質的な差は認められないことから、これらについても第 1 軸と第 2 軸の場合と同様にこの種の可視化が可能であると考えられる。

ところで【付表 1】の固有値を見ると第 4 軸と第 5 軸の間に多少のギャップが見られる。そこで以下では、第 1 軸から第 4 軸までの固有ベクトルを用いてクラスタリングにより地域単位のグルーピングを行うことにする。

最大固有値を与える第 1 軸から第 4 軸までの固有ベクトルによって今回分析対象とした 36 に地域単位の位置は、それぞれ座標  $({}_1 x_i, {}_2 x_i, {}_3 x_i, {}_4 x_i)$  (ただし、 $i=1, \dots, 36$ ) を持つ 4 次元空間内の点として与えられる。その座標情報から距離を算出し、相互の位置関係が近いものを順次地域クラスターとして構成する。なお、クラスタリングに当たっては、距離の測度としてユークリッド距離をまたクラスター化の方法としては Ward 法<sup>6</sup>を用いた。

今回行ったクラスタリングの結果からは【付図 2】に掲げたようなデンドログラムが得られた。この結果に基づいて 36 の地域単位を類別したのが表 1 である。

<sup>6</sup> Ward 法ではグループ間の統合に当たっては、統合される各グループ A と B のそれぞれ重心点と各要素との距離の和を  $D(A)$ 、 $D(B)$  とし、新たに集合 A と B を統合して作られるグループの重心点と A、B の要素との間の距離の和を  $D(A \cup B)$  としたとき、 $D(A \cup B) - (D(A) + D(B))$  が最小になるようなグループから順に統合される。

表1 第1、2、3、4軸の固有ベクトルによる移動圏域の類別結果

市区町村 コード	市区町村	3区分	4区分	5区分	6区分	8区分	12区分
15101	北区	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15102	東区	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15103	中央区	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15104	江南区	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15105	秋葉区	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15106	南区	I	I A	I A	I Aa	I Aa	a
15107	西区	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15108	西蒲区	I	I A	I A	I Aa	I Aa	a
15202	長岡市	I	I A	I A	I Ab	I Abb	d
15204	三条市	I	I A	I A	I Aa	I Aa	a
15205	柏崎市	II	II	II	II	II	j
15206	新発田市	I	I A	I A	I Ab	I Aba	c
15208	小千谷市	I	I B	I B	I B	I Ba	g
15209	加茂市	I	I A	I A	I Aa	I Aa	a
15210	十日町市	I	I B	I B	I B	I Bb	h
15211	見附市	I	I A	I A	I Ab	I Abb	d
15212	村上市	I	I A	I A	I Ab	I Aba	c
15213	燕市	I	I A	I A	I Aa	I Aa	a
15216	糸魚川市	III	III	III	III	III	k
15217	妙高市	III	III	III	III	III	k
15218	五泉市	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15222	上越市	III	III	III	III	III	l
15223	阿賀野市	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15224	佐渡市	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15225	魚沼市	I	I B	I B	I B	I Ba	g
15226	南魚沼市	I	I B	I B	I B	I Ba	g
15227	胎内市	I	I A	I A	I Ab	I Aba	c
15307	聖籠町	I	I A	I A	I Ab	I Aba	c
15342	弥彦村	I	I A	I A	I Aa	I Aa	b
15361	田上町	I	I A	I A	I Aa	I Aa	a
15385	阿賀町	I	I A	I A	I Ab	I Abb	e
15405	出雲崎町	II	II	II	II	II	i
15461	湯沢町	I	I B	I B	I B	I Ba	g
15482	津南町	I	I B	I B	I B	I Bb	h
15504	刈羽村	II	II	II	II	II	i
15581	関川村	I	I A	IAx	IAx	IAx	f

(4) クラスタリングによる類別結果の可視化

【付図3-1】～【付図3-6】は、移動選好度マトリックスを数量化IV類によって解析した結果として得られた固有値の第1軸から第4軸までの固有ベクトルのクラスタリング結果に基づいて県内の粟島浦村を除く36の市区町村がどのように移動圏として編成されているかを、それぞれ3区分、4区分、5区分、6区分、8区分、そして12区分の6通りの境域区分図として示したものである。

【付図3】として示したこれらの移動圏の境域区分図のうち【付図3-1】のI、II、IIIの移動圏はすでに図2の固有値第1軸と第2軸による二次元グラフに示されているA、B、Cの3つのグループ区分と完全に対応したものであり、【付図3-2】の3区分から【付図3-5】の8区分まではこの3区分をベースとして、それぞれの区分レベルに応じてグループI（二次元グ

