

(1) 将来人口推計の基本的性質

金子 隆一
三田 房美

はじめに

少子高齢化が進み人口減少の過程を開始するわが国において、社会経済施策立案における将来推計人口の重要性の高まりはかつてないものである。たとえば、世代間の支えあい
を基礎とする現代の社会保障制度にとって、人口高齢化がもたらす日本人口の年齢構造転換は、その基盤や理念自体を揺るがす事態となるだろう。このような日本社会の将来的課題の検討に要する定量的な情報提供は、将来推計人口によってもたらされてきた。ところが、一方では、世界的にも「第二の人口転換」とも呼ばれる歴史的で前例のない少子化、長寿化が進行しており、こうしたライフコース変化のうねりは今後の人口動態の見通しをきわめて困難なものとしている。グローバル化、国際化にともなう国際人口移動の動向も、変動の振幅を広げており、今後はわが国の人口動向においても重要な要因となるに違いない。

こうした中、国立社会保障・人口問題研究所は、平成 18 年 12 月に平成 17 年国勢調査の結果を基にした『日本の将来推計人口』を公表した¹。日本の将来推計人口は、わが国の将来の出生、死亡、ならびに国際人口移動について仮定を設け、これらに基づいて将来の人口規模および年齢構成等の人口構造の推移について推計を行ったものである。その結果によれば、今後わが国は、少なくとも半世紀以上にわたる人口の恒常的減少過程に入り、すでに世界一となっている高齢化率は引き続き上昇し、数十年のうちに倍増することが見込まれている。一国レベルにおけるそのような人口状況は、歴史上経験されたことはなく、わが国は世界の先頭に立って人類未踏の領域を進んで行くことになる。

このように人口状況に関する定量的な情報を提供するのが将来推計人口の役割であり、とりわけ上記の「日本の将来推計人口」は公的な統計資料として、各種の制度設計、施策計画の基礎として利用されている。しかし、将来社会を構想する際の基準ないし指針を得るものとして、将来推計人口を用いようとするとき、その予測としての信頼性についてどのように考えればよいであろうか。近年、将来人口推計は当たらないといわれているが、だとすると、将来の社会経済の計画を立てる上で誤った選択をすることにならないだろうか。そもそも、将来推計人口とは何であり、それを適切に、あるいは有効に用いるために必要なことは何であろうか。

本稿においては、こうした基本的な問に答えるために、将来推計人口の基本的な性質について考察し、その後に将来推計人口の見方について紹介して行きたい。そして、最後に

¹ 国立社会保障・人口問題研究所『日本の将来推計人口－平成 18(2006)～67(2055)年－附：参考推計 平成 68(2056)～117(2105)年』(平成 18 年 12 月推計)、平成 19 年 3 月。

は将来人口推計の歴史をひも解き、その成り立ちからも本質に迫りたい。

1 将来推計人口の基本性質

(1) 将来人口推計とは

将来人口推計 (population projection) とは、どのようなものであろうか²。将来人口推計とは、一言でいえば、将来の人口規模と構造の変化に関する計量的情報を提供するシミュレーションの一種と考えられる³。将来人口推計は、一般に施策計画やマーケティング計画の立案、評価に際して、人口規模および人口構造に関する基準を与える目的で行われる。たとえば、一国の将来の社会保障 (年金制度、医療制度、世代間の公平性)、経済 (労働力供給、市場規模縮小・構造の変化、国際競争力の低下)、技術革新、ならびに文化の維持などは、その時期の人口規模、年齢構造に大いに依存している。とりわけ人口増加から減少への歴史的転換と、急速な人口高齢化が見込まれるわが国の場合には、それら人口変動の社会経済への影響は比類のないものであり、将来推計人口は、制度改革等に際して必要不可欠な基礎資料を与えるものである。その際には、将来推計人口の策定についてのみならず、その利用においても後述するような一定の基礎的知識と技術が必要となる。

上述のように、将来人口推計は社会経済の将来計画と密接な関係があることから、各国とも中央政府等の計画に責任を持つ機関によって行われることが一般的である。また、世界人口あるいは国際地域の人口の将来推計は国連、世界銀行などいくつかの代表的な国際機関によって行われている。わが国においては、国立社会保障・人口問題研究所が、国勢調査の期日に合わせてほぼ5年ごとに公的な将来推計人口を策定し、公表している。これには全国人口将来推計の他、都道府県別人口、市区町村別人口、世帯数の推計が含まれている。

(1) 公的推計の要件

将来推計人口は、国や自治体による諸制度ならびに諸施策立案の基礎資料として用いられるのをはじめとして、広範な分野において利用されている。そのため、それは多様な目的をもって用いられていると考えられ、推計が特別な意図や考え方に基づいて作成されたものであることは望ましくない。すなわち、公的な将来推計人口には、可能な限り恣意性を廃した客観性、中立性が求められる。

それでは、いかにしたら客観的で中立な推計が可能となるであろうか。一言でいえば、そのためには、正確なデータを用い、科学的な手法によって推計を行わなくてはならない。

² 将来推計人口は推計された人口を指し、これを推計することを将来人口推計ということにする。

³ 将来人口推計 population projection は、人口過程要素 (出生、死亡、移動など) に関する一定の仮定の帰結としての人口推移を提供する。一方、人口予測 population forecast は、無条件に将来の人口がどうなるかについて述べるものである (Keyfitz 1972)。これらの区別の必要性については、(3)節において検討する。

現状で求め得る最良のデータと最良の手法を組み合わせ用いることができれば、現時点における最も客観的な推計が行えることになるだろう。そして最良のデータと科学的手法を得るためには、一方では国際的視野に根ざした高い専門性の行使と、他方ではそれをユーザに正確に伝える説明責任の遂行が要求される。こうした状況の実現が公的な推計を行う上で、一つの目指すべき方向であると考えられる。

(2) 予測としての将来人口推計

一方で、将来推計人口は、当たることが最も重要な特質なのではないかという見方もあるだろう。将来の社会経済の計画を立てる上で、基礎となる人口が外れていたら、誤った選択をすることになるだろう。だから将来人口推計は、できるだけ正確に将来を言い当てることを目指すべきではないか。これは自然な見方だが、推計の指針として適切かどうかは、もう少し考えてみる必要がある。このことを論じるためには、まず社会科学にとって予測とは何かという問題にふれる必要がある。

人口変動を含め、社会科学が対象とする事象について予測を行うということは、未来を言い当てるといふ種類の予測、すなわち予報 (forecast) をするということとは異なる。天体の運行や天候などと違って、社会経済は人間が変えて行くものであるから、現在において定まった未来というものは存在しない。したがって、科学的にそれを言い当てるといふ行為もあり得ないだろう。すなわち、将来の社会経済は、われわれが今後にとる行動しだいで無数の展開の可能性がある、これを予測するということは、標本から母集団の平均値を推定するといった操作とは本質的に異なるものである。すなわち、推定すべき真の値はわからないのではなく、(まだ) 存在しないのである。そして、何よりわれわれは、しばしば望ましくない予測が実現しないように行動する。

