

市区町村別人口移動率の推定方法に関する研究
—特に人口規模の小さい市区町村における発生率の推定手法の在り方

Study on Estimation Method of Migration Rate by Municipality
—A Method for Estimating the Incidence Rate in Municipalities Especially
with a Small Population

柿原 謙一郎

統計局統計情報利用推進課統計利用推進研究官

KAKIHARA Kenichiro

Statistics Information Utilization Promotion Division
Statistics Bureau

根本 和郎

統計研究研修所研究開発課

NEMOTO Kazuro

Research and Development Division
Statistical Research and Training Institute (SRTI)

孕石 真浩

統計委員会担当室

HARAMIISHI Masahiro

Office of Statistics Commission

令和 2 年 7 月

July 2020

総務省統計研究研修所

Statistical Research and Training Institute (SRTI)
Ministry of Internal Affairs and Communications

受理日：令和2年7月16日

本ペーパーは、総務省統計局、統計委員会担当室及び統計研究研修所職員である執筆者が、その責任において行った統計研究の成果を取りまとめたものであり、その内容については、総務省統計局、統計委員会担当室又は統計研究研修所の見解を表したものではありません。本ペーパーの内容については、執筆者に問い合わせ願いたい。

市区町村別人口移動率の推定方法に関する研究
—特に人口規模の小さい市区町村における発生率の推定手法の在り方

柿原 謙一郎

根本 和郎

孕石 真浩

概要

東京一極集中等の人口移動が政策上の課題の一つと考えられる中、地域間の人口移動の状況をよりの確に把握するための統計データの整備の一つとして、現在行われていない市区町村別の人口移動率の提供が挙げられる。市区町村別の人口移動率の提供については、移動（転出、転入）の少なさに起因する偶然変動の影響により数値が不安定となる場合があることから、一定の仮定を用いたベイズ・モデルを適用することにより安定的な数値の提供を行うことが考えられる。

厚生労働省においては、平成5年～平成9年より、出現数の少なさに起因する偶然変動の影響を減少させ、地域間比較、経年比較ができるようにするため、ベイズ・モデルを適用することにより、安定性の高い指標を、母の年齢階級別出生率や合計特殊出生率（ベイズ推定値）、標準化死亡率（ベイズ推定値）として算出している。これらのベイズ推定値の算出に当たっては、都道府県ごとの数値に基づき、ベイズ・モデルを適用し、市区町村の数値を推定している。また、ニュージーランドにおける小地域ごとの国外への人口移動率について、ベイズ・モデルを適用して推定する研究もみられる。

本稿では、前述の厚生労働省のベイズ・モデルの手法を参考としつつ、地域間の人口移動の特性を踏まえたモデルを構築し、その推定結果を提示することにより、市区町村別の人口移動率を提供するに当たっての課題等を探った。

【キーワード】 住民基本台帳人口移動報告、市区町村別人口移動、偶然変動、生存延べ人年、
ベイズ・モデル、厚生労働省ベイズ・モデル（市区町村別合計特殊出生率・標準化死亡率）

Study on Estimation Method of Migration Rate by Municipality
—A Method for Estimating the Incidence Rate in Municipalities Especially with a Small
Population

KAKIHARA Kenichiro
NEMOTO Kazuro
HARAMIISHI Masahiro

Abstract

While the consequences of internal migration such as over-concentration in Tokyo are considered to be one of the policy issues, providing migration rates by municipality, which is not currently implemented, is considered to lead to the preparation of statistical data to better understand the situation of migration between domestic regions. Regarding the provision of migration rates by municipality, the figures may be unstable due to the effects of fluctuations caused by the small amount of migration (in-migration, out-migration) especially for municipalities of small population size, so it may be preferable to apply the Bayesian model under certain assumptions and provide them as stable figures.

Since 1993-1997 data, the Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan, by applying the Bayesian model in order to reduce the influence of fluctuations caused by the small number of occurrences and to enable comparison between regions or over time, has calculated the highly stable indicators as the birth rate by mother's age group, the total fertility rate and the standardized mortality rate (Bayesian estimates). In calculating these Bayesian estimates, the Bayesian model is applied based on the figures for each prefecture to estimate the figures for municipalities. There is also a study in New Zealand that estimates the emigrant rate for small areas by applying the Bayesian model.

In this paper, referring to the method of the Bayesian model of the MHLW, we constructed a model that takes into account the characteristics of migration between regions and presented the results of the estimation to explore the issues for providing migration rates by municipality.

Keywords: Report on Internal Migration in Japan, Migration by Municipality, Fluctuation, Person-Years Lived, Bayesian Model, MHLW Bayesian Model (Total Fertility Rate and Standardized Mortality Rate by Municipality)

1 導入

我が国の国内地域間の毎年の人口移動については、「住民基本台帳人口移動報告」（総務省統計局）があるが、その中で市区町村別の人口移動に関する統計データ（転出数、転入数等）の結果が公表されている。

人口移動の趨勢をよりの確に把握するためには、転出数、転入数の実数とともに、転出数、転入数を人口当たりでみた「転出率」、「転入率」の提供が重要と考えられる。現状では、総務省統計局から都道府県別の転出率、転入率の提供が行われているものの、より小地域である市区町村別の転出率、転入率の提供は行われていない。仮に、市区町村別の転出率、転入率を提供するとした場合には、人口移動の発生率が、少数の偶発事象の影響により、経年的な動向をみた場合に数値が不安定な動きを示すという問題のほか、転出率や転入率の分母となる人口をどのように設定するのかという課題がある。

前述の不安定な動きに対しては、5年間といったより長期間の人口移動を平均することのほか、人口移動が各個人ごとに独立に発生するなどの前提及び一定の事前分布を仮定した上でベイズ推定を行うモデルにより、市区町村別の転出率、転入率について、一定の幅を持った推定を行う方法が考えられる。

本稿では、住民基本台帳人口移動報告、「住民基本台帳に基づく人口」（総務省自治行政局）の統計データを利用し、階層別の事前分布を設定したベイズ推定のモデルにより、人口移動率（転出率又は転入率）の推定について考察した。なお、厚生労働省における市区町村別の合計特殊出生率等の推定（以下「厚生労働省推定」という。）においては、ベイズ推定の前提とした事前分布のパラメータの算出に必要な人口データについて、国勢調査の市区町村別の年齢階級別人口を利用しているが、本稿のように、毎年の市区町村別の年齢階級別人口を利用する場合には、現段階では国勢調査や人口推計の当該データが提供されていないという制約がある。また、厚生労働省推定においては、ベイズ推定の前提とした事前分布のパラメータについて、（同一の年齢階級であれば）都道府県ごとに同一としているが、市区町村別の人口移動については、厚生労働省推定のような市区町村別のデータが都道府県のデータの内訳になることに着目した推定を行うことは適切でないと考えられる。

2 前提及び試みたモデル

（1）前提

各市区町村別に、男女・年齢5歳階級別に以下の統計データを利用する。

○平成26年から31年までの各年1月1日現在の住民基本台帳登録人口（日本人のみ）

○平成26年から30年までの各年1年間の転出者数及び転入者数（日本人のみ）

また、本稿における市区町村においては、東京都の特別区にあつては各特別区（23区）をそれぞれ含み、政令指定都市の区、データの制約（福島県矢祭町）及び市町村合併（栃木市及び栃木県岩舟町）のあった市町村を除いた全1739市区町村（791市、23特別区、742町、183村。平成31年1月1日現在）とした。また、公表されている統計データの制約から、本稿では日本人のみの統計データを利用する。

なお、以下では特に断らない限り、「人口」は住民基本台帳登録人口を指すものとする。

(2) 試みたモデル

各市区町村の人口移動率（転出率又は転入率。以下「移動率」という。）の推定に当たっては、移動率に大きく影響すると想定される要素として、市区町村の人口規模及び性別、年齢を設定し、人口規模については3階層、性別については男女、年齢については年齢5歳階級により階層化を行い、同一区分に属する市区町村の移動率の推定に当たっては同一のパラメータを有する事前分布によるベータ（又はガンマ）分布を前提とした。なお、このモデルの採用に至る過程で、DID（人口集中地区）人口規模等の、人口規模以外の要素を利用した階層化による推定も行ったが、後述する「3 推定結果等」の良好さに鑑み、人口規模による階層化を行ったものである。

このモデルを採用した理由としては、以下の3点による。

- ① 人口規模の小さい市区町村における移動者数（転出者数又は転入者数。以下同じ。）は、偶発的な少数の移動者の発生の影響を相対的に受けやすいため、移動率について移動数を人口で除した数値を利用するという単純な算出方法では、その影響を除去することが困難
- ② 前記①の影響を除去するため、移動は、市区町村ごとに当該市区町村の特性（人口規模、性別、年齢）に応じた確率で、各個人ごとに独立に発生すると仮定
- ③ 前記②の仮定の下、適切な階層分けを行うことができれば、同一階層においては、同一の事前分布によるベータ（又はガンマ）分布を前提としたベイズモデルが有効と想定
他方、このベータ（又はガンマ）分布を利用するモデルについては、発生した移動と期首人口（1月1日現在人口）の対応が必ずしも完全でなく、各個人ごとに移動が（他の者、例えば、同一世帯に属する者とは）独立に発生するか疑わしいなどの問題点があるが、本稿では、以下のような整理を行った。

まず、移動率を計算するに当たり、分母として用いるべきは「生存延べ人年」であるが、生存延べ人年を計算する際に必要となる移動以外の人口変動（死亡等）の年齢階級別、市区町村別の短期間（1日刻み等）の統計データは作成されていないため、正確な生存延べ人年を算出することは困難である。このため、1年間の人口の増減を一定程度近似するため、 t 年の生存延べ人年の近似としては、 t 年の期首人口を $n[t]$ 、 $t+1$ 年の期首人口を $n[t+1]$ とするとき、 $(n[t] + n[t+1]) / 2$ とすることとする。同様の考え方により、 t 年初から $t+3$ 年初の3年間の期間の生存延べ人年は、 $n[t]/2 + n[t+1] + n[t+2] + n[t+3]/2$ で近似することとする。

次に、ベイズ推定を行う際に、「移動」を市区町村に対する「発生」ととらえ、その「発生率」をベイズ推定により推定するとした上で、その事前分布として、便宜、ベータ（又はガンマ分布）を採用することとする。これは、ベイズ推定による事後分布が共役となるなど推定結果の算出が簡便なことを利用したものである。言い換えると、事後分布が共役とならない場合、ベイズ推定により推定結果を解析的に算出することが困難となるためであり、この場合には、MCMC(マルコフ連鎖モンテカルロ法)等のランダムデータを利用した算出法が必要となるなど、推定結果の取扱いを含めた検討が必要となってくる。

(3) 人口規模及び性別、年齢による階層分け

各市区町村の転出率の推定に当たっては、各市区町村の平成 26 年から 28 年の総人口規模（生存延べ年数の算出に準じ、平成 26 年 1 月 1 日現在の総人口の 2 分の 1、平成 27 年及び 28 年 1 月 1 日現在の総人口、29 年 1 月 1 日現在の総人口の 2 分の 1 を合算し、3 で除した数値）に応じ、「1 万人未満」、「1 万人以上 5 万人未満」、「5 万人以上」の 3 階層に分けた上で、各階層に属する市区町村の移動率をベイズ推定する。このベイズ推定に当たっては、その事前分布としてベータ（又はガンマ）分布（ α 、 β ）を選択する。このような人口規模の区分とした理由は、事前分布の当てはまりの妥当性を勘案しつつ階層数は必要最小限とするためであり、1 万人及び 5 万人を境界値とした理由は、各階層に属する市区町村数がおおむね 3 分の 1 になるようにしたものである。