ラフのグループ A) を細分したものとなっていることがわかる。なお、【付図 3-2】から【付図 3-5】に示されているグループ I のサブグループへの分割は、二次元グラフのグループ A での地点のプロットが線形に近い形で表れていたものが、固有値の第 3 軸と第 4 軸が与える固有ベクトルによって再区分されたものと考えることができる。

【付図 3-1】～【付図 3-6】におけるそれぞれの境域として編成状況を見ると、いずれも各地域単位の集合が塊状の境域を形成しており、このことから一般に移動圏が隣接ないし近接した地域間で成立している様子を読み取ることができる。その一方で各グループ(サブグループ)の境界を形作る地域単位の場合、それらは隣接しているにも関わらず異なる移動圏にそれぞれ類別されている。このことは、そこでは物理的な意味での距離的近接性にもかかわらず移動面での相互の関係性は希薄であり、お互いに移動先として選択皿にくいことを意味している。

図 2 の二次元グラフにおいて最大グループを形成していたグループ A での地域単位のプロット状況がすでに示唆していたことではあるが、このグループを構成する 30 地域単位のうち関川村は同グループを構成する他の市区町村から孤立して位置している。同村は地理的には下越地域に属し村上市、胎内市と直接行政界を接しているにも関わらず、【付図 3-2】から【付図 3-5】における大区分 I の中でも他の市区町村が形成する移動圏からは独立した存在となっている。これと好対照な地域単位が佐渡市である。同市は島嶼として地理的には県内の市区町村から大きく距離を隔てて位置しているが、移動面ではグループ I の地域単位が形作る I A、I Ab、I Abb という移動圏の中に完全に組み込まれている。

ところで、今回のクラスタリング結果からは、政令市新潟市と県南地域についても特徴的な知見が得られている。同市は 8 の行政区から構成されるが、いずれの区も境域 5 区分レベルまでは同一のグループ I A に属している。しかし境域 6 区分の段階で同市域の南部に位置する南区と西蒲区が他の 6 区が属するグループ I Ab から分離され、三条市、加茂市、燕市、弥彦村、田上町とともにグループ I Aa を形成している。一方、県南地域に属する長岡市以南の小千谷市、十日町市、魚沼市、南魚沼市、湯沢町、津南町の 6 市町は境域 4 区分から 6 区分のレベルでは単一の移動圏としてグループ I B を形成しているが、境域 8 区分と 12 区分ではグループ I B が二分され、十日町市と津南町を要素とする I Bb (12 区分の表記ではグループ h) として他の 4 つの市町が形作る I Ba (12 区分ではグループ g) となっている。

## むすび

本稿では、新潟県の市区町村を対象地域として 2012～2016 年の住民基本台帳人口移動報告の市区町村間移動データから求めた移動選好度があらかず地域間の移動面での関係性の強さを地域間の親近性尺度と読み替えることで、移動選好度マトリックスに数量化 IV 類を適用して得られた固有値ベクトルを用いて二次元グラフ並びにクラスタリングによって同県における移動圏の検出を行った。

クラスタリングの結果を可視化した【付図 3】の各マップからも読み取れるように、今回移動圏として検出された境域はいずれも隣接した地域単位を核としてそれらに隣接した地域単位を塊状に束ねた形でいくつかの地域集合群を形成している。今回考察を行ったような県内での居住地移動のような比較的近距离の移動の場合、移動元と移動先との移動距離は移動に対する一種の抵抗として作用する。隣接地域あるいは近接地域間では移動選好度が高く、遠距離地域間ではそのスコアは一般に低減する傾向にあることから、各市区町村は自地域に近接する地

域単位との間に移動面での強い関係性を持つことになる。その一方で現実の地域間の移動面での関係の中には、隣接地域との間に平均以下的な関係しか成立していないケースも存在する。これらの地域の間では人々の移動交流が相対的に希薄であることから、このような地域間の境界はそれぞれの移動圏の境界部分を形成することになる。

今回、クラスタリングが地域単位の集合として与えた地域グループは、いずれもそれぞれが地勢的にもまた歴史的・文化的にも相互に親近性が強い地域であり、地域グループの構成パターンは比較的実感を反映しているように思われる。