したがって、一般に社会科学における科学的予測とは、結果として将来を言い当てることに役割があるのではなく、科学的妥当性のある前提の下に、今後何が起こるかを示すことを機能としている。将来人口推計についても、まったく同様である。そして、その前提には、人口動態事象 (出生、死亡、人口移動) に関する現状と趨勢が用いられることになる。

(3) 投影としての将来人口推計

ちなみに、各国の将来人口推計について見ると、ともに正式な名称には、projection (投影) という言葉が用いられている。本来この言葉は、手元にある小さな物体に光を当て、前方のスクリーンに拡大投影して細部を明らかにするという行為を指す。すなわち、将来人口推計は、直近の人口動態に隠された兆候を、将来というスクリーンに拡大投影して詳細に観察するための作業であるということの意味している。実際、「日本の将来推計人口」においても、人口動態の現状と趨勢を実績データの分析によって詳細に把握し、これを将来に向けて投影することによって仮定値を得ている。この仮定値に基づいて推計されたの

が日本の将来推計人口である。すなわち、日本の将来推計人口は、現在わが国が向かっている方向にそのまま進行した場合に実現するであろう人口の姿を示しているといえる。したがって、たとえば実際の推移が将来推計人口と異なる動きを示したとすれば、それは前提に含まれない新たな変化か、あるいは趨勢の加速、減速等のペースの変化が存在することを示している。こうした変化をいち早く見出すことも、実は将来推計人口の役割である。

(4) 将来人口推計の役割に関するコーエンの考え

ここで、将来推計人口の役割とは何であろうか。もし将来推計人口が予測と呼ばれるものであるなら、われわれはこれを用いて、その予測が実現し、社会経済に対して悪影響が及ぶ以前に、これに対して様々な準備を行い、そうした影響が実現しないように努力することが可能となる。おそらくこれが、一般社会において将来推計人口に期待される第1の役割であろう。しかし、場合によっては、そうした望ましくない人口変動を事前には正すことで、予測が実現しないようにする事も可能なはずである。この場合、人口変動の予測は実現しないが、これは予測を失敗し、期待した役割を果たせなかったということであろうか？

実は「予測」にはいくつかの種類が考えられる。たとえば、コーエン J. Cohen は、無条件予測と条件付予測とを分けている。無条件予測とは、たとえば(彼自身の例によれば)「私はこれから金槌で親指をたたくので痛いだろう」という予測である。この場合、親指がたたかれることが予測されており、その結果として痛みが生ずる。したがって、この予測の受け手は覚悟が必要となる。一方、条件付予測とは、たとえば「もし私の親指を金槌でたたけば痛いだろう」というもので、実際にたたく保証はない。これは打撃と痛みとの直接的な関係性を予測しているに過ぎないが、万一前提が満たされれば確実な帰結が待っている。この分類に従うと、現在の世界で行われている将来人口推計は、将来の出生率、死亡率、および移動率の推移を条件(仮定)とする条件付予測に当たる。すなわち、それら仮定に対する確実な帰結としての人口変動を予測している。この条件付予測のことをわれわれは「推計(または投影) projection」という言葉で表現している。しかし、一般ユーザーの間においては、推計は上述のように無条件予測と理解されることが多い。すなわち、実現すべき人口の将来像として期待されるのである。この期待に対して、将来人口推計は無力であろうか。コーエンは、条件付予測は微力なようだが、実際には非常に強力な道具であると述べている。

人口推計 projection の条件付予測としての本来の役割は、人口動態事象(出生、死亡、移動)の現状、あるいは現状から想定される推移の意味するものを、実際に将来の人口の姿に翻訳(または投影)して示すことである。すなわち、合計特殊出生率 1.29、平均寿命、男 78.6 年、女 85.6 年とは、どれほどの高齢化人口を意味するか、といったことについては、われわれ人間はそれを実際の人口の姿に変換してみなければ理解できない。本来の推計の役割は、まさにこの投影の機能にあり、われわれはそこから多くの有用な情報を得るので

ある。これがコーエンの言う強力な道具ということの意味である。ただし、いかに強力であっても、現状から想定した将来の人口動態事象発生が正確な「予測」でないかぎり、推計が無条件予測となることはない。したがって、当然この条件付予測を、無条件予測として提示することは許されない。とすれば、提示者はそのような理解をしようとするユーザに対して、これを正す説明責任を有するであろう⁴。

一方で、将来人口推計（とりわけ公的人口推計と呼ばれるもの）において、一般におけるこの無条件予測としての期待を単に一蹴することは正当なことだろうか。これは科学一般における社会的責務とその限界との関係の典型的な問題である。上述のように、将来人口推計においては、仮定値自体が予測と呼べるなら、その人口推計全体は予測になり得る。ただし、現状では将来の動態率の科学的予測が原理的に可能なことなのかどうかすら明らかではなく（社会科学における予測全般について同じことが言える）、これを予測、あるいは予測を意図した計算値とすら呼ぶべき状況ではないと思われる。仮定値の予測は突き詰めれば社会経済全般の予測そのものであり（後述－2(1)）、これは人口統計学の分野を大きく超えた社会科学と生物医学の領域全般に及ぶ課題である。しかし、仮定値の算出方法について現状における科学的妥当性を求め、推計を「科学的予測」に近づけるための努力の余地は存在する。この努力によって、将来人口推計の役割を「推計（投影）」から「予測」に至る中間のどこか、ただし原理的な科学的限界の内側のどこか、に置くことが、一般から科せられた社会的責務を果たすことと考えられるだろう。

(5) 公的な将来推計人口の捉え方

さて、以上では無条件な将来の予測と、一定の前提に基づいた推計、とりわけ投影との違いについて考えた。しかしそれでは、将来推計人口は予測として用いることはできないのであろうか。実は、それはすべて前提（仮定）の捉え方に依存する。すなわち、前提が予測として認められるのであれば、その帰結である将来推計人口も予測となり、逆に前提が単なる仮想であれば、結果としての推計人口も仮想のものとなるはずである。それではわが国の将来人口を予測しようとする場合、どのような前提を考えればよいであろうか。

その際、正確な実績データを基にした前提以外は、どのような形であれ結局は恣意性を含んでいるといえるだろう。そして、実績データを基にする仮定設定法の中では、主要な変動要素の趨勢を将来に投影する方法は、最も自然で、それゆえ客観的な仮定の設定法といえるのではないだろうか。日本の将来推計人口もこうした考え方に基づいて行われている。すなわち、現在われわれは、人口の「予測」についてもこうした客観性を超える望ましい基準を有していない。したがって、日本の将来推計人口は、一方では、現在実績データが示すわが国の向かう方向にそのまま進行した場合という、前提条件付きの人口の姿と

⁴ 推計された人口変動を確率的に表現するなど、その不確実性を明示することは、ユーザの推計に対する正しい理解に役立つだろう。ただし、現在不確実性の実体に何を選ぶかは多種多様であり、この確率が何を意味するかをめぐり新たな誤解を生む可能性は高い。