ベータ分布のパラメータである α 、 β については、各階層ごとに以下の式により算出した。

$$\alpha = E(E(1-E)/V-1)$$

$$\beta = (1-E)(E(1-E)/V-1)$$

ガンマ分布のパラメータである α 、 β については、各階層ごとに以下の式により算出した。

$$\alpha = E \cdot E/V$$

$$\beta = V/E$$

ここで、 E 、 V はそれぞれ各階層に属する市区町村の移動率（各年 1 年間の移動者数を各年及びその翌年の 1 月 1 日現在の人口の平均値で除した数値。以下同じ。）の平均値、分散とした。なお、平均値としては、市区町村別人口で重み付けをした加重平均値も考えられるが、ここでは、移動率が各市区町村に付随する属性と考え、単純平均値を用いた。また、各市区町村の移動率の平成 26 年から 28 年までの 3 年間平均については、3 年分の移動者数の合計を、平成 26 年 1 月 1 日現在の人口の 2 分の 1、平成 27 年及び 28 年 1 月 1 日現在の人口、29 年 1 月 1 日現在の人口の 2 分の 1 の合計値で除した数値とした。

3 推定結果等

(1) 推定結果

前記 2 に基づき推定した結果は、転出率については表 1-1、表 1-2、転入率については表 2-1、表 2-2 のとおりである。

ここで、市区町村 j の移動率 m_j を、市区町村 j の 1 年間（3 年間平均にあつては 3 年分）の移動者数を当該市区町村の当該年及びその翌年の 1 月 1 日現在の人口の平均値（3 年間平均にあつては初年 1 月 1 日現在の人口の 2 分の 1、2 年目及び 3 年目の 1 月 1 日現在の人口、4 年目の 1 月 1 日現在の人口の 2 分の 1 の合計値）で除した値（以下「オリジナル移動率」とし、以下、オリジナル移動率について、ベータ（又はガンマ）分布を事前分布としたベイズ推定の結果を分析する。

オリジナル移動率については、特に人口規模の小さい市区町村において不安定な値となる場合がみられる。このため、各階層ごとに算出されたパラメータ（ α 、 β ）によるベータ（又はガンマ）分布を事前分布とするベイズ推定を行ったものである。

この場合、市区町村 j の移動率の事後分布は再びベータ（又はガンマ）分布となっている（参

考1参照)ことを踏まえ、市区町村 j の移動者数を M_j 、人口から算出した生存延べ人年の近似値を N_j と置き、市区町村 j の移動率の推定値を

$$\text{(ベータ分布の場合)} \quad (\alpha + M_j) / (\alpha + \beta + N_j)$$

$$\text{(ガンマ分布の場合)} \quad (\alpha + M_j) / (1/\beta + N_j)$$

とする。

なお、人口が 0 である各年齢 5 歳階級の階層については、便宜、当該年齢 5 歳階級の階層の人口を 1 としているほか、移動者数が人口を上回ることによりベイズ推定が困難な場合については、推定結果の分析からは除外している。

(2) 評価方法及び評価結果

(ア) ベータ (又はガンマ) 分布の累積確率

(評価方法)

市区町村 j の移動率の事後分布の精度を評価する方法として、ベータ (又はガンマ) 分布の累積確率密度関数の逆関数を利用して、オリジナル移動率 m_j が、一定の範囲 (ここでは、下限 m_j (下) から上限 m_j (上) までのベータ (又はガンマ) (分布 (α, β) の累積確率が 2.5% 以上 97.5% 以下となるよう算出した範囲) におさまらない市区町村の数を、下限より下、上限より上に分けて算出し、この数の多寡によって評価することとした。この評価方法自体について別途検証が必要となると考えられるが、本稿では、便宜、この数が多数の場合には、各階層ごとに算出されたパラメータ (α, β) によるベータ (又はガンマ) 分布を事前分布とするベイズ推定のモデルの妥当性が失われていると評価することとする。

(評価結果)

以下では、当該階層を構成する市区町村に関する転出数や人口から算出されたパラメータ (α, β) によるベータ (又はガンマ) 分布を事前分布とするベイズ推定を行い、オリジナル転出率が m_j (下) から m_j (上) の範囲に含まれない (以下単に「範囲外」とする。) 市区町村の数について考察する。

<転出率について>

① 人口規模 1 万人未満の階層に属する市区町村

まず、下限である m_j (下) 未満については、男女ともに 5 歳以上 15 歳未満及び、男性においては 60 歳以上から 79 歳まで、女性においては 45 歳以上から 79 歳までの各年齢 5 歳階級の階層において 10 以上となっているが、そのほとんどが市区町村の転出者数が 0 であったためオリジナル移動率が 0 となっていることによるものである。

次に、上限である m_j (上) 以上については、男性、女性いずれも 7 以下となっている。

人口規模 1 万人未満の階層に属する市区町村の数がおおむね 500 であり、ベータ (又はガンマ) 分布の累積確率を下限 2.5%、上限 97.5% と設定していることからすると、範囲外となっている市区町村の数は、オリジナル移動率が 0 の場合を除くと、当該累積確率の範囲内 ($500 \times 2.5\% = 12.5$) となっている。

② 人口規模 1 万人以上 5 万人未満の階層に属する市区町村

範囲外となる市区町村数は、男性、女性いずれも各年齢 5 歳階級の階層において、下限、上限とも 3 以下となっている。

③ 人口規模 5 万人以上の階層に属する市区町村

範囲外となる市区町村数は、男性、女性いずれも各年齢 5 歳階級の階層において、0 となっている。

<転入率について>

④ 人口規模 1 万人未満の階層に属する市区町村

まず、下限である mj (下) 未満については、男女ともに 5 歳以上 20 歳未満及び、男性においては 65 歳以上、女性においては 45 歳以上の各年齢 5 歳階級の階層において 10 以上となっているが、そのほとんどが市区町村の転入者数が 0 であったためオリジナル移動率が 0 となっていることによるものである。

次に、上限である mj (上) 以上については、男性、女性いずれにおいても 6 以下となっている。

人口規模 1 万人未満の階層に属する市区町村の数がおおむね 500 であり、ベータ (又はガンマ) 分布の累積確率を下限 2.5%、上限 97.5% と設定していることからすると、範囲外となっている市区町村の数は、オリジナル移動率が 0 の場合を除くと、当該累積確率の範囲内 ($500 \times 2.5\% = 12.5$) となっている。

⑤ 人口規模 1 万人以上 5 万人未満の階層に属する市区町村

範囲外となる市区町村数は、男性、女性いずれも各年齢 5 歳階級の階層において、下限、上限とも 9 以下となっている。

⑥ 人口規模 5 万人以上の階層に属する市区町村

範囲外となる市区町村数は、男性、女性いずれも各年齢 5 歳階級の階層において、0 となっている。

(イ) 過去一定期間 (3 年間) の移動率に基づく推定値とその後の実際の移動率との差 (評価方法)

本稿で推定を行っているベイズ推定の応用の一つとして、将来における市区町村・男女・年齢 5 歳階級別の移動率の推定が考えられる。この応用の実効性を高める観点から、過去一定期間の移動率に基づく推定値とその後の実際の移動率との差が小さいほど推定が良好であると評価方法を採用することとする。

平成 26 年から 28 年の 3 年間の移動率 (市区町村・男女・年齢 5 歳階級別) について、上記 (ア) と同じ方法によりベイズ推定した値 (以下「ベイズ推定値」と、平成 26 年から 28 年

の延べ人年の近似としての3年間の平均値（以下「3年間平均値」）を算出した上、ベイズ推定値と3年間平均値のそれぞれについて、平成30年の移動率との差の絶対値を算出し、その数値について、各人口規模階層（1万人未満、1万人以上5万人未満、5万人以上）、性別及び年齢5歳階級ごとに市区町村の平均値を算出する。この平均値について、ベイズ推定値と3年間平均値の値を比較した。

（評価結果）

結果は、転出率については、表3-1、転入率については、表3-2のとおりである。

<転出率について>

各人口規模階層の全年齢においては、男性、女性のいずれも「ガンマ分布」が最も平均値が小さくなっている。

各人口規模階層について、各年齢5歳階級別にみても、「ガンマ分布」が最も平均値が小さくなっている年齢5歳階級の階層の数が最も多くなっている。

<転入率について>

各人口規模階層の全年齢においては、男性、女性いずれも「ガンマ分布」が最も平均値が小さくなっている。

各人口規模階層について、各年齢5歳階級別にみても、「ガンマ分布」が最も平均値が小さくなっている年齢5歳階級の階層の数が最も多くなっている。

以上のように、転出率、転入率ともに、ガンマ分布を仮定したベイズ推定値が最も良好な結果となっていると考えられる。

4 まとめ

市区町村別の移動率の推定については、ベータ（又はガンマ）分布を事前分布としてベイズ推定を行った。その際、事前分布のベータ（又はガンマ）分布のパラメータ設定については、階層分けを、市区町村の総人口規模別に行ったものである。

前記3（2）（ア）によれば、人口規模1万人未満の階層に属する市区町村については、若年層及び高齢層において一定数の「範囲外」となる市区町村が出現したが、実質的に2.5%の範囲に収まっている。また、人口規模1万人以上5万人未満の各年齢5歳階級の階層においては「範囲外」となる市区町村はごく少数にとどまり、人口規模5万人以上の各年齢5歳階級の階層においては皆無となった。

さらに、前記3（2）（イ）によれば、ガンマ分布を仮定したベイズ推定値は、3年間平均値よりも良好な推定となっていると考えられる。

これらのことは、本稿における推定方法が、市区町村別の移動率の安定的な算出に一定の可能性を見出したものであると考えられる。

他方、今回の推定に当たって様々な条件を前提としていることもあり、以下のような課題の

検討が今後必要になってくるものと考えられる。

(1) モデル構築について

○推定結果の評価方法の妥当性

本稿で試みたベイズ推定における人口規模別の階層分けや事前分布に関して、モデル間の妥当性評価の指標である「ベイズファクター」を用いた評価について参考2に掲載しているが、モデルやその前提に対する評価については引き続きその妥当性を検証していく必要

(2) 市区町村別の移動率

○外国人を含めた推定とすることの是非

公表されているデータの制約から、日本人のみの推定結果としているが、外国人を含めた推定とする可能性。他方で、移動については、日本人と外国人とで大きく異なる傾向を有すると想定されるため、外国人を含めた推定とすることの是非

○より長期的な期間に基づく推定の可能性

公開されているデータの制約等から、3年間の平均値による推定を行っているが、今後のデータの蓄積に伴い、例えば、5年間、10年間といったより長期的な推定の可能性を検討する必要。その場合、長期間の平均値を用いた推定に伴い、人口移動の趨勢が変化した場合の分析上の困難も考慮する必要

○国勢調査人口（推計人口を含む）を採用することの是非

人口については、住民基本台帳登録人口を採用しているが、国勢調査人口あるいは国勢調査を基にした推計人口を採用することの是非及び可能性。国勢調査人口における市区町村別人口においては、区及び人口20万人未満の市町村については、年齢・国籍不詳をあん分した年齢階級別の日本人人口のデータは、公表されていない点に留意が必要

○厚生労働省における「市区町村別将来推計人口」への応用可能性

○移動率の将来予測などを含めた移動率の政策的な活用可能性についての考察（合計特殊出生率や生命表との比較）

謝辞

本研究の遂行にあたり、大林千一統計研究研修所客員教授から助言をいただいたことに、感謝の意を表したい。

参考文献

- ・厚生労働省 人口動態統計特殊報告 平成 20～24 年人口動態保健所・市区町村別統計「用語の解説等」
- ・John Bryant and Junni L. Zhang(2016), “Bayesian Forecasting of Demographic Rates for Small Areas: Emigration Rates by Age, Sex, and Region in New Zealand, 2014-2038” , *Statistica Sinica* 26(2016), 1337-1363