今回使用したデータは各市区町村の人口データ（登録人口）と市区町村間の移動 OD データだけである。その点では、今回の分析手法は他の地域にも同様に適用することができ、それぞれの都道府県でどのような地域移動圏が形成されており、それらが行政等で用いられている地域区分とどのような符合関係にあるか興味深い。また、例えば関東圏や関西圏といった複数の都道府県にまたがる広域的な境域を移動空間として設定することで、県界をまたぐ形で移動圏が果たして成立しているかどうかの確認なども検討課題として存在している。これらについては、機会を改めて考察してみることにはしたい。

今回、分析に使用したデータは、住民基本台帳人口移動報告の参考表として提供されているものであり、現時点で利用できるのは 2012 年以降の 5 年分のみである。今後も引き続き提供されることでのデータの累積、あるいは遡及データが利用できるようになれば、居住移動圏の経時的変化の有無の確認などもできるであろう。この点についても、将来的課題としたい。

〔文献〕

- (1) Ravenstein, E.G.(1885) The Laws of Migration, *Journal of the Statistical Society of London*, Vol.XLVIII. Part II.
- (2)水野欽司(1996)『多変量データ解析講義』朝倉書店
- (3)馬場美恵子(1997)「人口移動マトリックスによる地域間移動の分析」『日本大学工学部学術講演会講演論文集』第 41 回、1290-1291 頁
- (4)馬場康雄(2000)「標本設計と地域分割」松田芳郎・垂水共之・近藤健文編著『講座ミクロ統計分析③地域社会経済の構造』所収
- (5)佐々木利宏(2002)「人口移動からみた生活圏検討への一考察—数量化Ⅳ類を用いた伊達郡各町の流入・流出人口分析—」『政策研究ふくしま：平成 14 年度政策形成トレーニング講座調査研究報告書（7）』所収
- (6)山下隆之・上藤一郎・高瀬浩二(2011)「静岡県内市町の相互依存関係に関する研究」『経済研究』静岡大学第 15 巻第 4 号
- (7)森博美（2016）「東京 50 キロ圏から都区部への移動者の移動先選択に見られる規則性について」『オケーショナルペーパー』 No.57
- (8)上藤一郎(2017)「労働移動から見た地域経済圏の統計的分類-2010 年国勢調査のオーダーメイド集計データを利用した静岡県の事例-」『経済統計学会第 61 回（2017 年度）全国研究大会報告要旨集』 95-96 頁