捉えつつも、同時に現在においては最も客観的な人口の将来像という二面性を合わせ持っている。

(6) 社会経済動態との関係

公的な将来人口推計において、社会経済要因や政策要因の効果を明示的に含めるべきであるとの議論がある。これに対しては、昨年度の報告の中で詳しく論じた。それは以下の4つの理由から、現在においては必ずしも望ましくないというものであった。

1. 公的推計の役割による理由
2. 要因の多様性による理由
3. 要因効果の定量的測定の困難による理由
4. 要因の予測性の困難による理由

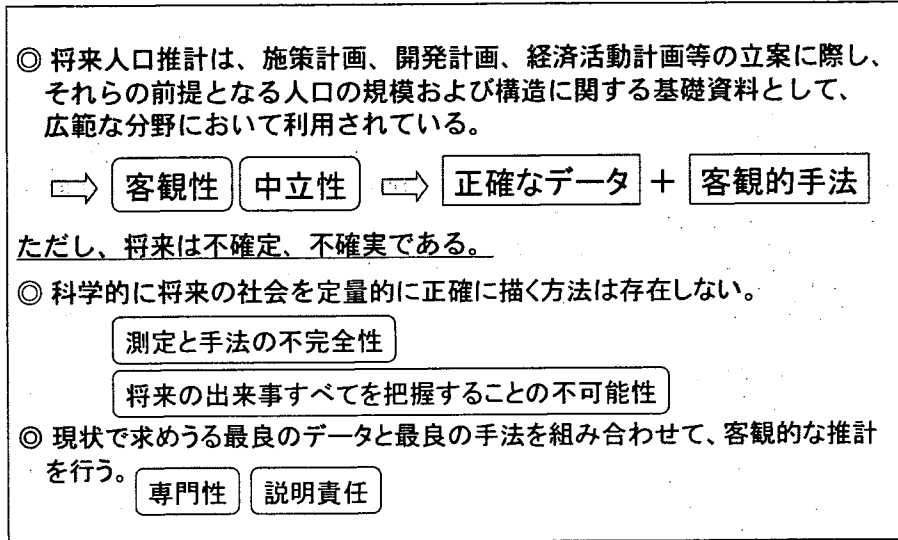
以下に少し詳しく論じてみよう。

【1. 公的推計の役割による理由】

公的な将来推計人口は、一方で国の施策立案、制度設計の基礎資料となり、他方で一般国民の間においても広範な目的に用いられる。すなわち、将来推計人口は広範な領域の目的に対して将来の人口、あるいは将来の社会を論ずる際の基準として用いられるものである。したがって、公的将来推計人口の最も重要な要件は、客観性および中立性であり、わずかでもこの要件を満たさない推計は恣意的な算定として、国民共通の基準としての役割を果たさないと考えられる。

このため公的将来推計人口は、客観的データに基づいて、科学的手法を講じたものでなくてはならない。現在の科学的な視点からは、将来人口推計は、人口の無条件な「予測」を試みているのではなく、「投影」すなわち推計時点で入手し得る実績データに基づき、人口学的な変数間の関係について得られている規則性、法則性、数理モデル等の知見を駆使して、それらの変数や人口の将来のあり得る姿を導く「条件付予測」に相当する（図1）。したがって、推計結果は人口学に基づいて科学的、客観的に人口投影された結果であり、何らかの政策目標を含んだものでもなければ、今後行われるであろう施策の効果を見込んだものでもない。こうした中立性によってのみ、さまざまな可能性を持った未知の将来人口、ひいては将来社会について検討、議論する材料、あるいは基準点を提供できるものと考えられる。また、そのような客観性によって、今後実績人口ならびその要素が推計とは異なった動向を示した際に、変化の特異性をいち早く見出すことが可能となる。

図1 公的な将来人口推計の役割と性格



以上の公的将来推計人口の役割による理由から、将来の人口、および人口動態事象の推移に関して、客観的の投影の困難な社会経済的変数や政策目標や施策実施効果等の恣意性を含んだ仮定に基づく推計は、公的推計の役割とは相容れない。

【2. 要因の多様性による理由】

一般に人口変数（たとえば出生率）は、多くの社会経済変数と関係を持ち（たとえば、産業構成、進学率～学歴構成、女性の就業率、育児支援施設・制度の普及率、男女観、異性交際状況、出生抑制手段の普及率、教育費用、等々）、またそれら要因間においても複雑な関係を有しているため、その人口変数に対する効果は相乗的、複合的なものとなっている。それらの効果ならびに複合的効果をすべて勘案することは事実上不可能である（いわゆるフレーム問題である）。こうした場合、通常モデリングではその中で有力な単独の、あるいは少数の要因を取り込むことになるが、現在知られている人口変数と社会経済変数との複雑な関係からして、そのような少数の要因を絞り込むことは難しいし、また、もしこれを行うとすれば、その選択において恣意性が混入することは避けられない。政策要因を考えた場合でも、たとえばそれは背景にある社会経済的要因によって効果は大いに異なることが考えられる。したがって、要因の多様性、複合性による理由から、公的将来推計人口には、特定の社会経済的要因効果、または政策効果を取り入れることは、中立性・客観性を損なうこととなると考えられる。

【3. 要因の定量的効果測定の困難による理由】

仮に科学的な捨象によって有力な社会経済的要因を特定できたとして、それらの社会経済変化や政策効果を人口推計に織り込む場合には、それらと人口変数（たとえば出生率）との因果関係に基づく定量的関係を把握しなくてはならないが、十分に信頼性の高い定式化を得ることは、現在の統計技術ならびに用いることのできるデータの制約の下で、非常に困難であるといえる。というのは、これまで過去において分析・計量されたほとんど定式

化は、必ずしも因果関係ではなく相関関係に基礎を置いており、それらは科学的見地からすると、過去の状況を「説明」することはできても、将来について「予測」をすることには耐えない場合がほとんどである。この点に関しては、今後のパネル型統計調査等によるデータ面での情報整備、ならびにこれらに基づくモデル・理論面の発展に依存する面が大きく、研究の深化により漸次改善が期待される場所である。ただし、現状においては将来人口推計が依拠できるような社会経済変数と人口変数との間の明確な因果関係やモデルはほとんどなく、この点でも社会経済変数、政策変数を人口推計に取り入れることは有効ではないといえる。

【4. 要因の予測性の困難による理由】

仮に、上記1～3までの理由が解消され、特定の社会経済変化や政策効果と人口変数の関係の十分な精度の定式化に成功したとしても、これを用いて将来人口推計を行うためには、当該の社会経済変化や政策の将来予測を行わなくてはならない。これを十分な精度で行うことは、人口変数の投影を単独で行うことより遥かに困難である場合が多いであろう。また多くの場合、人口変数から受けるフィードバック効果等⁵があり、現在用いられている線形性を基礎とした統計モデルでは不十分であることが考えられる。すなわち、社会経済変化や政策の将来予測を含む将来人口推計は、現在の統計モデルの枠組みを用いる限りむしろ不安定なものとなる可能性が高い。