表1-1

各市区町村の男性の年齢5歳階級別転出率に関する推計(日本人のみ。H26からH28の3年間平均(注6))について

人口規模	年齢5歳階級の階層	市区町村数	平均値(E)	不偏分散(V)	標準偏差($\sigma = \sqrt{V}$)	ガンマ分布における α (注3-1)	ガンマ分布における β (注3-1)	ガンマ分布における $1/\beta$ (注3-1)	転出率(mj(注4))がガンマ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-1)の範囲に含まれない市区町村数	ベータ分布における α (注3-2)	ベータ分布における β (注3-2)	転出率(mj(注4))がベータ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-2)の範囲に含まれない市区町村数
人口1万人未満	0~4歳	497	0.070191	0.001413	0.03759	3.48659	0.02013	49.6727	(6, 4)	3.17167	42.0144	(6, 5)
	5~9歳	497	0.040534	0.002298	0.04793	0.71512	0.05668	17.6424	(15, 1)	0.64560	15.2816	(15, 1)
	10~14歳	497	0.026747	0.001270	0.03564	0.56313	0.04750	21.0536	(32, 0)	0.52132	18.9691	(32, 0)
	15~19歳	497	0.108312	0.018356	0.13548	0.63910	0.16947	5.9006	(2, 2)	0.46157	3.7999	(2, 2)
	20~24歳	497	0.172925	0.009972	0.09986	2.99868	0.05767	17.3409	(1, 1)	2.30721	11.0350	(1, 2)
	25~29歳	497	0.126858	0.003021	0.05497	5.32624	0.02382	41.9859	(2, 2)	4.52371	31.1360	(2, 3)
	30~34歳	497	0.084160	0.001181	0.03436	5.99910	0.01403	71.2817	(3, 4)	5.41005	58.8726	(3, 4)
	35~39歳	497	0.060033	0.001126	0.03355	3.20093	0.01875	53.3195	(3, 2)	2.94873	46.1699	(3, 3)
	40~44歳	497	0.043229	0.000765	0.02766	2.44251	0.01770	56.5019	(2, 3)	2.29370	50.7657	(2, 3)
	45~49歳	497	0.035209	0.000674	0.02596	1.83905	0.01915	52.2326	(7, 2)	1.73909	47.6545	(7, 2)
	50~54歳	497	0.030356	0.000557	0.02360	1.65499	0.01834	54.5190	(5, 1)	1.57439	50.2897	(5, 1)
	55~59歳	497	0.023221	0.000307	0.01751	1.75788	0.01321	75.7021	(8, 1)	1.69384	71.2504	(8, 1)
	60~64歳	497	0.016209	0.000245	0.01565	1.07298	0.01511	66.1944	(10, 2)	1.03938	63.0821	(10, 2)
	65~69歳	497	0.010494	0.000109	0.01046	1.00724	0.01042	95.9853	(19, 3)	0.98618	92.9919	(19, 3)
	70~74歳	497	0.008763	0.000088	0.00939	0.87028	0.01007	99.3162	(51, 4)	0.85389	96.5920	(51, 4)
	75~79歳	497	0.007991	0.000059	0.00771	1.07496	0.00743	134.5268	(63, 4)	1.05838	131.3935	(63, 4)
80歳以上	497	0.013174	0.000090	0.00948	1.93084	0.00682	146.5637	(9, 2)	1.89223	141.7406	(9, 2)	
人口1万人以上5万人未満	0~4歳	691	0.061652	0.000351	0.01874	10.82084	0.00570	175.5156	(0, 0)	10.09206	153.6027	(0, 0)
	5~9歳	691	0.025922	0.000148	0.01215	4.55435	0.00569	175.6968	(1, 0)	4.41038	165.7320	(1, 0)
	10~14歳	691	0.013996	0.000063	0.00792	3.11917	0.00449	222.8541	(0, 0)	3.06152	215.6735	(0, 0)
	15~19歳	691	0.063430	0.001506	0.03880	2.67229	0.02374	42.1296	(0, 0)	2.43936	36.0180	(0, 0)
	20~24歳	691	0.138820	0.001788	0.04228	10.77898	0.01288	77.6470	(0, 0)	9.14382	56.7242	(0, 0)
	25~29歳	691	0.118385	0.000812	0.02849	17.26771	0.00686	145.8612	(2, 0)	15.10510	112.4884	(1, 0)
	30~34歳	691	0.078707	0.000472	0.02172	13.13662	0.00599	166.9056	(0, 0)	12.02397	140.7450	(0, 0)
	35~39歳	691	0.048976	0.000259	0.01610	9.25149	0.00529	188.8987	(0, 0)	8.74941	169.8978	(0, 0)
	40~44歳	691	0.033369	0.000182	0.01350	6.10804	0.00546	183.0472	(0, 0)	5.87085	170.0683	(0, 0)
	45~49歳	691	0.025599	0.000141	0.01188	4.64275	0.00551	181.3651	(0, 0)	4.49830	171.2241	(0, 0)
	50~54歳	691	0.020674	0.000131	0.01143	3.26920	0.00632	158.1290	(0, 0)	3.18094	150.6789	(0, 0)
	55~59歳	691	0.015854	0.000076	0.00872	3.30268	0.00480	208.3161	(0, 0)	3.23447	200.7789	(0, 0)
	60~64歳	691	0.010571	0.000025	0.00502	4.42771	0.00239	418.8548	(0, 0)	4.37034	409.0568	(0, 0)
	65~69歳	691	0.007311	0.000014	0.00378	3.73927	0.00196	511.4519	(0, 0)	3.70462	503.0081	(0, 0)
	70~74歳	691	0.005780	0.000011	0.00335	2.98048	0.00194	515.6276	(1, 1)	2.95748	508.6898	(1, 1)
	75~79歳	691	0.005318	0.000009	0.00293	3.29234	0.00162	619.1360	(2, 1)	3.26952	611.5743	(2, 1)
80歳以上	691	0.008006	0.000016	0.00401	3.97402	0.00201	496.3683	(1, 0)	3.93420	487.4600	(1, 0)	
人口5万人以上	0~4歳	551	0.060539	0.000257	0.01603	14.25609	0.00425	235.4863	(0, 0)	13.33250	206.8977	(0, 0)
	5~9歳	551	0.024375	0.000068	0.00823	8.76982	0.00278	359.7854	(0, 0)	8.53168	341.4839	(0, 0)
	10~14歳	551	0.012329	0.000027	0.00522	5.57780	0.00221	452.4183	(0, 0)	5.49671	440.3438	(0, 0)
	15~19歳	551	0.045477	0.000575	0.02397	3.59847	0.01264	79.1267	(0, 0)	3.38935	71.1389	(0, 0)
	20~24歳	551	0.129079	0.001056	0.03250	15.77228	0.00818	122.1909	(0, 0)	13.60733	91.8113	(0, 0)
	25~29歳	551	0.125670	0.000999	0.03160	15.81213	0.00795	125.8228	(0, 0)	13.69935	95.3113	(0, 0)
	30~34歳	551	0.086378	0.000688	0.02622	10.84911	0.00796	125.6005	(0, 0)	9.82561	103.9258	(0, 0)
	35~39歳	551	0.052937	0.000293	0.01711	9.57077	0.00553	180.7961	(0, 0)	9.01119	161.2141	(0, 0)
	40~44歳	551	0.035062	0.000140	0.01182	8.79251	0.00399	250.7733	(0, 0)	8.44917	232.5316	(0, 0)
	45~49歳	551	0.027431	0.000097	0.00985	7.75933	0.00354	282.8633	(0, 0)	7.51905	266.5849	(0, 0)
	50~54歳	551	0.022494	0.000083	0.00912	6.08514	0.00370	270.5176	(0, 0)	5.92577	257.5067	(0, 0)
	55~59歳	551	0.017959	0.000067	0.00820	4.79138	0.00375	266.8016	(0, 0)	4.68738	256.3228	(0, 0)
	60~64歳	551	0.012993	0.000050	0.00710	3.34839	0.00388	257.7171	(0, 0)	3.29189	250.0768	(0, 0)
	65~69歳	551	0.009006	0.000029	0.00541	2.76458	0.00326	306.9662	(0, 0)	2.73067	300.4709	(0, 0)
	70~74歳	551	0.006519	0.000016	0.00402	2.62548	0.00248	402.7295	(0, 0)	2.60184	396.5022	(0, 0)
	75~79歳	551	0.005796	0.000012	0.00344	2.84256	0.00204	490.4139	(0, 0)	2.82029	483.7511	(0, 0)
80歳以上	551	0.008002	0.000015	0.00392	4.14586	0.00193	518.1033	(0, 0)	4.10469	508.8527	(0, 0)	

(注1) 市区町村には各特別区を含み、政令指定都市の区、福島県矢祭町、栃木市及び栃木県岩舟町を除く。

(注2) 各市区町村の転出率の推計に当たっては、各市区町村の人口規模(各年1月1日現在住民基本台帳登録人口)に応じ3階層に分けた上、各階層に属する市区町村の転出率をベイズ推定するに当たり、その事前分布としてガンマ分布又はベータ分布(α 、 β)を選択した。(注3-1) $\alpha = E \cdot V / V$ 、 $\beta = V / E$ (注3-2) $\alpha = E(E(1-E)/V-1)$ 、 $\beta = (1-E)(E(1-E)/V-1)$

(注4) 各市区町村(j)の1年間の転出者数を当該市区町村の1月1日現在の住民基本台帳登録人口(当該年と翌年の平均値)で除した値(オリジナル転出率)

(注5-1) $mj(下) = \text{GAMMAINV}(0.025, \alpha_j, \beta_j)$ 、 $mj(上) = \text{GAMMAINV}(0.975, \alpha_j, \beta_j)$ ここで、GAMMAINVは、確率及びガンマ分布のパラメータ α_j 、 β_j を指定すると、

当該指定されたガンマ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、 $\alpha_j = \alpha + Mj(\text{市区町村jの転出者数})$ 、 $\beta_j = \beta / (Nj(\text{市区町村jの登録人口}) * \beta + 1)$ (注5-2) $mj(下) = \text{BETAINV}(0.025, \alpha_j, \beta_j)$ 、 $mj(上) = \text{BETAINV}(0.975, \alpha_j, \beta_j)$ ここで、BETAINVは、確率及びベータ分布のパラメータ α_j 、 β_j を指定すると、

当該指定されたベータ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、 $\alpha_j = \alpha + Mj(\text{市区町村jの転出者数})$ 、 $\beta_j = \beta + Nj(\text{市区町村jの登録人口}) - Mj$

(注6) 3年間の転出率の平均の算出に当たっては、3年分の転出者数の合計を各年1月1日現在の人口(初年及び最終年の翌年は人口の2分の1)の合計で除した数値を使用した。