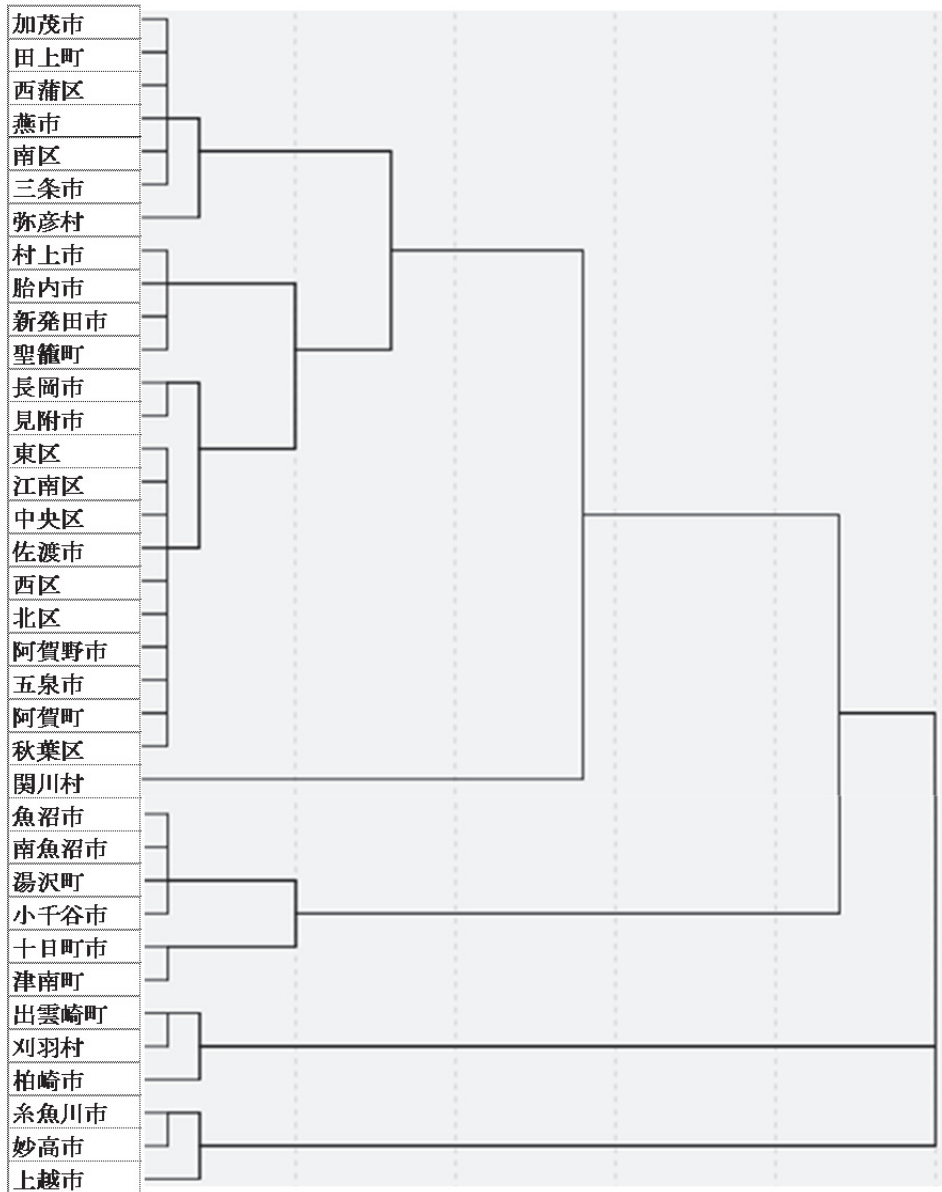
【付表1】 第1～第10軸に対応する固有値と固有ベクトル

	第1軸	第2軸	第3軸	第4軸	第5軸	第6軸	第7軸	第8軸	第9軸	第10軸
固有値	-7.9746	-9.5531	-9.9206	-11.4685	-15.4740	-15.9976	-16.2465	-17.4225	-21.9281	-23.0023
北区	0.1019	0.0379	0.0290	0.0301	0.0021	0.0859	0.0327	0.0559	0.1005	0.0182
東区	0.0756	0.0229	0.0123	-0.0078	0.0012	0.0754	0.0318	0.0396	0.0433	-0.0028
中央区	0.0499	-0.0007	-0.0017	-0.0182	-0.0006	0.0616	0.0244	0.0100	0.0254	-0.0132
江南区	0.0798	0.0275	0.0163	-0.0263	0.0024	0.1015	0.0377	0.0633	0.0458	0.0318
秋葉区	0.0858	0.0340	0.0156	-0.0759	0.0041	0.1060	0.0402	0.0830	-0.0587	0.0489
南区	0.0776	0.0332	0.0068	-0.1323	0.0078	0.0267	0.0116	0.0425	-0.1404	-0.0394
西区	0.0533	0.0048	0.0047	-0.0524	0.0037	0.0387	0.0155	0.0150	0.0065	-0.0188
西蒲区	0.0746	0.0356	0.0026	-0.1920	0.0255	-0.1201	-0.0364	0.0009	-0.0026	-0.0162
長岡市	-0.0952	0.0309	-0.0319	-0.0268	-0.0960	0.0118	0.0074	-0.0665	-0.0701	-0.0380
三条市	0.0569	0.0370	-0.0054	-0.1682	0.0037	-0.0065	0.0002	0.0124	-0.2705	-0.1005
柏崎市	-0.2993	0.1495	0.1268	0.0340	0.0906	0.0029	-0.0011	0.0049	0.0050	-0.0029
新発田市	0.1328	0.0555	0.0446	0.1155	0.0010	0.0407	0.0148	0.0386	0.1010	0.0310
小千谷市	-0.0952	-0.0263	-0.1823	0.0149	-0.0405	0.0495	0.0170	-0.1994	-0.0610	-0.0172
加茂市	0.0846	0.0444	0.0044	-0.1925	0.0081	0.0254	0.0126	0.0618	-0.3687	-0.0920
十日町市	-0.1335	-0.0960	-0.3943	0.1285	0.0524	-0.0990	-0.0108	0.1780	0.0005	0.0004
見附市	-0.0214	0.0333	-0.0247	-0.1223	-0.0425	0.0181	-0.0012	-0.0815	-0.3528	-0.1837
村上市	0.1539	0.0708	0.0552	0.1807	-0.0001	0.0005	0.0011	0.0128	0.1015	0.0178