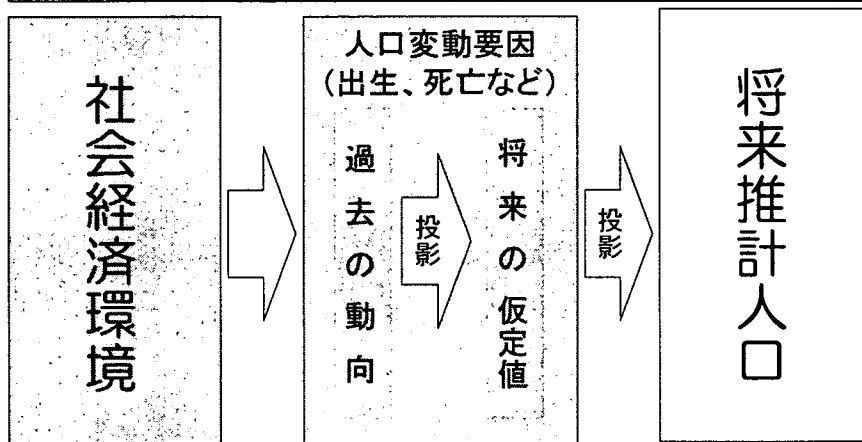
以上のような4つの理由から、現在において将来人口推計に社会経済的变化や政策効果を明示的に導入することは、困難であり有効とはいえないことがわかる。現に諸外国の公的将来人口推計においても、社会経済的变化や政策効果を勘案した推計は行われていない。

ただし、現行の公的な将来推計人口において、社会経済的な変化が反映されていないと考えることもまた誤りである。将来推計人口の前提となる人口動態事象（出生、死亡ならびに人口移動など）の仮定的推移は、これらの過去の推移を表す実績データに基づいて投影・設定が行われるが、これらの過去の推移はすでに社会経済的な要因群、すなわち社会経済的環境の総合的变化を反映しており、これを投影した結果はやはり社会経済的環境の変化を間接的に投影したものといえる（図2）。

⁵ 人口から社会経済へのフィードバック効果としては、マクロ的効果として、人口構造の変化にともなう経済・社会保障制度への影響、ミクロ的効果として、結婚・出生・世帯の変化など個人のライフコース変化にともなう社会経済行動の変化が考えられる。

図2 公的な将来人口推計における社会経済環境の反映

- ◎ 社会経済環境の過去の趨勢は、観測された人口学的データの変化に反映される。
- ◎ 将来人口推計は、そうした人口学的データや指標を投影することによって行われる。



ここで一つ注意しなければならないことは、以上の議論はあくまでも国民共通の基準として客観性、中立性を要件とする「公的な将来推計人口」に関するものであり、研究的立場あるいは企画的意図から種々の仮定に基づくシミュレーションとしての人口推計を行うことは、その結果から多くの示唆を得ることが期待できるので、有効であると考えられる点である。重要な点は、これらのいわば恣意的な仮定に基づくシミュレーションと、基準としての公的な将来推計人口との混同を避け、その目的や基本的性格に関して、両者を完全に峻別することである。もちろん、公的な将来推計人口は、民間等の機関をはじめ、どのような立場においても行うことは可能であるが、その際、その目的ならびに基本的性格（特定の恣意的な仮定に基づくシミュレーションか否か）について明確な位置づけを行うことが重要である。そもそも将来人口推計の本来の意義は、ユーザによる使われ方に依存するものであると考えられるので、ユーザに対してその基本的性格や手法・前提について十分に説明を行うことは、提供者の責任と考えられる。

さらに、この問題に関して、一般に在る根強い誤解は、仮に断片的であってもより多くの知見を投入することは、しないことに比べて結果も有用であり、また正確であるはずだ、とするものである。たしかに、使用する情報量が増えるのであるから、より優れていると考えるのは自然である。しかし実際には、これは自動車の性能を向上させるために、不純物を多量に混入した燃料を用いることと、純度を高めたガソリンを用いることを比較しているのに似ている。投入されたデータはこれを有効に活用するモデルやシステムが存在してはじめて、有効に働くと考えられる。将来人口推計等においてもその有用性や信頼性は、入力データの量や多様性に依存するのではなく、むしろそのシステムに適合したデータの質に依存する面が大きいと考えられるのである。

今後は、将来人口推計と社会経済要因、政策要因との関係に関するこうした正しい理解

の下で、それらの要因と人口推計の要素となる人口変数との因果的な定量関係の把握、ならびにシステムとしての成り立ちの把握の研究を深めて行く必要がある。

2 将来推計人口の見方について

1) 将来推計人口の基本的な捉え方

以上に見てきた将来推計人口の基本性質を踏まえて、その見方についてまとめてみよう。一般に将来推計人口は、将来社会を構想する際の基準ないし指針を得るものとして用いるものである。その際、日本の将来推計人口は、現在社会が向かっている方向にそのまま進行した場合に実現するであろう人口の姿として捉えることができる。また、その前提が予測として認められるのであれば、将来推計人口は、将来実現すべき人口の予測として捉えることもできる。逆に認められないのであれば、将来推計人口は一つのシミュレーション結果に過ぎない。ただし、推計の前提は実績データの趨勢を投影したものであるから、恣意性が少ないという観点からは、現状において最も自然で客観的な将来像であるといえる。

したがって、将来推計人口は、さまざまな展開の可能性のある将来について考える上で共通の基準、または拠り所として扱うことが最も適切な利用方法であると考えられる。社会における多くの施策計画や市場計画の立案が、共通の将来人口に基づいてなされていることは、それらの整合性を図り、比較可能性を保つ上で、たいへん有利なことと考えられるのである。

2) 推計の不確実性と複数仮定による推計の見方

将来推計人口には、いくつかの種類の不確実性が付随する。大きく二つに分けると、基とした実績データや統計的手法に由来する不確実性と、仮定した推移の実現性に関する不確実性である。まず、前者について見よう。「日本の将来推計人口」の仮定値は、実績データの趨勢を投影した得たものであるが、趨勢の捉え方によって投影結果は必ずしも一意には決まらず、一定の幅として捉えられる。これが出生3仮定、死亡3仮定が生ずる理由である。

出生仮定については、女性の世代ごと結婚、出生行動に関する4つの指標の趨勢が測定され、将来に向けて投影されるが、それぞれについて幅が設けられ最も高い出生率を帰結する値の組み合わせで高位仮定が、逆に低い出生率を帰結する組み合わせで低位仮定が決められている(表1)。

表1 日本の将来推計人口（平成18年12月推計）における
出生率要素4指標の仮定値

女性の出生率要素の指標	実績値 1955年 生まれ	将来推計人口の出生仮定値 1990年生まれ		
		中位仮定	高位仮定	低位仮定
(1) 平均初婚年齢	24.9 歳	28.2 歳	27.8 歳	28.7 歳
(2) 生涯未婚率	5.8 %	23.5 %	17.9 %	27.0 %
(3) 夫婦完結出生児数	2.16 人	1.70 人	1.91 人	1.52 人
(4) 離死別再婚効果係数	0.952	0.925	0.938	0.918
コーホート合計特殊出生率 (日本人女性の出生に限定した率)	1.94	1.26 (1.20)	1.55 (1.47)	1.06 (1.02)