表 1 - 2

各市区町村の女性の年齢5歳階級別転出率に関する推計(日本人のみ。H26からH28の3年間平均(注6))について

人口規模	年齢5歳階級の階層	市区町村数	平均値(E)	不偏分散(V)	標準偏差($\sigma = \sqrt{V}$)	ガンマ分布における α (注3-1)	ガンマ分布における β (注3-1)	ガンマ分布における $1/\beta$ (注3-1)	転出率(mj(注4))がガンマ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-1)の範囲に含まれない市区町村数	ベータ分布における α (注3-2)	ベータ分布における β (注3-2)	転出率(mj(注4))がベータ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-2)の範囲に含まれない市区町村数
人口1万人未満	0~4歳	497	0.069562	0.001265	0.03557	3.82519	0.01819	54.9896	(6, 4)	3.48954	46.6749	(6, 5)
	5~9歳	497	0.039160	0.001098	0.03313	1.39672	0.02804	35.6672	(17, 2)	1.30286	31.9676	(17, 2)
	10~14歳	497	0.027370	0.000961	0.03100	0.77960	0.03511	28.4832	(28, 3)	0.73089	25.9727	(28, 3)
	15~19歳	497	0.100189	0.021494	0.14661	0.46700	0.21454	4.6612	(0, 1)	0.32003	2.8742	(0, 5)
	20~24歳	497	0.211360	0.006358	0.07974	7.02617	0.03008	33.2427	(0, 4)	5.32976	19.8868	(0, 4)
	25~29歳	497	0.153388	0.002963	0.05444	7.93969	0.01932	51.7620	(0, 6)	6.56844	36.2539	(0, 6)
	30~34歳	497	0.096333	0.001886	0.04343	4.92105	0.01958	51.0836	(1, 7)	4.35066	40.8119	(1, 7)
	35~39歳	497	0.058533	0.000946	0.03076	3.62175	0.01616	61.8756	(6, 7)	3.35122	53.9026	(6, 7)
	40~44歳	497	0.041195	0.000979	0.03129	1.73283	0.02377	42.0645	(5, 3)	1.62026	37.7115	(5, 3)
	45~49歳	497	0.029197	0.000536	0.02315	1.59039	0.01836	54.4717	(10, 5)	1.51476	50.3665	(10, 5)
	50~54歳	497	0.021070	0.000390	0.01975	1.13850	0.01851	54.0341	(17, 3)	1.09344	50.8022	(17, 3)
	55~59歳	497	0.014772	0.000177	0.01332	1.22949	0.01201	83.2330	(20, 3)	1.19656	79.8070	(20, 3)
	60~64歳	497	0.011793	0.000254	0.01594	0.54715	0.02155	46.3980	(29, 1)	0.52891	44.3220	(29, 1)
	65~69歳	497	0.009399	0.000090	0.00946	0.98729	0.00952	105.0443	(35, 6)	0.96861	102.0884	(35, 6)
	70~74歳	497	0.008012	0.000100	0.00999	4.64336	0.01245	80.3020	(41, 1)	0.63020	78.0285	(41, 1)
	75~79歳	497	0.008934	0.000050	0.00706	1.59879	0.00559	178.9535	(32, 4)	1.57557	174.7791	(32, 4)
80歳以上	497	0.017456	0.000097	0.00985	3.14070	0.00556	179.9186	(2, 0)	3.06842	172.7095	(2, 1)	
人口1万人以上	0~4歳	691	0.062026	0.000358	0.01891	10.75672	0.00577	173.4232	(0, 0)	10.02750	151.6390	(0, 0)
	5~9歳	691	0.026828	0.000160	0.01263	4.50924	0.00595	168.0805	(0, 0)	4.36144	158.2098	(0, 0)
	10~14歳	691	0.014530	0.000059	0.00765	3.60988	0.00403	248.4407	(0, 0)	3.54290	240.2879	(0, 0)
	15~19歳	691	0.049840	0.000615	0.02480	4.03756	0.01234	81.0110	(0, 0)	3.78649	72.1869	(0, 0)
	20~24歳	691	0.155905	0.001749	0.04182	13.89912	0.01122	89.1514	(0, 0)	11.57628	62.6761	(0, 0)
	25~29歳	691	0.130987	0.000394	0.01984	43.58687	0.00301	332.7563	(3, 1)	37.74655	250.4229	(2, 1)
	30~34歳	691	0.080902	0.000298	0.01726	21.96441	0.00368	271.4937	(1, 1)	20.10654	228.4227	(1, 1)
	35~39歳	691	0.044952	0.000156	0.01251	12.92152	0.00348	287.4544	(0, 0)	12.29572	261.2371	(0, 0)
	40~44歳	691	0.027042	0.000101	0.01003	7.26645	0.00372	268.7063	(0, 0)	7.04290	253.3969	(0, 0)
	45~49歳	691	0.019211	0.000055	0.00739	6.75372	0.00284	351.5628	(0, 0)	6.60477	337.2043	(0, 0)
	50~54歳	691	0.014444	0.000043	0.00652	4.90390	0.00295	339.5215	(0, 0)	4.81863	328.7989	(0, 0)
	55~59歳	691	0.010566	0.000026	0.00510	4.29962	0.00246	406.9259	(2, 0)	4.24362	397.3827	(2, 0)
	60~64歳	691	0.007731	0.000016	0.00405	3.63507	0.00213	470.1999	(0, 0)	3.59924	461.9656	(0, 0)
	65~69歳	691	0.006439	0.000012	0.00349	3.39602	0.00190	527.4429	(2, 0)	3.36771	519.6791	(2, 0)
	70~74歳	691	0.005905	0.000010	0.00314	3.54249	0.00167	599.9099	(1, 0)	3.51567	591.8516	(1, 0)
	75~79歳	691	0.006701	0.000012	0.00344	3.79108	0.00177	565.7837	(3, 0)	3.75897	557.2336	(3, 0)
80歳以上	691	0.011443	0.000024	0.00487	5.51769	0.00207	482.1801	(0, 0)	5.44310	470.2193	(0, 0)	
人口5万人以上	0~4歳	551	0.060684	0.000261	0.01615	14.11664	0.00430	232.6264	(0, 0)	13.19930	204.3104	(0, 0)
	5~9歳	551	0.024910	0.000070	0.00837	8.84592	0.00282	355.1086	(0, 0)	8.60065	336.6620	(0, 0)
	10~14歳	551	0.012916	0.000029	0.00539	5.72585	0.00226	443.3092	(0, 0)	5.63898	430.9443	(0, 0)
	15~19歳	551	0.035159	0.000200	0.01415	6.17180	0.00570	175.5405	(0, 0)	5.91964	162.4490	(0, 0)
	20~24歳	551	0.124137	0.000695	0.02637	22.16436	0.00560	178.5480	(0, 0)	19.28882	136.0948	(0, 0)
	25~29歳	551	0.125719	0.000792	0.02815	19.94445	0.00630	158.6431	(0, 0)	17.31133	120.3873	(0, 0)
	30~34歳	551	0.081549	0.000540	0.02324	12.30831	0.00663	150.9311	(0, 0)	11.22302	126.3998	(0, 0)
	35~39歳	551	0.044865	0.000208	0.01444	9.65893	0.00464	215.2879	(0, 0)	9.18072	195.4483	(0, 0)
	40~44歳	551	0.025647	0.000077	0.00876	8.55968	0.00300	333.7446	(0, 0)	8.31450	315.8705	(0, 0)
	45~49歳	551	0.018377	0.000042	0.00650	8.01017	0.00229	435.8740	(0, 0)	7.84459	419.0193	(0, 0)
	50~54歳	551	0.014874	0.000042	0.00645	5.32142	0.00280	357.7739	(0, 0)	5.22740	346.2251	(0, 0)
	55~59歳	551	0.011834	0.000037	0.00606	3.81965	0.00310	322.7748	(0, 0)	3.76262	314.1926	(0, 0)
	60~64歳	551	0.009082	0.000026	0.00506	3.22335	0.00282	354.8991	(0, 0)	3.18499	347.4908	(0, 0)
	65~69歳	551	0.007231	0.000016	0.00400	3.26330	0.00222	451.3098	(0, 0)	3.23248	443.8140	(0, 0)
	70~74歳	551	0.006325	0.000011	0.00330	3.66376	0.00173	579.2125	(0, 0)	3.63426	570.9147	(0, 0)
	75~79歳	551	0.006948	0.000011	0.00335	4.29956	0.00162	618.8096	(0, 0)	4.26274	609.2472	(0, 0)
80歳以上	551	0.011110	0.000025	0.00503	4.88134	0.00228	439.3816	(0, 0)	4.81600	428.6842	(0, 0)	

(注1) 市区町村には各特別区を含み、政令指定都市の区、福島県矢祭町、栃木市及び栃木県岩舟町を除く。

(注2) 各市区町村の転出率の推計に当たっては、各市区町村の人口規模(各年1月1日現在の住民基本台帳登録人口)に応じ3階層に分けた上、各階層に属する市区町村の転出率をベイズ推定するに当たり、その事前分布としてガンマ分布又はベータ分布(α 、 β)を選択した。

(注3-1) $\alpha = E \cdot E / V$ 、 $\beta = V / E$

(注3-2) $\alpha = E(E(1-E)/V-1)$ 、 $\beta = (1-E)(E(1-E)/V-1)$

(注4) 各市区町村(j)の1年間の転出者数を当該市区町村の1月1日現在の住民基本台帳登録人口(当該年と翌年の平均値)で除した値(オリジナル転出率)

(注5-1) mj(下) = GAMMAINV(0.025, α_j , β_j)、mj(上) = GAMMAINV(0.975, α_j , β_j)

ここで、GAMMAINVは、確率及びガンマ分布のパラメータ α_j 、 β_j を指定すると、

当該指定されたガンマ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、 $\alpha_j = \alpha + M_j$ (市区町村jの転出者数) $\beta_j = \beta / (N_j$ (市区町村jの登録人口) * $\beta + 1)$

(注5-2) mj(下) = BETAINV(0.025, α_j , β_j)、mj(上) = BETAINV(0.975, α_j , β_j)

ここで、BETAINVは、確率及びベータ分布のパラメータ α_j 、 β_j を指定すると、

当該指定されたベータ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、 $\alpha_j = \alpha + M_j$ (市区町村jの転出者数) $\beta_j = \beta + N_j$ (市区町村jの登録人口) - M_j

(注6) 3年間の転出率の平均の算出に当たっては、3年分の転出者数の合計を各年1月1日現在の人口(初年及び最終年の翌年は人口の2分の1)の合計で除した数値を使用した。