燕市	0.0629	0.0437	-0.0041	-0.2269	0.0292	-0.1879	-0.0652	-0.0308	-0.0063	-0.0063
糸魚川市	-0.1104	-0.5500	0.3121	0.0373	0.0058	-0.2988	0.6706	-0.0044	-0.0172	0.0318
妙高市	-0.0991	-0.5329	0.2483	0.0572	-0.0091	0.1384	-0.6376	0.0479	-0.0195	0.0360
五泉市	0.1102	0.0427	0.0265	-0.0601	0.0035	0.1847	0.0690	0.1509	0.0380	0.2081
上越市	-0.0691	-0.3278	0.1399	0.0304	-0.0028	0.0461	-0.1994	0.0031	-0.0047	0.0048
阿賀野市	0.1165	0.0476	0.0332	-0.0005	0.0030	0.1609	0.0609	0.1260	0.1069	0.1726
佐渡市	0.0646	-0.0071	0.0254	-0.0194	-0.0002	0.1544	0.0572	0.0600	0.4298	-0.8095
魚沼市	-0.0832	-0.0393	-0.1963	0.0206	-0.0482	0.1080	0.0350	-0.3730	0.0228	0.0557
南魚沼市	-0.0757	-0.0489	-0.1997	0.0289	-0.0442	0.1161	0.0401	-0.4034	0.0737	0.0756
胎内市	0.1707	0.0795	0.0645	0.2028	-0.0006	-0.0111	-0.0012	0.0143	0.0937	0.0306
聖籠町	0.1521	0.0663	0.0532	0.1420	0.0003	0.0486	0.0192	0.0474	0.1400	0.0507
弥彦村	0.0984	0.0713	-0.0052	-0.4412	0.0873	-0.6101	-0.2162	-0.1152	0.3798	0.1478
田上町	0.0862	0.0455	0.0044	-0.1936	0.0090	0.0270	0.0138	0.0636	-0.3709	-0.0927
阿賀町	0.1267	0.0496	0.0315	-0.0459	0.0040	0.2566	0.0986	0.2094	0.1332	0.3886
出雲崎町	-0.4598	0.2765	0.1837	0.0398	-0.7405	-0.1146	-0.0316	0.1573	0.0559	0.0327
湯沢町	-0.0812	-0.0558	-0.2194	0.0324	-0.0531	0.1352	0.0450	-0.4726	0.0908	0.0980
津南町	-0.1815	-0.1376	-0.5881	0.2061	0.1054	-0.2195	-0.0221	0.4494	-0.0168	-0.0111
刈羽村	-0.5198	0.3079	0.2640	0.0847	0.6327	0.0380	-0.0061	-0.0202	0.0016	0.0179
関川村	0.3094	0.1745	0.1482	0.6166	-0.0042	-0.3909	-0.1278	-0.1810	-0.2357	-0.0543