注：出生率要素の指標は、すべて日本人女性の結婚・出生に関する値（日本人男性を相手とする外国人女性の結婚、ならびに日本人男性を父とする外国人女性の出生を含まない）。ただし、合計特殊出生率は、「人口動態統計」の定義であり、日本人女性の出生に限定した値は（ ）内に示した。離死別再婚効果係数とは、離死別・再婚による出生児数の変動を表わす係数で、離死別・再婚が一切ない場合に1.0となる。

資料：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成18年12月推計）」

一方、死亡仮定は、従来は安定的と考えられ、長らく1仮定であった。しかし、近年の死亡率推移に関する分析から、平成18年12月推計では不確実性を表現することとし、死亡水準を表す時系列指標⁶の実績推移に内在する統計的誤差の分布に従い、信頼区間(99%)を算出し、その高死亡率側の境界を高位仮定、低死亡率側の境界を低位仮定としたものである。

上記、出生3仮定、死亡3仮定の組み合わせにより、平成18年12月推計では、9つの推計結果が提供されている。これらを用いることによって、ある程度の推計結果の不確実性に対処することができる。すなわち、中心的な推計となる出生中位・死亡中位推計を基準としながらも、仮定に用いた変数の現状の趨勢から投影される限界幅を見込むことで、目的に応じた一定の安全幅を設けることができる。

ここで、異なる仮定の組み合わせによる推計結果を比較すると、人口規模は出生高位・死亡低位推計が最も多く推移し、出生低位・死亡高位推計が最も少なく推移する。2055年における人口規模の幅は、1,715万人であり、出生中位・死亡中位推計結果の19.1%に相当するものであった。しかし、人口高齢化の程度を示す高齢化率(65歳以上人口割合)は、出生低位・死亡低位推計が最も高く推移し、逆に出生高位・死亡高位推計が最も低く推移する。2055年における高齢化率は7、前者で44.4%、後者では36.3%であり、8.1ポイント

⁶ リー・カーター・モデルにおけるパラメータ（一般に kt と表されるもの）にこと。

⁷ 出生中位・死亡中位推計 40.5%

の幅があった。すなわち、人口規模と高齢化率では、最大・最小を与える仮定の組み合わせが異なっている。このように、人口指標によっては最大・最小を示す推計が異なっているので、安全幅を設ける方向については、推計を使用する目的に応じた確認が必要である。

複数推計の利用には、このような難点があるほか、それぞれの蓋然性の違いについて定量的な情報がなく、利用法が制約される面がある。複数推計の利用のこうした不都合を解消する方法としては、確率推計と呼ばれる提示の仕方がある。この方法については、次節において紹介する。

なお、複数推計については、それらの比較によって、仮定値の違いがもたらす将来人口への影響を評価するという機能がある。本報告書内においては、5章において平成14年1月推計と平成18年12月推計を比較することによって、その間の仮定値の見直しが将来推計人口のどこにどれだけの変化をもたらしたかについて分析を行っている。また、11章においては、平成18年12月推計中位推計について封鎖人口による推計（国際人口移動をゼロとした推計）と比較することによって、国際人口移動の仮定値が将来推計人口に及ぼす影響について分析を行っている。

3) 日本の将来推計人口（平成18年12月推計）に付随するその他の推計について

すでに述べたように、日本の将来推計人口（平成18年12月推計）を基にした将来推計としては、第一に「日本の都道府県別将来推計人口（平成19年5月推計）」がある。わが国の今後の人口変動において、地域的な差異は大きく、またその動向は社会経済動態との関係も深い。2035年までの人口推移が推計されている。次に、世帯数の将来推計のうち全国の世帯数を推計した「日本の世帯数の将来推計（全国推計）」があり、平成20年3月に公表された。人々の生計、生活の単位であり、多くの場合施策の対象ともなる世帯の2030年までの類型別の動態が推計されている。さらに今後、都道府県別の世帯数の推計が公表される予定である。いずれの推計結果も、国や自治体による諸制度ならびに諸施策立案の基礎資料として活用され、科学的根拠に基づいた政策形成に資するものとなっている。

2 将来人口推計手法の歴史 —黎明期から第2次大戦後まで—

将来人口推計は、17世紀の政治算術家により行われるようになったとされる⁸。それらは総人口に対して数学関数を当てはめるものであり、そうした方法は20世紀の第二次大戦以前まで続けられた。たとえば、19世紀初頭、マルサス Thomas Robert Malthus は、有名な『人口論』（1798-1826年）の中で、抑制のない人口の例として当時植民地だったアメリカの人口に対して幾何数列（等比数列）のモデルを当てはめ、それが約25年で倍増すると推計している。また、20世紀始めにはロジスティック関数を再発見したパール Raymond Pearl

⁸ Thomas Browne(1605-82), James Harrington(1611-77), John Graunt (1620-1674), William Petty(1623-87), Sébastien le Prestre de Vauban(1633 - 1707)らによって行われている(Watterlar 2006)。

とリード Lowell Reed は⁹、これを合衆国の人口に適用して人口推計を行っている (Pearl and Reed 1920)。しかし、この頃から人口学者は次第に人口変動の結果としてばかりではなく、その要因としての年齢構造の重要性に目を向け始めた (Arthur Bowley)。Sharpe と Lotka は、この時期に早くも年齢構造を持つ人口の再生産過程を定式化し、人口理論の金字塔となる安定人口理論 (後述-2(2)) を打ち立てた。

一方、推計手法としてのコーホート要因法を最初に用いたのは、英国の経済学者 Edwin Cannan (1895) とされる。その後、ソビエト連邦では Tarasov(1922)、オランダでは Wiebols(1925)、スウェーデンでは経済学者 Sven Wichsell (1926)、イタリア Gini(1926)、ドイツ Reichsamt(1926)による将来人口推計への応用が見られる。しかし、本格的に実用されたのは、1930年代に入って Whelpton (Pascal K.)によってであった。彼は1928年から始めた一連の将来人口推計によって、コーホート要因法を中心に現在の多くの手法を定着させた人口学者である (Whelpton 1928, 1932, Thompson and Whelpton 1933, Whelpton 1936, 1938)。1940年代になるとコーホート要因法は P.H. Leslie によって行列を用いた数学的な定式化が施された。当時最も権威ある人口学者であった Frank Notestein (1945)もコーホート要因法を用いた世界人口の将来推計を行った。また、Alfred Sauvy もこの方法による将来推計によって当時フランスが直面していた人口減少の懸念について定量的に評価を行っている (Sauvy 1932, 1937)¹⁰。このように新しいアプローチが急速に広まった背景には、当時のヨーロッパにおいて、出生率低下をはじめとする動態率の変動によって人口が大きな変動を見せはじめていたことが挙げられる。増加あるいは減少に向けて一定方向にしか進展しないロジスティック・モデルなどの数式モデルによる推計は現実性のないものと理解されはじめた¹¹。