表2-1

各市区町村の男性の年齢5歳階級別転入率に関する推計(日本人のみ、H26からH28の3年間平均(注6))について

人口規模	年齢5歳階級の階層	市区町村数	平均値(E)	不偏分散(V)	標準偏差($\sigma = \sqrt{V}$)	ガンマ分布における α (注3-1)	ガンマ分布における β (注3-1)	ガンマ分布における $1/\beta$ (注3-1)	転入率(mj(注4))がガンマ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-1)の範囲に含まれない市区町村数	ベータ分布における α (注3-2)	ベータ分布における β (注3-2)	転入率(mj(注4))がベータ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-2)の範囲に含まれない市区町村数
人口1万人未満	0~4歳	497	0.082160	0.002409	0.04908	2.80186	0.02932	34.1026	(4, 3)	2.48950	27.8112	(4, 3)
	5~9歳	497	0.038743	0.002029	0.04505	0.73963	0.05238	19.0905	(22, 2)	0.67223	16.6786	(22, 3)
	10~14歳	497	0.022326	0.001897	0.04355	0.26279	0.08496	11.7705	(52, 0)	0.23460	10.2732	(52, 0)
	15~19歳	497	0.050372	0.005054	0.07109	0.50204	0.10034	9.9666	(19, 0)	0.42638	8.0382	(19, 0)
	20~24歳	497	0.136214	0.013962	0.11816	1.32892	0.10250	9.7561	(0, 1)	1.01169	6.4155	(0, 3)
	25~29歳	497	0.115449	0.004584	0.06770	2.90770	0.03970	25.1860	(0, 2)	2.45656	18.8218	(0, 3)
	30~34歳	497	0.083201	0.002337	0.04834	2.96272	0.02808	35.6091	(2, 2)	2.63302	29.0134	(2, 2)
	35~39歳	497	0.056855	0.001423	0.03773	2.27095	0.02504	39.9428	(3, 2)	2.08498	34.5868	(3, 2)
	40~44歳	497	0.043058	0.000940	0.03066	1.97249	0.02183	45.8099	(2, 1)	1.84450	40.9929	(2, 1)
	45~49歳	497	0.035353	0.000742	0.02724	1.68417	0.02099	47.6382	(2, 0)	1.58927	43.3647	(2, 1)
	50~54歳	497	0.030933	0.000580	0.02408	1.64948	0.01875	53.3248	(4, 1)	1.56752	49.1078	(4, 1)
	55~59歳	497	0.022327	0.000246	0.01569	2.02440	0.01103	90.6723	(5, 2)	1.95688	85.6910	(5, 2)
	60~64歳	497	0.015235	0.000106	0.01028	2.19808	0.00693	144.2764	(9, 3)	2.14936	138.9290	(9, 3)
	65~69歳	497	0.010628	0.000077	0.00876	1.47078	0.00723	138.3890	(22, 2)	1.44452	134.4737	(22, 2)
	70~74歳	497	0.007118	0.000068	0.00827	0.74050	0.00961	104.0365	(85, 2)	0.72811	101.5679	(85, 2)
	75~79歳	497	0.005174	0.000035	0.00592	0.76504	0.00676	147.8617	(123, 1)	0.75591	145.3407	(123, 1)
	80歳以上	497	0.007820	0.000096	0.00982	0.63454	0.01232	81.1430	(63, 1)	0.62175	78.8867	(63, 2)
人口1万人以上	0~4歳	691	0.070706	0.000357	0.01889	14.01016	0.00505	198.1467	(4, 0)	12.94885	170.1877	(4, 0)
	5~9歳	691	0.026266	0.000106	0.01029	6.52074	0.00403	248.2585	(3, 0)	6.32320	234.4145	(3, 0)
	10~14歳	691	0.012412	0.000073	0.00856	2.10088	0.00591	169.2648	(0, 0)	2.06240	164.1015	(0, 0)
	15~19歳	691	0.039109	0.001762	0.04197	0.86822	0.04505	22.1999	(0, 0)	0.79516	19.5365	(0, 0)
	20~24歳	691	0.098847	0.002243	0.04736	4.35608	0.02269	44.0688	(0, 0)	3.82664	34.8861	(0, 0)
	25~29歳	691	0.101759	0.001227	0.03503	8.43631	0.01206	82.9050	(2, 0)	7.47608	65.9926	(2, 0)
	30~34歳	691	0.074191	0.000646	0.02542	8.51551	0.00871	114.7790	(3, 0)	7.80955	97.4540	(3, 0)
	35~39歳	691	0.047553	0.000262	0.01620	8.61681	0.00552	181.2063	(3, 0)	8.15951	163.4300	(3, 0)
	40~44歳	691	0.032497	0.000170	0.01305	6.20212	0.00524	190.8521	(3, 0)	5.96807	177.6819	(3, 0)
	45~49歳	691	0.025565	0.000154	0.01240	4.24808	0.00602	166.1668	(2, 0)	4.11391	156.8048	(2, 0)
	50~54歳	691	0.021160	0.000122	0.01102	3.68429	0.00574	174.1170	(3, 0)	3.58517	165.8475	(3, 0)
	55~59歳	691	0.016484	0.000068	0.00826	3.98271	0.00414	241.6115	(2, 0)	3.90058	232.7282	(2, 0)
	60~64歳	691	0.012336	0.000032	0.00569	4.69550	0.00263	380.6187	(2, 0)	4.62523	370.2980	(2, 0)
	65~69歳	691	0.008783	0.000020	0.00451	3.80040	0.00231	432.7202	(1, 0)	3.75824	424.1616	(1, 0)
	70~74歳	691	0.006175	0.000015	0.00390	2.50883	0.00246	406.3098	(1, 0)	2.48716	400.3139	(1, 0)
	75~79歳	691	0.005307	0.000018	0.00420	1.59999	0.00332	301.5027	(9, 0)	1.58619	297.3165	(9, 0)
	80歳以上	691	0.007117	0.000042	0.00646	1.21578	0.00585	170.8221	(1, 0)	1.20001	167.4063	(1, 0)
人口5万人以上	0~4歳	551	0.062557	0.000254	0.01593	15.41409	0.00406	246.4014	(0, 0)	14.38728	215.6001	(0, 0)
	5~9歳	551	0.024381	0.000072	0.00850	8.22199	0.00297	337.2274	(0, 0)	7.99714	320.0083	(0, 0)
	10~14歳	551	0.012179	0.000036	0.00597	4.16342	0.00293	341.8391	(0, 0)	4.10053	332.5751	(0, 0)
	15~19歳	551	0.042283	0.000932	0.03053	1.91787	0.02205	45.3580	(0, 0)	1.79449	40.6456	(0, 0)
	20~24歳	551	0.115458	0.002657	0.05155	5.01667	0.02301	43.4502	(0, 0)	4.32200	33.1115	(0, 0)
	25~29歳	551	0.120559	0.001741	0.04172	8.34841	0.01444	69.2478	(0, 0)	7.22138	52.6780	(0, 0)
	30~34歳	551	0.085175	0.000830	0.02881	8.74228	0.00974	102.6385	(0, 0)	7.91247	84.9837	(0, 0)
	35~39歳	551	0.052603	0.000313	0.01768	8.85011	0.00594	168.2431	(0, 0)	8.33196	150.0610	(0, 0)
	40~44歳	551	0.034799	0.000145	0.01206	8.33009	0.00418	239.3742	(0, 0)	8.00541	222.0387	(0, 0)
	45~49歳	551	0.027107	0.000105	0.01023	7.01700	0.00386	258.8635	(0, 0)	6.79968	244.0468	(0, 0)
	50~54歳	551	0.022208	0.000090	0.00950	5.46346	0.00406	246.0120	(0, 0)	5.31992	234.2286	(0, 0)
	55~59歳	551	0.017729	0.000066	0.00810	4.79471	0.00370	270.4382	(0, 0)	4.69197	259.9515	(0, 0)
	60~64歳	551	0.012816	0.000035	0.00591	4.70327	0.00272	366.9977	(0, 0)	4.63018	356.6642	(0, 0)
	65~69歳	551	0.008932	0.000019	0.00434	4.24128	0.00211	474.8444	(0, 0)	4.19447	465.4087	(0, 0)
	70~74歳	551	0.006449	0.000012	0.00342	3.54652	0.00182	549.8995	(0, 0)	3.51720	541.8360	(0, 0)
	75~79歳	551	0.005708	0.000010	0.00309	3.41682	0.00167	598.5669	(0, 0)	3.39161	590.7586	(0, 0)
	80歳以上	551	0.008177	0.000022	0.00470	3.02967	0.00270	370.5068	(0, 0)	2.99672	363.4804	(0, 0)

(注1) 市区町村には各特別区を含み、政令指定都市の区、福島県矢祭町、栃木市及び栃木県岩舟町を除く。

(注2) 各市区町村の転入率の推計に当たっては、各市区町村の人口規模(各年1月1日現在の住民基本台帳登録人口)に応じ3階層に分けた上、各階層に属する市区町村の転入率をベイズ推定するに当たり、その事前分布としてガンマ分布又はベータ分布(α 、 β)を選択した。(注3-1) $\alpha = E \cdot E / V$ 、 $\beta = V / E$ (注3-2) $\alpha = E(E(1-E)/V-1)$ 、 $\beta = (1-E)(E(1-E)/V-1)$

(注4) 各市区町村(j)の1年間の転入者数を当該市区町村の1月1日現在の住民基本台帳登録人口(当該年と翌年の平均値)で除した値(オリジナル転入率)

(注5-1) mj(下) = GAMMAINV(0.025, α_j , β_j)、mj(上) = GAMMAINV(0.975, α_j , β_j)ここで、GAMMAINVは、確率及びガンマ分布のパラメータ α_j 、 β_j を指定すると、

当該指定されたガンマ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、 $\alpha_j = \alpha + M_j$ (市区町村jの転入者数) $\beta_j = \beta / (N_j$ (市区町村jの登録人口) * $\beta + 1)$ (注5-2) mj(下) = BETAINV(0.025, α_j , β_j)、mj(上) = BETAINV(0.975, α_j , β_j)ここで、BETAINVは、確率及びベータ分布のパラメータ α_j 、 β_j を指定すると、

当該指定されたベータ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、 $\alpha_j = \alpha + M_j$ (市区町村jの転入者数) $\beta_j = \beta + N_j$ (市区町村jの登録人口) - M_j

(注6) 3年間の転入率の平均の算出に当たっては、3年分の転入者数の合計を各年1月1日現在の人口(初年及び最終年の翌年は人口の2分の1)の合計で除した数値を使用した。