【付図2】 第1、2、3、4軸の固有値によるクラスタリング結果



【付図3】 第1～4軸の固有値のクラスタリングが検出した移動圏

図1 境域3区分

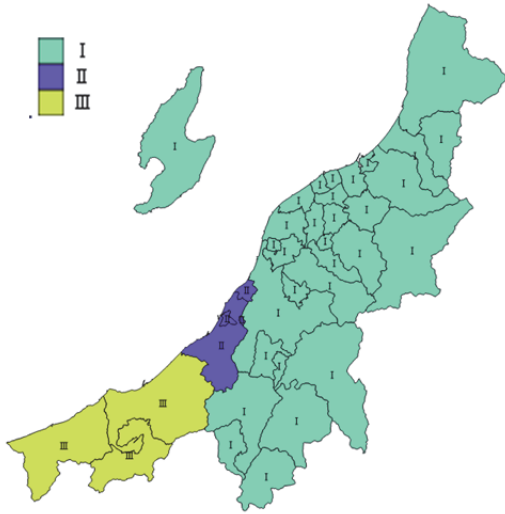


図2 境域4区分

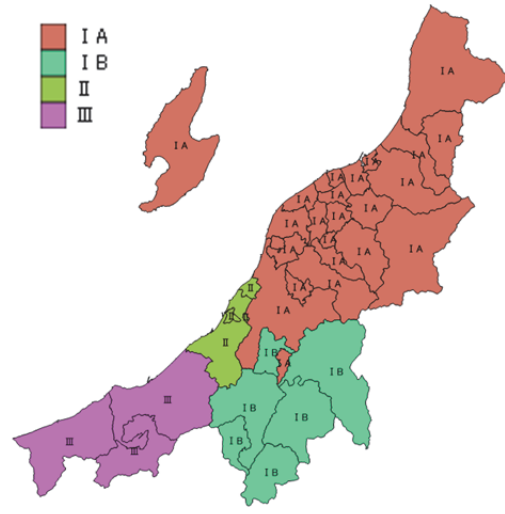


図3 境域5区分

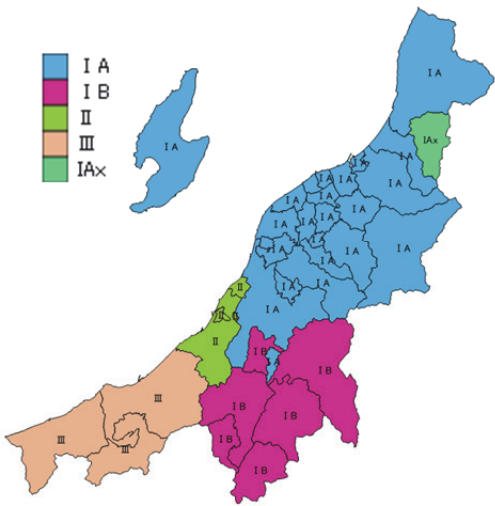


図4 境域6区分

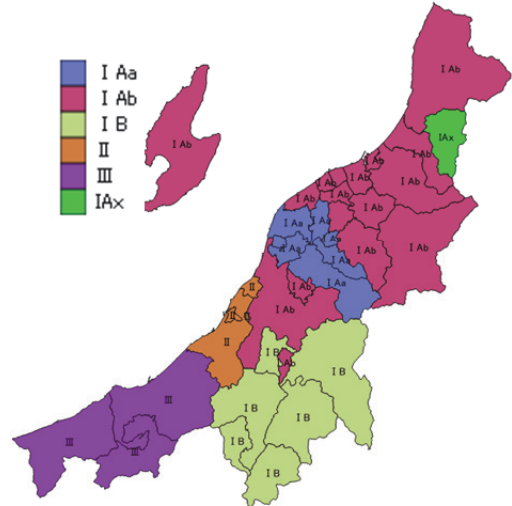


図5 境域8区分

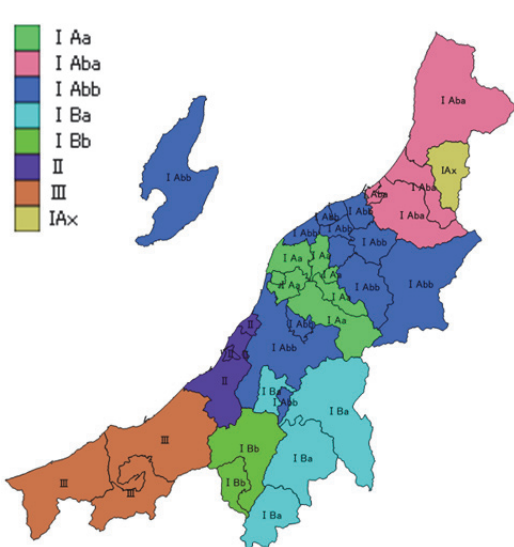
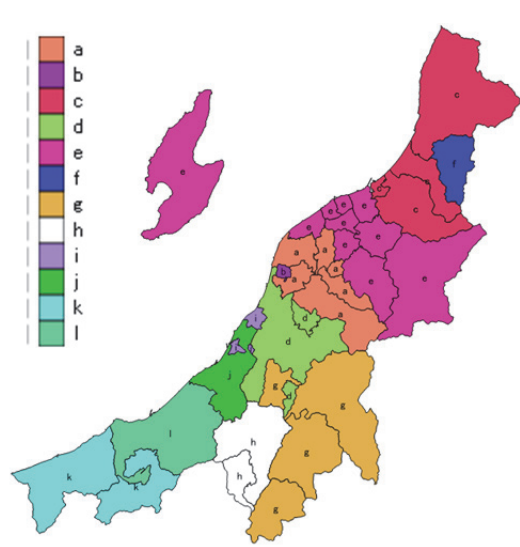


図6 境域12区分



## 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
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	2017.06

オケージョナル・ペーパー No.84

2017年10月15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