第二次大戦とその後の社会経済変動は、各国の人口過程にも大きな影響を与え、不況と戦争による出生減、戦後のベビーブームなどの現象に代表されるダイナミックな人口変動が生じ、将来人口推計は最初の試練の時期を迎えた。それまでに多くの人口統計学者によって支持を得たコーホート要因法であったが、その本格的な船出は苦難に満ちたものであった。コーホート要因法を発展させ人口学に多大な貢献をなした Whelpton は、一方で人口推計の最初の受難者であったと言えるだろう。彼は米国の出生率の推計に際して、ようやく得られるようになった人種別、地域別出生率や、1800年以降のセンサスから婦人子ども比を算出するなどして、当時得られるかぎりのデータを詳細に分析し、またヨーロッパ、オセアニア等の国々 (日本も含まれていた) の時系列データを比較した。それら普遍的歴史的動向の確認に加え、都市化、女性の労働参加の広まり、家族計画の考えと技術の普及

⁹ 人口のロジスティックモデルは、P. F. Verhulst によって19世紀始め (1838年) に定式化されたものである。

¹⁰ 19世紀終わりから第2次対戦までの将来人口推計の歴史については、DeGans(1999)が詳しい。

¹¹ たとえばフィンランドの人口推計を行った Modeen 1934 の批判について、Alho (2005, p228) が記述している。

などを勘案した結果、米国における出生率は堅実な低下傾向を示すものとして、1947年に行った将来推計人口において、合計特殊出生率は、たとえば1960年に2.06になるとした(Whelpton et al. 1947)。しかし、実際はその後の空前のベビーブームによって出生率は1960年には3.53を記録することとなった。複数のシナリオによって不確実性に対処するという優れた方式を採用したのもこの推計が初めてであったが、皮肉なことに出生高位の推計でも1945-49年の出生数は18%過小であり、1950-54年では27%過小という結果となった¹²。この事例は将来人口推計が当初から科学的な周到さと”予測”の実現(当たる、はずれる)とは別物であるという試練にさらされていたことを示す(正確には、周到さが功を奏する部分と役に立たない部分が混在していると言うべきである)。すでに人口の政策的重要性が認識され、各種の施策立案に応用されはじめていた将来人口推計は、その社会的責任の重圧と現実の不規則な人口変動の両方から困難な立場に立たされることとなった。専門家の間では、この時期に既に方法論に対する批判やその性格や役割についての多くの議論が費やされている。一方で、各国の公的機関や国際機関による定期的な将来推計人口の策定・公表が定着した。国連1951年、INED1953年(Bourgeois-Pichat 1953)、OEEC(現在のOECD)1956年、世界銀行1978年にそれぞれ定期的な公表を始めた。これらによりコーホート要因法はしだいに標準化されることになる。

¹² Whelpton の最初に行った推計(1927年)では、30年代の不況による出生低下を見込まなかったため、1940年人口は4.6%過大な推計となっている(Whelpton 1928)。

(2) 将来人口推計の方法

金子 隆一
三田 房美

はじめに

国立社会保障・人口問題研究所（社人研）は、2006年12月に平成17(2005)年国勢調査に基づく新たな将来推計人口「日本の将来推計人口ー平成18年12月推計」を公表した。それは現在までの出生率や寿命などの動向に基づいて、2055年までのあり得るわが国の将来人口の姿を人口統計学的知見・手法に基づいて描いたものである。その結果は複数の推計結果によって一定の幅をもって表現されるものであるが、中心的な推計[出生中位・死亡中位推計]にしたがえば、わが国の人口は明治期以降に増加してきたペースとほぼ同じかむしろ上回るペースで減少へと向かい、2017年以降は1年ごとに50万人以上が、2039年以降は100万人以上が順次減って行くことになる。そして2046年には1億人を割り、約50年後の2055年には9,000万をも下回って8,993万人となる。また、人口高齢化も急速に進み、2005年現在すでに世界一となっている65歳以上人口割合(20.2%)は、50年後の2055年には倍の40.5%となる。本報告書では、この推計において用いられた推計手法に関し、とくに本研究プロジェクトにおいて検討され、改良またはあらたに開発された手法を中心に記述して行く。

本稿においては、まず、一般的な将来人口推計の手法とモデルについて詳細に検討し、記述する。その後、平成18年12月推計で採用した新たな枠組みに関する推計手法について記述する。

1. 将来人口推計の手法とモデル

(1) 将来人口推計手法の基本的成り立ちの整理

当然のことであるが、将来人口推計の基礎となる部分は、人口変動過程の理解から形成される。ここでは人口変動過程の記述との関連から話を始めよう。人口は人口静態と人口動態事象という二つの側面から成る。すなわち、一時点における人口の規模と構造（属性別構成）を人口静態と呼び、一方で時間の経過の中で人口静態に変化を引き起こす「できごと(event)」を人口動態事象と呼ぶ。直接に人口変動を引き起こす人口動態事象とは具体的には出生、死亡および人口移動の3事象である。人口静態と人口動態事象の関係は、次の人口学的方程式(demographic balancing equation)によって示される。

$$P_1 - P_0 = B_{0,1} - D_{0,1} + (I_{0,1} - E_{0,1})$$

ここで P_0, P_1 は時点 0 および 1 における人口規模であり、 $B_{0,1}, D_{0,1}, I_{0,1}, E_{0,1}$ はそれぞれ 2 時点間に生じた出生数、死亡数、転入数、転出数を表す。この式は、左辺の人口静態（人口規模）の変化を右辺の人口動態に結びつける役割を持つ（各変数を人口構造を表すベクトルとすれば、この式は人口構造変動を表す）。この式からわかるとおり、基点となる時点の人口と、目的とする期間内の人口動態事象数が決まれば次期の人口は決まる。これが将来人口推計の手法においても基礎となる過程である（この式をコーホートに適用したものがコーホート要因法となる）。すなわち、将来における人口動態事象、すなわち出生、死亡、移動の発生数がわかれば、人口（人口構造）は機械的に決まるのであり、将来人口推計とはこの発生数を推計することに他ならない。しかし、将来の人口動態事象の発生数を正確に知り得ることは、将来の社会経済の全貌を知り得ることに近い。

このように見ると、将来人口推計手法の開発・改良という観点からは 3 つの部分に分けて考えることができる。すなわち、(1)すでに技術的に確定した（機械的な）部分、(2)今後、開発・改良の余地を残す技術的部分、さらには(3)将来の社会経済やライフコースを見通すための技術（主として実体人口学と呼ばれる領域に属する）、に分けて考えることができる。推計手法に関して現在の研究において行うべきことは、(2)と(3)についてである。(2)は、より具体的には各人口動態事象の発生モデルに関する部分である。基本構造（男女・年齢別構造）の推計に際して、現在では（女性の）年齢別出生率、男女・年齢別死亡率、男女・年齢別（純）移動率の数理モデルを用いることが一般的である。また、(3)について考えると、それは人口変数と社会経済変化との関係やそのダイナミズムについて知ることであり、それはたとえば人口転換や少子化がなぜ起きたのかを知り、それを事前に予測できるような能力を持つことに他ならない。(2)と(3)について、個別にもう少し詳しく考察してみよう。