表2-2

各市区町村の女性の年齢5歳階級別転入率に関する推計(日本人のみ。H26からH28の3年間平均(注6))について

人口規模	年齢5歳階級の階層	市区町村数	平均値(E)	不偏分散(V)	標準偏差(σ = sqrt(V))	ガンマ分布におけるα(注3-1)	ガンマ分布におけるβ(注3-1)	ガンマ分布における1/β(注3-1)	転入率(mj(注4)がガンマ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-1)の範囲に含まれない市区町村数)	ベータ分布におけるα(注3-2)	ベータ分布におけるβ(注3-2)	転入率(mj(注4)がベータ分布による【mj(下), mj(上)】(注5-2)の範囲に含まれない市区町村数)
人口1万人未満	0~4歳	497	0.079694	0.002397	0.04896	2.64989	0.03007	33.2510	(7, 3)	2.35902	27.2421	(7, 3)
	5~9歳	497	0.036634	0.001335	0.03654	1.00492	0.03645	27.4314	(21, 2)	0.93147	24.4951	(21, 5)
	10~14歳	497	0.021724	0.001801	0.04244	0.26196	0.08293	12.0588	(51, 1)	0.23455	10.5623	(51, 1)
	15~19歳	497	0.036631	0.002105	0.04588	0.63746	0.05746	17.4020	(28, 0)	0.57747	15.1871	(28, 0)
	20~24歳	497	0.139928	0.011504	0.10725	1.70207	0.08221	12.1639	(0, 0)	1.32397	8.1378	(0, 2)
	25~29歳	497	0.135711	0.004246	0.06516	4.33771	0.03129	31.9630	(1, 5)	3.61333	23.0119	(1, 6)
	30~34歳	497	0.095260	0.003127	0.05592	2.90207	0.03282	30.4646	(0, 4)	2.53036	24.0322	(0, 4)
	35~39歳	497	0.056100	0.001353	0.03678	2.32666	0.02411	41.4731	(1, 4)	2.14003	36.0064	(1, 4)
	40~44歳	497	0.033949	0.000781	0.02795	1.47559	0.02301	43.4651	(6, 4)	1.39154	39.5980	(6, 4)
	45~49歳	497	0.024402	0.000485	0.02203	1.22690	0.01989	50.2791	(16, 5)	1.17256	46.8796	(16, 5)
	50~54歳	497	0.019219	0.000352	0.01876	1.04959	0.01831	54.6132	(15, 2)	1.01020	51.5534	(15, 2)
	55~59歳	497	0.014389	0.000144	0.01202	1.43325	0.01004	99.6087	(15, 4)	1.39824	95.7772	(15, 4)
	60~64歳	497	0.010650	0.000121	0.01101	0.93516	0.01139	87.8098	(27, 3)	0.91455	84.9601	(27, 3)
	65~69歳	497	0.007698	0.000088	0.00938	0.67308	0.01144	87.4372	(54, 1)	0.66020	85.1039	(54, 1)
	70~74歳	497	0.005441	0.000027	0.00515	1.11666	0.00487	205.2368	(79, 2)	1.10514	202.0150	(79, 2)
	75~79歳	497	0.005504	0.000030	0.00548	1.01048	0.00545	183.5966	(85, 0)	0.99942	180.5867	(85, 0)
	80歳以上	497	0.010510	0.000098	0.00988	1.13186	0.00929	107.6945	(22, 0)	1.10946	104.4532	(22, 0)
人口1万人以上	0~4歳	691	0.070752	0.000385	0.01963	12.99486	0.00544	183.6677	(3, 0)	12.00470	157.6682	(3, 0)
	5~9歳	691	0.026172	0.000107	0.01033	6.42338	0.00407	245.4297	(3, 0)	6.22910	231.7772	(3, 0)
	10~14歳	691	0.012542	0.000037	0.00609	4.24209	0.00296	338.2381	(2, 0)	4.17635	328.8196	(2, 0)
	15~19歳	691	0.028640	0.000460	0.02145	1.78269	0.01607	62.2456	(0, 0)	1.70300	57.7599	(0, 0)
	20~24歳	691	0.096606	0.001415	0.03762	6.59523	0.01465	68.2694	(0, 0)	5.86149	54.8127	(0, 0)
	25~29歳	691	0.111803	0.000879	0.02964	14.22614	0.00786	127.2434	(0, 0)	12.52382	99.4935	(0, 0)
	30~34歳	691	0.075504	0.000400	0.01999	14.26125	0.00529	188.8808	(1, 0)	13.10896	160.5106	(0, 0)
	35~39歳	691	0.042802	0.000179	0.01339	10.22382	0.00419	238.8643	(2, 0)	9.74342	217.8971	(2, 0)
	40~44歳	691	0.024503	0.000086	0.00928	6.96279	0.00352	284.1584	(2, 0)	6.76767	269.4279	(2, 0)
	45~49歳	691	0.017467	0.000062	0.00785	4.95434	0.00353	283.6355	(2, 0)	4.85034	272.8308	(2, 0)
	50~54歳	691	0.014118	0.000053	0.00729	3.75022	0.00376	265.6326	(2, 0)	3.68315	257.1992	(2, 0)
	55~59歳	691	0.011297	0.000035	0.00591	3.65912	0.00309	323.9127	(3, 0)	3.60648	315.6471	(3, 0)
	60~64歳	691	0.008693	0.000022	0.00472	3.38240	0.00257	389.0849	(1, 0)	3.34431	381.3582	(1, 0)
	65~69歳	691	0.006669	0.000015	0.00386	2.98192	0.00224	447.1004	(1, 0)	2.95537	440.1632	(1, 0)
	70~74歳	691	0.005412	0.000012	0.00352	2.36463	0.00229	436.8989	(1, 0)	2.34642	431.1879	(1, 0)
	75~79歳	691	0.005781	0.000018	0.00422	1.87636	0.00308	324.5793	(1, 0)	1.85973	319.8432	(1, 0)
	80歳以上	691	0.010064	0.000069	0.00832	1.46404	0.00687	145.4671	(0, 0)	1.43925	141.5638	(0, 0)
人口5万人以上	0~4歳	551	0.062837	0.000253	0.01591	15.59601	0.00403	248.1981	(0, 0)	14.55317	217.0490	(0, 0)
	5~9歳	551	0.024989	0.000081	0.00899	7.72201	0.00324	309.0165	(0, 0)	7.50406	292.7905	(0, 0)
	10~14歳	551	0.012712	0.000040	0.00632	4.03864	0.00315	317.7144	(0, 0)	3.97459	308.7012	(0, 0)
	15~19歳	551	0.031784	0.000387	0.01967	2.61197	0.01217	82.1775	(0, 0)	2.49716	76.0684	(0, 0)
	20~24歳	551	0.107175	0.002298	0.04793	4.99932	0.02144	46.6464	(0, 0)	4.35634	36.2907	(0, 0)
	25~29歳	551	0.119513	0.001598	0.03997	8.94099	0.01337	74.8117	(0, 0)	7.75291	57.1178	(0, 0)
	30~34歳	551	0.080128	0.000743	0.02726	8.64003	0.00927	107.8273	(0, 0)	7.86759	90.3197	(0, 0)
	35~39歳	551	0.044238	0.000255	0.01598	7.66815	0.00577	173.3390	(0, 0)	7.28469	157.3862	(0, 0)
	40~44歳	551	0.025015	0.000098	0.00988	6.40373	0.00391	255.9964	(0, 0)	6.21852	242.3741	(0, 0)
	45~49歳	551	0.017803	0.000056	0.00747	5.67817	0.00314	318.9520	(0, 0)	5.55928	306.7145	(0, 0)
	50~54歳	551	0.014524	0.000045	0.00674	4.64802	0.00312	320.0151	(0, 0)	4.56598	309.8010	(0, 0)
	55~59歳	551	0.011735	0.000034	0.00582	4.06785	0.00288	346.6530	(0, 0)	4.00839	337.5767	(0, 0)
	60~64歳	551	0.008950	0.000021	0.00460	3.78402	0.00237	422.8135	(0, 0)	3.74121	414.2882	(0, 0)
	65~69歳	551	0.007146	0.000014	0.00378	3.58222	0.00199	501.3147	(0, 0)	3.54947	493.1831	(0, 0)
	70~74歳	551	0.006146	0.000011	0.00335	3.36170	0.00183	546.9822	(0, 0)	3.33490	539.2855	(0, 0)
	75~79歳	551	0.006982	0.000015	0.00382	3.33445	0.00209	477.5567	(0, 0)	3.30419	469.9182	(0, 0)
	80歳以上	551	0.011810	0.000047	0.00688	2.94723	0.00401	249.5598	(0, 0)	2.90061	242.7120	(0, 0)

(注1) 市区町村には各特別区を含み、政令指定都市の区、福島県矢祭町、栃木市及び栃木県岩舟町を除く。

(注2) 各市区町村の転入率の推計に当たっては、各市区町村の人口規模(各年1月1日現在住民基本台帳登録人口)に応じ3階層に分けた上、各階層に属する市区町村の転入率をベイズ推定するに当たり、その事前分布としてガンマ分布又はベータ分布(α、β)を選択した。

(注3-1) α = E*E/V、β = V/E

(注3-2) α = E(E(1-E)/V-1)、β = (1-E)(E(1-E)/V-1)

(注4) 各市区町村(j)の1年間の転入者数を当該市区町村の1月1日現在の住民基本台帳登録人口(当該年と翌年の平均値)で除した値(オリジナル転入率)

(注5-1) mj(下) = GAMMAINV(0.025, αj, βj)、mj(上) = GAMMAINV(0.975, αj, βj)

ここで、GAMMAINVは、確率及びガンマ分布のパラメータαj、βjを指定すると、

当該指定されたガンマ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、αj = α + Mj(市区町村jの転入者数) βj = β/(Nj(市区町村jの登録人口)*β + 1)

(注5-2) mj(下) = BETAINV(0.025, αj, βj)、mj(上) = BETAINV(0.975, αj, βj)

ここで、BETAINVは、確率及びベータ分布のパラメータαj、βjを指定すると、

当該指定されたベータ分布の累積確率密度関数の逆関数の値を返すもの。

また、αj = α + Mj(市区町村jの転入者数) βj = β + Nj(市区町村jの登録人口) - Mj

(注6) 3年間の転入率の平均の算出に当たっては、3年分の転入者数の合計を各年1月1日現在の人口(初年及び最終年の翌年は人口の2分の1)の合計で除した数値を使用した。

表3-1

「各市区町村の男女・年齢5歳階級別転出率について、H26～H28各ペイズ推定値及びH26～H28 3年間平均値と、H30値との差の絶対値」の（当該人口規模市区町村）平均値

人口規模階層	H30転出率との差（男性） （%ポイント）			H30転出率との差（女性） （%ポイント）		
	ガンマ分布	ベータ分布	3年間平均	ガンマ分布	ベータ分布	3年間平均
1万人未満	2.333	2.336	2.434	2.461	2.462	2.541
0～4歳	3.629	3.637	3.840	3.770	3.778	3.955
5～9歳	2.770	2.781	3.051	2.853	2.855	2.913
10～14歳	1.948	1.949	2.018	2.242	2.242	2.281
15～19歳	3.963	3.947	4.002	4.119	4.086	4.082
20～24歳	5.358	5.397	5.757	6.640	6.661	6.854
25～29歳	4.391	4.399	4.497	5.092	5.104	5.368
30～34歳	3.235	3.239	3.391	3.660	3.665	3.917
35～39歳	2.768	2.768	2.855	2.883	2.884	2.926
40～44歳	1.976	1.976	2.028	2.167	2.168	2.240
45～49歳	1.864	1.864	1.933	1.889	1.889	1.904
50～54歳	1.734	1.735	1.788	1.514	1.515	1.529
55～59歳	1.323	1.323	1.331	1.161	1.161	1.215
60～64歳	1.011	1.011	1.052	0.861	0.861	0.862
65～69歳	0.717	0.717	0.779	0.714	0.714	0.767
70～74歳	0.853	0.854	0.903	0.738	0.739	0.803
75～79歳	0.837	0.837	0.882	0.751	0.751	0.783
80歳以上	1.279	1.279	1.267	0.774	0.775	0.803
1万～5万人未満	0.801	0.801	0.813	0.790	0.791	0.807
0～4歳	1.355	1.355	1.367	1.416	1.417	1.446
5～9歳	0.788	0.788	0.803	0.816	0.816	0.831
10～14歳	0.561	0.561	0.567	0.589	0.589	0.596
15～19歳	1.226	1.228	1.242	1.046	1.046	1.053
20～24歳	2.038	2.041	2.063	2.332	2.336	2.364
25～29歳	1.763	1.765	1.798	1.904	1.906	1.949
30～34歳	1.173	1.173	1.195	1.206	1.206	1.229
35～39歳	0.815	0.816	0.834	0.791	0.791	0.816
40～44歳	0.681	0.681	0.688	0.609	0.610	0.624
45～49歳	0.566	0.566	0.575	0.553	0.553	0.570
50～54歳	0.542	0.542	0.545	0.462	0.462	0.469
55～59歳	0.465	0.465	0.468	0.353	0.353	0.362
60～64歳	0.360	0.360	0.357	0.307	0.307	0.313
65～69歳	0.244	0.244	0.251	0.227	0.227	0.236
70～74歳	0.272	0.272	0.285	0.250	0.250	0.263
75～79歳	0.279	0.279	0.290	0.283	0.283	0.300
80歳以上	0.488	0.488	0.495	0.288	0.288	0.296
5万人以上	0.406	0.406	0.410	0.383	0.383	0.386
0～4歳	0.589	0.589	0.597	0.574	0.575	0.584
5～9歳	0.348	0.348	0.352	0.356	0.356	0.358
10～14歳	0.238	0.238	0.242	0.255	0.256	0.261
15～19歳	0.489	0.489	0.492	0.449	0.449	0.447
20～24歳	1.192	1.193	1.201	1.452	1.451	1.446
25～29歳	1.074	1.075	1.084	1.072	1.072	1.078
30～34歳	0.612	0.612	0.612	0.511	0.511	0.516
35～39歳	0.382	0.382	0.385	0.328	0.328	0.331
40～44歳	0.311	0.311	0.314	0.242	0.242	0.244
45～49歳	0.286	0.286	0.288	0.219	0.219	0.222
50～54歳	0.272	0.272	0.275	0.200	0.201	0.207
55～59歳	0.223	0.223	0.225	0.183	0.183	0.186
60～64歳	0.189	0.189	0.191	0.151	0.151	0.152
65～69歳	0.134	0.134	0.134	0.117	0.117	0.117
70～74歳	0.133	0.133	0.133	0.113	0.113	0.115
75～79歳	0.140	0.140	0.143	0.141	0.141	0.145
80歳以上	0.291	0.291	0.290	0.149	0.149	0.150

（注1）ペイズ推定及び3年間平均を算出するに当たってはH26～H28の3年間

（人口についてはH27及びH28並びにH26及びH29の人口の2分の1）の数値を使用

（注2）H30転出率を算出するに当たっては、当該年及び翌年の1月1日現在の住民基本台帳登録人口の平均値を使用

（注3）「ガンマ分布」「ベータ分布」「3年間平均」のうち最も平均値が小さい箇所を黒枠で囲んでいる。

表3-2

「各市区町村の男女・年齢5歳階級別転入率について、H26～H28各ベイズ推定値及びH26～H283年間平均値と、H30値との差の絶対値」の（当該人口規模市区町村）平均値