(2)について、われわれが行うべきことは、動態事象の年齢別発生において、時間的に（年次的またはコーホートの的に）安定な側面（保存量）と変化する側面（変化量）とをできるだけ純粋な形で峻別できるモデルを保有することが目標である。保存量とは、主として生物学的な背景から生ずる特性であり、たとえば、人類が共通して有する年齢別の死亡に抗する活力 *vitality* や、年齢別の潜在的妊孕力 *fecundity* などが挙げられる。これらは集団（たとえば国や地域）としてその平均的傾向を見る限り、どの集団でもほぼ同一であることが期待できる。一方で、変化量は集団や時代によって多様に変わりうる特性値のことであり、さらに 2 タイプに分けて考えることができる。一定のトレンドを持つ特性と、不規則に変動する特性である。前者は時間との関係が安定した特性と言い換えられ、将来推計においては、全体の時間的変化をつかさどる主役となる変数である。後者の不規則変動する変数は、周期性や他に連動する予測可能な要因がないかぎり、予測を諦めなければならない部分である。もっとも、これは推計の不確実性の実体であり、確率推計においては研究対象そのものである。以上、これらの保存量、2 種の変化量はモデルにおいてそれぞれ個別のパラメータとして定式化されることが望ましい。例を用いてこのことの説明を行いたい。

死亡率に関しては、これらの特性の峻別がほぼ理想的に行われたモデルがあるので取り上げてみよう。Lee-Carter モデルがその典型である。たとえば 100 歳の各歳別年齢別死亡率の 50 年分のデータがあるとする。このデータセットはそのままなら $100 \times 50 = 5,000$ の自由度を持つ¹。死亡の起こり方には高度の規則性がある。Lee-Carter モデルのような死亡モデルはこうした規則性を効果的に用いて、データの自由度を劇的に縮約したものと言える。Lee-Carter モデルの基本モデル式は以下のようなものである。

$$Y_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

ここで $Y_{x,t}$ は年齢 x 年次 t の対数死亡率、 a_x は死亡の平均年齢パターン、 b_x は死亡率変化の標準年齢パターン、そして、 k_t はその係数であり、年次による死亡レベルを表すパラメータと解釈される。また、 $\varepsilon_{x,t}$ はモデルにおける誤差を示す。ここで、 a_x は時間的に不変な死亡年齢パターンであり、この集団で（おそらく人類全体で共通な）特性と想定される。また、このモデルでは死亡変化の年齢パターン b_x も不変量と考えられる。一方、変化量は、 k_t と $\varepsilon_{x,t}$ である。前者がトレンドを持つ特性であり、わずか 1 個のパラメータで表される。しかも Lee-Carter モデルの一般的枠組みに従えば、その年次推移は直線によって近似できるとする。 $\varepsilon_{x,t}$ が残された不規則変動を示す変化量であるが、モデルでは 0 を平均とする正規分布が想定されるため、死亡率の平均的推移からは消える。ただし、 $\varepsilon_{x,t}$ はその平均的推移の不確実性を表現する際に情報源となる。このように Lee-Carter モデルでは、上記に示した不変量と 2 種の変化量の峻別が見事に実現されている。出生率においても、移動率においても同様の考え方のモデルが求められるが、現象に内在する規則性は死亡ほどは強くないため、これに応じて不規則変動の特性の占める部分（分散）が大きくなる。この場合には、実用的な結果を得るためにはシナリオの適用など別の（主観を要する）パラダイムの援用が必要となる。

さて、元の議論にもどって、将来人口推計において、(3) 将来の人々のライフコースを見通すために、われわれが行うべきことは何であろうか。それは上述したように、たとえば人口転換や少子化がなぜ起きたのかを知り、それを事前に予測できるような能力を持つことであるが、これについて行うべきことは、人口推計に現れる人口変数と社会経済変動、あるいは時代変化との関係を定式化することである。ただし、このとき、われわれは社会経済変動を記述するすべての指標と（あるいは最小限の指標とであっても）、その人口変数との個別の関係付けが終わるのを待つことはできないし、また仮にそれが終わったとしても、人口変数の将来を知るためには、それらすべての社会経済変動の指標の将来を知らなくてはならないことを理解しておく必要がある。このアプローチを将来推計に用いるとすれば、それはすなわち社会経済変数と人口変数のすべてを内生化して、それらの相互作用によって自律的に変化するシステムモデルを構築することである。これに挑戦している分野（計量経済分野における構造方程式システムやエージェント型シミュレーションモデル

¹ これらデータ内に（あるいは外生的に）何らかの規則性を見だし、これを適用することで記述の自由度を縮約することがすなわちモデル化と呼ばれる操作である。

など)は存在し、これらに研究努力を傾けることは必要であるが、現在においてはいずれも実用的予測の域に入るものはない。したがって、現在、将来人口推計を行う者にとって、この領域での最善の策は、おそらく人口変数と時代変化(あるいは世代変化)との関係性を理解に努力を傾けることであろう。たとえば、人口転換理論(あるいは第2の人口転換の理論)の構築の試みは、そうした努力の例と言えよう。本研究プロジェクトにおいても、そこで行う人口動態事象の動向分析の究極の目的は、過去から現在までの人口変動(出生率低下、寿命伸長、人口の国際化)において、時代(または世代)変化との関係の理論化につながる法則性を見出すことである。

以上のように、将来人口推計の科学的手法開発は、突き詰めると人口動態事象の法則性の適切な定式化と変化量の時間的特性、時代変化との関係性の把握に集約される。また、現在未知の法則性を補うための expert opinion 法などの主観的要素を含む手法の援用について検討をする事も重要な課題である。

(2) 構造化人口動態モデルについて

人口動態事象の発生を人口規模と構造に翻訳するのは人口学的方程式の役割である。しかし、ひと組の動態事象発生率(死亡率、出生率、移動率)は、一意的に人口構造(年齢構成)を決める潜在的特性を持っており(安定人口理論)、その数理的成り立ちについて理解することは、将来人口推計モデルの開発においても一定の指針を与えるものである。ここではこれを扱う人口統計学上のモデルである構造化人口動態モデルについて検討しておく。

人口変動に関わる要因はきわめて多様であるが、上述のようにその基本構造を決定しているのは3つの人口動態事象、出生、死亡、移動のみである。社会経済要因などその他の要因は、これらを3要因を介して間接的に人口に作用しているに過ぎない。これらの動態事象が人口構造を形成するメカニズム、すなわち動態事象発生の年齢構造(すなわちライフコーススケジュール)と人口静態(すなわち人口規模・年齢構造)との関係を記述したモデルは、構造化人口動態モデル structured population dynamics model と呼ばれ、人口統計モデルの中で重要な地位を占めている。具体的には、静止人口モデル stationary population model、安定人口モデル stable population model、さらにそれらを拡張したモデル、すなわち多相生命表 multi-state life table、多地域安定人口モデル multi-regional stable population model、一般化安定人口モデル generalized stable population model などがある。これらはいずれもグループ別(とくに年齢別)にみた動態事象の発生率と人口構造・人口変動との数量的関係を定式化したものである。