人口規模階層	H30転入率との差（男性）			H30転入率との差（女性）		
	(%ポイント)			(%ポイント)		
	ガンマ分布	ベータ分布	3年間平均	ガンマ分布	ベータ分布	3年間平均
1万人未満	2.166	2.169	2.218	2.207	2.210	2.272
0～4歳	4.133	4.141	4.303	4.110	4.113	4.196
5～9歳	2.522	2.522	2.586	2.730	2.737	2.904
10～14歳	1.791	1.795	1.867	1.856	1.858	1.896
15～19歳	2.719	2.723	2.757	2.570	2.573	2.660
20～24歳	4.921	4.925	5.062	5.424	5.434	5.567
25～29歳	4.279	4.291	4.436	4.974	4.965	4.992
30～34歳	3.253	3.253	3.287	3.676	3.686	3.839
35～39歳	2.476	2.481	2.625	2.746	2.754	2.976
40～44歳	2.019	2.019	2.024	1.982	1.983	2.061
45～49歳	1.893	1.894	1.903	1.709	1.708	1.696
50～54歳	1.684	1.684	1.646	1.476	1.476	1.444
55～59歳	1.263	1.263	1.297	1.132	1.132	1.137
60～64歳	0.962	0.962	1.015	0.854	0.854	0.911
65～69歳	0.711	0.711	0.721	0.661	0.662	0.703
70～74歳	0.752	0.752	0.733	0.532	0.532	0.556
75～79歳	0.658	0.658	0.656	0.558	0.558	0.561
80歳以上	0.793	0.793	0.784	0.536	0.536	0.531
1万～5万人未満	0.780	0.780	0.792	0.733	0.733	0.747
0～4歳	1.561	1.562	1.606	1.538	1.540	1.596
5～9歳	0.790	0.790	0.817	0.848	0.848	0.871
10～14歳	0.503	0.503	0.510	0.512	0.512	0.525
15～19歳	1.073	1.073	1.078	0.851	0.851	0.855
20～24歳	1.645	1.645	1.652	1.665	1.665	1.670
25～29歳	1.602	1.603	1.621	1.691	1.690	1.695
30～34歳	1.281	1.282	1.294	1.251	1.252	1.268
35～39歳	0.886	0.886	0.903	0.856	0.857	0.884
40～44歳	0.665	0.665	0.672	0.579	0.579	0.594
45～49歳	0.596	0.596	0.611	0.513	0.513	0.521
50～54歳	0.564	0.564	0.569	0.456	0.456	0.465
55～59歳	0.459	0.459	0.463	0.367	0.367	0.379
60～64歳	0.381	0.381	0.387	0.306	0.306	0.315
65～69歳	0.285	0.285	0.291	0.234	0.234	0.242
70～74歳	0.273	0.273	0.284	0.238	0.238	0.246
75～79歳	0.291	0.291	0.297	0.263	0.263	0.272
80歳以上	0.409	0.409	0.407	0.292	0.292	0.296
5万人以上	0.423	0.423	0.426	0.385	0.385	0.388
0～4歳	0.655	0.655	0.659	0.725	0.725	0.729
5～9歳	0.392	0.392	0.393	0.389	0.389	0.391
10～14歳	0.238	0.238	0.241	0.246	0.246	0.250
15～19歳	0.550	0.550	0.550	0.433	0.433	0.433
20～24歳	1.081	1.082	1.085	1.083	1.083	1.083
25～29歳	1.080	1.080	1.082	1.053	1.053	1.054
30～34歳	0.634	0.634	0.636	0.606	0.606	0.606
35～39歳	0.467	0.467	0.469	0.416	0.416	0.419
40～44歳	0.343	0.343	0.346	0.265	0.265	0.268
45～49歳	0.307	0.307	0.308	0.220	0.220	0.224
50～54歳	0.280	0.280	0.285	0.214	0.214	0.218
55～59歳	0.253	0.253	0.257	0.190	0.190	0.191
60～64歳	0.204	0.204	0.208	0.155	0.155	0.156
65～69歳	0.147	0.147	0.147	0.127	0.127	0.127
70～74歳	0.138	0.138	0.138	0.121	0.121	0.123
75～79歳	0.135	0.135	0.139	0.142	0.142	0.146
80歳以上	0.293	0.293	0.291	0.167	0.167	0.169

(注1) ベイズ推定及び3年間平均を算出するに当たってはH26～H28の3年間

(人口についてはH27及びH28並びにH26及びH29の人口の2分の1)の数値を使用

(注2) H30転入率を算出するに当たっては、当該年及び翌年の1月1日現在の住民基本台帳登録人口の平均値を使用

(注3) 「ガンマ分布」「ベータ分布」「3年間平均」のうち最も平均値が小さい箇所を黒枠で囲んでいる。

参考1 ベイズ推定とは

ベイズ推定とは、前もって利用可能な情報などを事前分布として表現したものに、観測によって得られる標本情報を尤度として乗ずることで、ベイズの定理により決定される事後分布に基づいて推定する方法である。

1 一般論

母数 θ の取り得る値について、あらかじめ何らかの情報が与えられているとき、それを確率分布の形で表現したものを事前分布という。

θ が連続型確率変数である場合に、 θ の事前分布の確率密度関数を $p(\theta)$ とし、また、 θ を与えたときのデータ X の確率密度関数を $f(X|\theta)$ とすると、データの観測値 $X = x$ が与えられたときの θ の条件付き確率密度関数 $p(\theta|x)$ は、ベイズの定理より、

$$p(\theta|x) = \frac{p(\theta) \cdot f(x|\theta)}{\int p(\theta) \cdot f(x|\theta) d\theta}$$

で与えられる。これを θ の事後確率密度関数、その分布を事後分布という。

ここで、分母の正規化定数を無視すれば、 $p(\theta|x) \propto p(\theta) \cdot f(x|\theta)$ となっており、事前分布 $p(\theta)$ にデータの観測値 $X = x$ の情報を θ の尤度関数 $f(x|\theta)$ として乗ずることにより、事後分布 $p(\theta|x)$ が決定されることが分かる。

なお、一般的には、ベイズ推定の計算は複雑であり、MCMC（マルコフ連鎖モンテカルロ法）等が必要となるが、以下の(1)及び(2)のように事後分布が事前分布と同じ分布族に属する「共役」となる場合は、計算が簡単になる。

(1) ベータ分布の場合

事前分布がベータ分布 $Beta(\alpha, \beta)$ であり、データが2項分布に従う確率変数の実現値である場合、すなわち、

$$p(\theta) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} \cdot \theta^{\alpha-1} (1-\theta)^{\beta-1} \quad , \quad B(\alpha, \beta) = \int_0^1 t^{\alpha-1} (1-t)^{\beta-1} dt$$

で、 M は2項分布 $Bin(N, \theta)$ に従う確率変数 \tilde{M} の実現値（ N は既知）である場合

を考える。この場合、事前分布の平均は $\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$ である。

一方、事後分布がどうなるかという、 $\tilde{M} = M$ となる確率は、

$$f(M|\theta) = \binom{N}{M} \theta^M (1-\theta)^{N-M}$$

であり、観測値 M が与えられたときの θ の条件付き確率密度関数は、正規化定数を無視すれば、

$$p(\theta|M) \propto p(\theta) \cdot f(M|\theta) \propto \theta^{\alpha-1} (1-\theta)^{\beta-1} \cdot \theta^M (1-\theta)^{N-M} \propto \theta^{\alpha+M-1} (1-\theta)^{\beta+N-M-1}$$

となることから、 θ の事後分布は再びベータ分布となり、

$$\theta | (\tilde{M} = M) \sim \text{Beta}(\alpha + M, \beta + N - M)$$

であることが分かる。そこで、母数の推定値に、この事後分布の平均を当てると、

$$\theta = \frac{\alpha + M}{\alpha + \beta + N}$$

と推定することができる。

(2) ガンマ分布の場合

事前分布がガンマ分布 $\text{Gamma}(\alpha, \beta)$ であり、データがポアソン分布に従う確率変数の実現値である場合、すなわち、

$$p(\theta) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \cdot \theta^{\alpha-1} \exp(-\beta\theta) \quad , \quad \Gamma(\alpha) = \int_0^\infty t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

で、 M はポアソン分布 $Po(N\theta)$ に従う確率変数 \tilde{M} の実現値 (N は既知) である場

合を考える。この場合、事前分布の平均は $\frac{\alpha}{\beta}$ である (注: ここでのガンマ分布のパラメータ β は本文におけるガンマ分布のパラメータ β の逆数としている。)

一方、事後分布がどうなるかという、 $\tilde{M} = M$ となる確率は、

$$f(M|\theta) = \frac{(N\theta)^M}{M!} \exp(-N\theta)$$

であり、観測値 M が与えられたときの θ の条件付き確率密度関数は、正規化定数を無視すれば、

$$p(\theta|M) \propto p(\theta) \cdot f(M|\theta) \propto \theta^{\alpha-1} \exp(-\beta\theta) \cdot \theta^M \exp(-N\theta) \propto \theta^{\alpha+M-1} \exp\{-(\beta+N)\theta\}$$

となることから、 θ の事後分布は再びガンマ分布となり、

$$\theta|(\tilde{M} = M) \sim \text{Gamma}(\alpha + M, \beta + N)$$

であることが分かる。そこで、母数の推定値に、この事後分布の平均を当てると、

$$\theta = \frac{\alpha + M}{\beta + N}$$

と推定することができる。

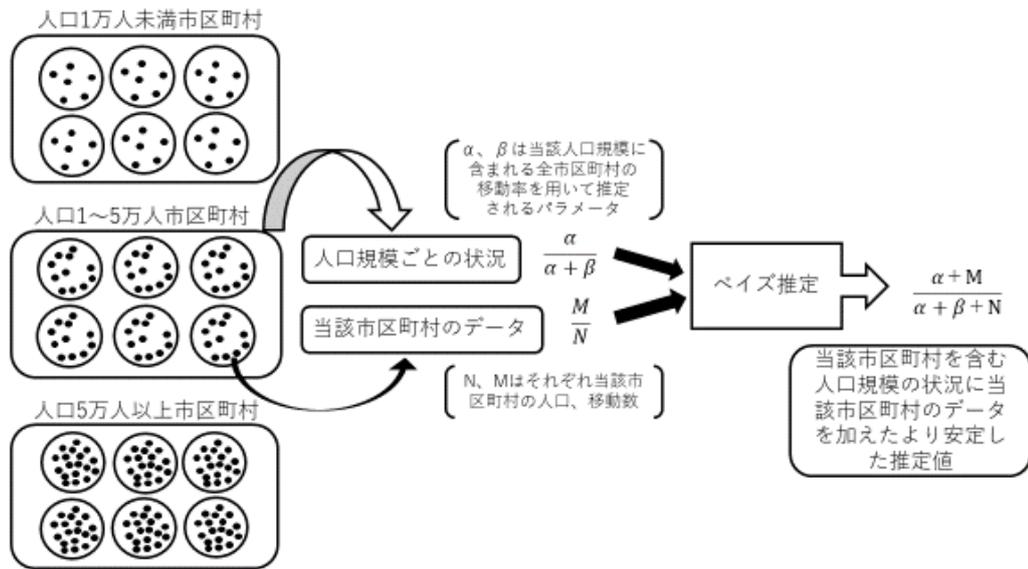
2 市区町村における人口移動率の推計の場合

市区町村のような人口規模の小さい地域における人口移動率の推計においては、当該地域内の観測移動データが少なく、移動率の推定が困難となる場合が生じるという問題がある。これは、移動という事象の発生頻度が低い一方、実際の移動データが「1人単位」でしか観測できないことによっている。この問題は、人口規模が小さい場合に特に顕著である。例えば、本来の移動率を0.05とした場合、人口1万人の地域では本来の移動数は500人であるが、観測移動数に1人増減が出たとしても、移動率推定値は0.0499~0.0501と本来の死亡率からは0.2%の変動しか起こらない。ところが、人口100人の地域で同様に考えると、観測移動数1人の増減は移動率の推定値に0.04~0.06という変動を与え、本来の移動率から20%も変動してしまうこととなる。このような場合、観測データ以外にも対象に関する情報を推定に反映させることが可能な「ベイズ推定」が、移動率推定に当たっての有力な手法となると考えられる。