静止人口モデルは、動態事象のうち死亡の年齢構造のみの効果に注目したモデルであり、構造化人口動態モデルの中で出発点にあたるものである。それは人口が一定の死亡スケジュールを保った場合に、どのような年齢構造を形成するのかを導出するもので、人口移動はなく(すなわち閉鎖人口)、出生スケジュールの影響を排除するため毎年の出生数を一定

と仮定する。この仮定により定常後の人口規模も一定となるから、静止人口モデルと呼ばれているのである。そしてこの静止人口モデルは、実は生命表モデルを別の視点から眺めたものであり、数的にはまったく同一のものとなっている。この点を説明しよう。静止人口モデルにおいて、すべてのコーホートの出生数は仮定により一定 (B とする) であり、コーホート共通の死亡スケジュールを生命表の生存数 l_x で表すことにすると、年齢 x 歳ちょうどに到達している人口は $B(l_x/l_0)$ となる。これがこの人口の年齢構造を与えている。生命表の基数 l_0 は任意であったから $l_0=B$ (一定) とすれば、この人口の年齢構造は l_x 自身となる。すなわち、生命表は1コーホートの生涯にわたる生存-死亡過程を記述したモデルであると共に、毎年一定の出生 (l_0) があり、一定の死亡スケジュール (l_x/l_0) が与えられて平衡状態に達した人口の人口静態 (時間を止めた人口構造の姿) を表すモデルでもある (このため生命表は、静止人口表と呼ばれることがある)。これは言い換えれば、一定の死亡スケジュールがこれに対応した人口構造を一意的に持つということでもある。

次に安定人口モデルを考える。静止人口モデルは、閉鎖人口で一定の死亡スケジュールが帰結する人口構造を与えるモデルであった。それでは、出生についても一定のスケジュール (年齢別出生率) を与えたらどうなるであろうか。実は、この場合にも与えられた出生と死亡の年齢スケジュールの組み合わせによって一定の年齢構造が一意的に帰結することがわかっている。ただし、この場合は人口規模は静止せず、一定の増加率で (したがって指数関数的に) 増加 (または減少) する。このモデルを安定人口モデルという²。

平衡状態における人口増加率 (安定人口増加率) r は、積分方程式、

$$1 = \int_0^{\infty} e^{-rx} l_x f_x dx \quad (5-1)$$

の解として与えられる。ただし、 l_x は与えられた生命表における女子の生存関数 (ここでは記述を簡単にするため $l_0=1$ とする。以下同様)、 f_x は女子の年齢別出生率関数である³。この r は、内的自然増加率 *intrinsic rate of natural increase* と呼ばれ、所与の死亡 l_x と出生 f_x の組み合わせが持つ潜在的な人口成長力を表すとともに、他の属性を表す際の特性値として働く。すなわち、普通出生率 (安定人口出生率) b 、年齢構造係数 c_x は、 r を用いて、

$$b = \frac{1}{\int_0^{\infty} e^{-rx} l_x dx} \quad (5-2)$$

$$c_x = b e^{-rx} l_x \quad (5-3)$$

と表される。また、普通死亡率 (安定人口死亡率) d は、 $d = r - b$ で与えられる。

このように、安定人口は死亡と出生の年齢スケジュールの組 (l_x, f_x) を与えることに

² 年齢構造の収束の人口統計学的説明については、Arthur(1981, 1982), Bourgeois-Pichat(1966), Coale(1968), Cohen(1979)などを参照。

³ 安定人口モデルは単性のみ扱う。通常は女子を対象とする。

よって理論的に形成される人口であり、それら動態事象の年齢スケジュールの特性を人口の形態に投影したものである。なお、静止人口モデルは人口増加率がゼロ ($r = 0$) であるような、安定人口モデルの特殊なケースに相当する。

ところで人口再生産率は一定の死亡・出生スケジュールの下に世代間の量的関係を示した指標であった。これは安定人口モデルと同一の前提であり、人口再生産率と安定人口増加率とは同じ人口増加傾向をそれぞれ世代、年次の視点から表したものである。定義から総再生産率 $GRR = \int_{\alpha}^{\beta} f_x dx$ は明らかである。一方、安定人口における平均世代間隔 T は純再生産率 $NRR = e^T$ によって定義するのが自然である。 T については安定人口の特性 l_x 、 f_x 、 r による閉じた形式での表現は知られていないが、平均出生年齢を用いた近似が提案されている (Coale, 1972)⁴。この近似を用いて、Preston et al.(2001)は合計特殊出生率 TFR の変化と安定人口増加率 r の変化との関係 $\Delta r \approx (\Delta \ln TFR)/T$ を導いている。これは TFR の水準が低いほどその変化が r に大きな変化をもたらすことを意味しており、少子化が続くわが国にとっては重要な示唆を与える。すなわち、すでに低い水準からの TFR のさらなる低下は、 r の大きな低下を通じて人口減少、人口高齢化(式 5-3 参照)に対する影響がより大きいことを示している。

安定人口は死亡・出生が持つ潜在的な人口構造のモデルであるが、現実の人口でもそれらスケジュールが長期に渡って一定している場合には、安定人口に近い状態となる。この場合は、上記の定式化をもとに人口動態と人口静態を相互に推定する各種の方法が適用できる。たとえば、センサスで得られる人口の年齢分布から出生率、死亡率を推定することができるので、統計システムの完備していない途上地域においては安定人口モデルは実用統計上重要な役割を果たしている。

次に将来推計により重要な示唆をもたらす、安定人口モデルの拡張について見ておく。人口における死亡スケジュールと年齢構造との関係について、McKendrick(1926)、ならびに von Foerster(1959)は独立に以下の偏微分方程式を提案した。

$$\frac{\partial P(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial P(t, x)}{\partial x} = -\mu(t, x)P(t, x)$$

ここに、 $P(t, a)$ 、 $\mu(t, a)$ 、はそれぞれ時刻 t 、年齢 x における人口密度と、死力 (死亡ハザード) によって表された死亡スケジュールである (McKendrick-von Foerster の方程式)。すなわち、ここでは人口、死亡スケジュールともに時間と年齢の関数と見なしている。これに対して、出生スケジュール (年齢別出生率) $f(t, x)$ を与えれば、

$$P(t, 0) = \int_0^{\infty} f(t, x)P(t, x)dx$$

⁴ 安定人口における平均出生年齢 $\bar{x}_s = \int_{\alpha}^{\beta} x c_x f_x dx / \int_{\alpha}^{\beta} c_x f_x dx$ 、および各コーホートの平均出生年齢 $\bar{x}_c = \int_{\alpha}^{\beta} x l_x f_x dx / \int_{\alpha}^{\beta} l_x f_x dx$ を用いて、 $T \approx (\bar{x}_s + \bar{x}_c)/2$ によって近似される。