具体的には、当該市区町村と同レベルの人口規模（やDID人口規模 etc.）を持つ市区町村の移動状況を情報として活用し、これと当該市区町村固有の移動数の観測データとを総合化して、当該市区町村の移動率を推定するという形で「ベイズ推定」を適用することが考えられる。このように「ベイズ推定」の手法を適用することにより、人口規模の小さい地域の移動率推定に特有な移動データの不安定性を緩和し、安定的な移動率推定を行うことを目指すこととする。

次の図は、事前分布をベータ分布とし、移動データが2項分布に従う確率変数の実現値であるとした場合の例である。

図 市区町村別人口移動率（ベイズ推定値）の考え方



参考2

ベイズファクターを用いたモデル評価について

母数 θ の取り得る値について、あらかじめ何らかの情報が与えられているとき、それを確率分布の形で表現したものを事前分布という。

θ が連続型確率変数である場合に、 θ の事前分布の確率密度関数を $p(\theta)$ とし、また、 θ を与えたときのデータ X の確率密度関数を $f(X|\theta)$ とすると、データの観測値 $X = x$ が与えられたときの θ の条件付き確率密度関数 $p(\theta|x)$ は、ベイズの定理より、

$$p(\theta|x) = \frac{p(\theta) \cdot f(x|\theta)}{\int p(\theta) \cdot f(x|\theta) d\theta}$$

で与えられる。これを θ の事後確率密度関数、その分布を事後分布という。

(1) 事前分布がベータ分布の場合

事前分布がベータ分布 $B(\alpha, \beta)$ であり、データが2項分布に従う確率変数の実現値である場合、すなわち、

$$p(\theta) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} \cdot \theta^{\alpha-1} (1-\theta)^{\beta-1}, \quad B(\alpha, \beta) = \int_0^1 t^{\alpha-1} (1-t)^{\beta-1} dt$$

で、 M は2項分布 $Bin(N, \theta)$ に従う確率変数 \tilde{M} の実現値 (N は既知) である場合を考える。

一方、 $\tilde{M} = M$ となる確率は、

$$f(M|\theta) = \binom{N}{M} \theta^M (1-\theta)^{N-M}$$

であることから、ベイズの定理の式の右辺の分母について、 $0 \leq \theta \leq 1$ で積分して周辺尤度を算出した。(この際、一旦対数をとってから指数関数を用いている。)

ここで、 N を各市区町村別の男女別・年齢5歳階級別の「生存延べ人年」(平成26年から29年の各年の年初の住民基本台帳登録人口から計算)、 M を各市区町村別の男女別・年齢5歳階級別の転出者数(平成26年から28年の3年間の合計値)、 α 及び β を、後述の各モデル(モデル1、2及び3)の階層(男女別・年齢5歳階級別)ごとのパラ

メータとする。なお、 α 及び β については、各モデルの階層ごとに、当該階層に属する市区町村の転出率（転出者数÷生存延べ人年）の平均値 E 及び分散 V から逆算する。

($\alpha = E(E(1-E)/V-1$ 、 $\beta = (1-E)(E(1-E)/V-1)$)

【モデル 1】総人口（住民基本台帳登録人口）が 1 万人未満（生存延べ人年と同様の計算による。以下同様。）（497 市区町村）、1 万人以上 5 万人未満（691 市区町村）、5 万人以上（551 市区町村）の 3 階層から構成（全 1739 市区町村）

【モデル 2】総人口が 5000 人未満（253 市区町村）、5000 人以上 3 万人未満（693 市区町村）、3 万人以上（793 市区町村）の 3 階層から構成（全 1739 市区町村）

【モデル 3】総人口にかかわらず全ての市区町村から構成（1739 市区町村）

モデル 1 とモデル 2 に属する市区町村の男性の転出率について年齢 5 歳階級別に、同一の市区町村ごとにモデル 1 により計算した周辺尤度とモデル 2 により計算した周辺尤度の比（ベイズファクター）を計算した（表 4）。ベイズファクターの値については 25～29 歳、35～39 歳及び 80 歳以上の階層を除き、モデル 1 がモデル 2 よりも良好な数値（1 以上）を示している市区町村数が多いが、実質的な意味（3.2 以上）がある市区町村数は、5～9 歳、15～19 歳を除き 10 以下となっている。

モデル 1 とモデル 3 に属する市区町村の男性の転出率について年齢 5 歳階級別に、同一の市区町村ごとにモデル 1 により計算した周辺尤度とモデル 3 により計算した周辺尤度の比（ベイズファクター）を計算した（表 5）。ベイズファクターの値については、すべての階層においてモデル 1 がモデル 3 よりも良好な数値（1 以上）を示している市区町村数が多いが、実質的な意味（3.2 以上）がある市区町村数は、10～14 歳、45～49 歳を除き 10 以下となっている。（一方で、モデル 3 が実質的な意味（0.3 未満）を持つ市区町村数は、30～34 歳及び 80 歳以上を除く全ての階層で 10 以上となっている。）

(2) 事前分布がガンマ分布の場合

事前分布がガンマ分布 $Gamma(\alpha, \beta)$ であり、データがポアソン分布に従う確率変数の実現値である場合、すなわち、

$$p(\theta) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \cdot \theta^{\alpha-1} \exp(-\beta\theta) \quad , \quad \Gamma(\alpha) = \int_0^\infty t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

で、 M はポアソン分布 $Po(N\theta)$ に従う確率変数 \tilde{M} の実現値 (N は既知) である場合を考える (注: ここでのガンマ分布のパラメータ β は本文におけるガンマ分布のパラメータ β の逆数としている。)

一方、 $\tilde{M} = M$ となる確率は、

$$f(M|\theta) = \frac{(N\theta)^M}{M!} \exp(-N\theta)$$

であり、ベイズの定理の式の右辺の分母について、 $0 \leq \theta \leq \infty$ で積分して、周辺尤度を算出した。(この際、一旦対数をとってから指数関数を用いている。)

ここで、 N を各市区町村別の男女別・年齢 5 歳階級別の「生存延べ人年」(平成 26 年から 29 年の各年の年初の住民基本台帳登録人口から計算)、 M を各市区町村別の男女別・年齢 5 歳階級別の転出者数(平成 26 年から 28 年の 3 年間の合計値)、 α 及び β を、上記 (1) のモデル 1 の階層 (男女別・年齢 5 歳階級別) ごとのパラメータとする。なお、 α 及び β については、各モデルの階層ごとに、当該階層に属する市区町村の転出率 (転出者数 ÷ 生存延べ人年) の平均値 E 及び分散 V から逆算する。

($\alpha = E^2/V$ 、 $\beta = E/V$)

(1) のモデル 1 に属する市区町村の男性の転出率について年齢 5 歳階級別に、同一の市区町村ごとに (1) のモデル 1 について事前分布をベータ分布として計算した周辺尤度と、同一の市区町村ごとに (1) のモデル 1 について事前分布をガンマ分布として計算した周辺尤度の比 (ベイズファクター) を計算した (表 6)。ベイズファクターの値については、すべての階層においてガンマ分布の方がベータ分布よりも良好な数値 (1 未満) を示している市区町村数が多くなっているが、実質的な意味 (0.3 未満) がある市区町村数は、4 以下となっている。

表4

(人口1万人未満、1万～5万人未満、5万人以上) と (人口5千人未満、5千人～3万人未満、3万人以上) の比較 (ベータ分布)

ベイズファクター の値	0～4歳	5～9歳	10～14歳	15～19歳	20～24歳	25～29歳	30～34歳	35～39歳	40～44歳
0.1以下	0	0	2	3	8	7	1	0	0
0.1～0.3	1	2	6	7	7	3	0	2	2
0.3～0.6	7	179	161	214	7	8	11	12	12
0.6～0.9	337	299	314	276	528	320	277	310	375
0.9から1	345	211	166	101	311	607	557	571	396
1から1.1	732	611	649	214	433	279	546	575	550
1.1から1.4	290	399	324	877	110	485	310	228	377
1.4から1.7	7	14	96	11	236	18	19	22	7
1.7から3.2	17	13	12	19	91	10	15	16	17
3.2から10	2	6	7	11	4	1	2	3	1
10超	1	5	2	6	4	1	1	0	2
合計	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739

ベイズファクター の値	45～49歳	50～54歳	55～59歳	60～64歳	65～69歳	70～74歳	75～79歳	80歳～
0.1以下	0	0	0	1	0	0	0	0
0.1～0.3	2	3	3	3	4	1	1	0
0.3～0.6	13	16	12	120	114	11	2	9
0.6～0.9	399	458	418	198	162	262	264	319
0.9から1	306	254	356	435	482	513	531	607
1から1.1	568	558	414	355	581	602	602	415
1.1から1.4	411	406	499	594	370	321	321	357
1.4から1.7	20	19	18	14	8	12	12	12
1.7から3.2	14	20	15	12	13	14	3	14
3.2から10	4	2	1	3	4	2	2	5
10超	2	3	3	4	1	1	1	1
合計	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739

表5

(人口1万人未満、1万～5万人未満、5万人以上) と (全市区町村) の比較 (ベータ分布)

ベイズファクター の値	0～4歳	5～9歳	10～14歳	15～19歳	20～24歳	25～29歳	30～34歳	35～39歳	40～44歳
0.1以下	1	6	7	10	18	7	2	3	5
0.1～0.3	14	14	10	9	14	5	2	14	17
0.3～0.6	40	26	15	18	21	22	16	35	41
0.6～0.9	415	407	342	383	416	488	397	438	374
0.9から1	167	76	92	70	78	145	299	122	115
1から1.1	151	44	49	41	72	151	303	133	121
1.1から1.4	669	131	110	93	312	894	701	951	732
1.4から1.7	267	148	123	142	477	10	7	19	304
1.7から3.2	14	885	889	965	322	9	11	17	24
3.2から10	1	2	98	4	5	5	1	6	4
10超	0	0	4	4	4	3	0	1	2
合計	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739

ベイズファクター の値	45～49歳	50～54歳	55～59歳	60～64歳	65～69歳	70～74歳	75～79歳	80歳～
0.1以下	5	4	5	3	2	3	1	1
0.1～0.3	14	12	8	8	11	13	10	7
0.3～0.6	41	37	28	28	27	17	22	30
0.6～0.9	387	369	380	425	438	363	331	345
0.9から1	93	110	117	111	113	146	186	152
1から1.1	100	107	117	86	136	104	142	138
1.1から1.4	708	699	838	423	605	560	842	712
1.4から1.7	354	369	217	586	397	525	194	296
1.7から3.2	25	22	20	63	8	6	10	53
3.2から10	12	9	6	5	2	2	1	5
10超	0	1	3	1	0	0	0	0
合計	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739

表 6

(人口1万人未満、1万～5万人未満、5万人以上) (ベータ分布) と (同) (ガンマ分布) の比較

ベイズファクター の値	0～4歳	5～9歳	10～14歳	15～19歳	20～24歳	25～29歳	30～34歳	35～39歳	40～44歳
0.1以下	0	0	0	3	0	1	0	0	0
0.1～0.3	0	0	0	0	4	1	1	0	0
0.3～0.6	0	1	0	0	6	5	0	0	0
0.6～0.9	3	1	5	410	13	9	10	10	7
0.9から1	1016	1234	1249	1000	1180	997	1019	1122	1197
1から1.1	720	503	485	315	523	720	708	607	535
1.1から1.4	0	0	0	11	12	4	1	0	0
1.4から1.7	0	0	0	0	0	2	0	0	0
1.7から3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2から10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10超	0	0	0	0	1	0	0	0	0
合計	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739

ベイズファクター の値	45～49歳	50～54歳	55～59歳	60～64歳	65～69歳	70～74歳	75～79歳	80歳～
0.1以下	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1～0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3～0.6	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6～0.9	3	4	4	3	0	0	0	0
0.9から1	1200	1228	1232	1261	1265	1243	1148	1071
1から1.1	536	507	503	475	474	496	591	668
1.1から1.4	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4から1.7	0	0	0	0	0	0	0	0
1.7から3.2	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2から10	0	0	0	0	0	0	0	0
10超	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739	1739