
研究報告

人口推移のベースモデル構築に関する研究

学習院大学経済学部 田中伸英
高千穂大学 降籬徹馬

1. はじめに

近年、女性の社会進出が益々進む一方で、合計特殊出生率は下降の一途をたどっている。実際、平成23年版の男女共同参画白書 [1] によると、1970年代から現在にかけて女性の労働力率が大きく向上している。特に、25歳から29歳の階級では、1970年代に女性の労働力率が42%程度であったものが、現在では77%近くまでと大幅に増加している。30歳から34歳で44%から68%、35歳から39歳で54%から66%、40歳から44歳でも60%から71%へと、どの年齢別階級においても女性の社会進出が進む様子が顕著に表れている。一方、平成21年度に厚生労働省から発表された出生に関する統計によると [2]、1975年に24.7歳であった女性の平均初婚年齢が2009年には28.6歳へと上昇し、合計特殊出生率については1970年の2.13から1974年には置換水準であると言われる2.1を下回り2.05に、さらに2009年には1.37と大幅に減少している。

人口が持続的に減少する人口オーナス社会では、国内市場の縮小や労働力不足など経済活力の低下が懸念され、グローバル化や生産性の向上による経済規模の維持がさげばれている。小峰 [3]、

女性の社会進出と共に晩婚化が進み、その結果としての少子化、という議論がしばしばなされる。しかしながら、この議論はいささか拙速すぎる。なぜならば、女性労働と出生率の相関関係については、先進諸国全てで正の相関がみられるわけではないからである。守泉 [4] も指摘するように、晩婚化、晩婚化を促す社会変化に対して、スウェーデン、ノルウェー、フランス、オランダ、イギリスなどの国々は仕事と家庭の両立支援、柔軟な労働時間の運用、性別役割分業にとらわれない考え方の浸透など、社会環境が柔軟に対応することで、出生率低下を緩やかにとどめ、回復させることに成功している。その一方で、ドイツ、イタリア、スペイン、日本、韓国などはまだ社会的適応が十分に進まない過渡期であるため、低出生率が続いている可能性が考えられる。つまり、今後我が国においても、女性の働く基盤整備や有効な少子化施策の促進などが原因で、女性労働と出生率に関して負の相関が生じる、すなわち、女性の社会進出と出生率向上が同時に進行する余地は十分に残されているのである。

女性の社会進出は、男女雇用均等法の施行など政策的影響も大きく寄与していると考えられるが、女性の進学率向上による雇用機会の増大が第1の要因と考えられる。つまり、進学率の向上→女性の晩婚化・非婚化→少子化→進学率のさらなる向上、というフィードバック・ループが存在している可能性が高い。この因果関係を基軸とすれば、今後の趨勢をシミュレーションにより予見するこ

とができるのみならず、フィードバックを是正するための外的要因を特定する上で、考察の見通しを立てることができる。この因果関係を明確化するためには、(1) 少子化と進学率の関係、(2) 進学率の向上と晩婚化・非婚化の関係、(3) 晩婚化・非婚化と少子化の関係を定量的に明らかにする必要がある。

本研究では(3)の定量的分析のために晩婚化・非婚化および少子化の関係を、基本的なシステムダイナミクスモデルを作成し考察した。

本論文で提案する簡単なベースモデルを用いることによって、このような、子育て環境の変化や社会インフラの整備といった様々な要因を反映した複雑なモデルによる、将来人口のシミュレーションが可能になる。また、こうしたシミュレーションモデルは、社会システム全体の相互作用の中で施策の有効性の検証し、さらには、施策の設計・立案にも有効な手段となり得る。

2. モデルの構造

本研究では人口を構成するコーホートを、「幼年」「再生産年齢」「老年」と分類した。出産について、夫の状態はあまり影響を与えていない。例えば、夫の年収は出産の意思決定に影響を与えていない [5]。そこで、男性については上で述べた年齢分類のままそれぞれをストックとして各人の成長の流れをモデル化している。このモデル化は、サプライチェーンを人口に当てはめたものとも考えられる。こうした考え方はシステムダイナミクスを利用した中では古くから行われているもので、例えば Hannon and Ruth [6] にも示されている。また、人口を構成する各要素（人間）がどのような状態をとり得るのかに着眼してモデル化を行う Takahashi [7] の方法でも、同じモデルが得られる。

人口を構成する女性については、男性よりも細かい分類を行っている。一般にコーホートの形成は年齢階層で行われるが、本研究では既婚・独身、出産予定の有無でコーホートのつながりを分岐し、多様なライフスタイルを再現している。

酒井・樋口 [8] によれば、「雇用環境の悪化は、人々の結婚時期を遅らせることを通してのみ、出生率を低下させる可能性が示唆される。」と指摘している。そこで、本研究においてもモデルでは結婚の意思決定を行う時期によってコーホートを分解し、各女性のたどる可能性のある状態についてそれぞれストックとした。具体的には、再生産年齢に至ると一部は出産をする選択をし、他はしばらく出産しないことを選択するように分岐した。また、しばらく出産しないグループのうちの一部は30代前後に出産をする年、それ以外はその後も出産しないと仮定した。

実際には各年齢層において死亡する人が存在するため、各ストックからは人口のサプライチェーンから「漏れ出る」フローがあるのが正確な描写と言えよう。しかし、本研究では日本の人口構成を念頭においているため、夭逝は「きわめて少数の例外」として扱い、すべての死亡者数は老年の

ストックから出るアウトフローで表現した。

すべての人々は「平均的に」平均寿命で死亡することを仮定している。「平均的に」というのは、各ストックを通過する年数は定数で与えられているものの、その実装は指数遅れで定式化することによって「大勢はその平均的な年数でストックを通過するが、中には時間をかけて（あるいは速く）そのストックを通過するものもある」ということが表現できる。各ストックは一次遅れを構成していることになるが、直列にそれらが連結されているため、結果としては高次の遅れとなっており、「平均的な人々（多数の人々）」が「平均寿命程度」生存するということが表現できる。

このことは、各ストックでカウントされるコーホートの人口に、厳密にはその前後の年齢層の人が含まれていることをも意味するが、大人数・長期のシミュレーションではその影響は表れないと考えられる。

以上の仮説のもとで作ったシステムダイナミクスのストックフローダイアグラムを図1に示す。

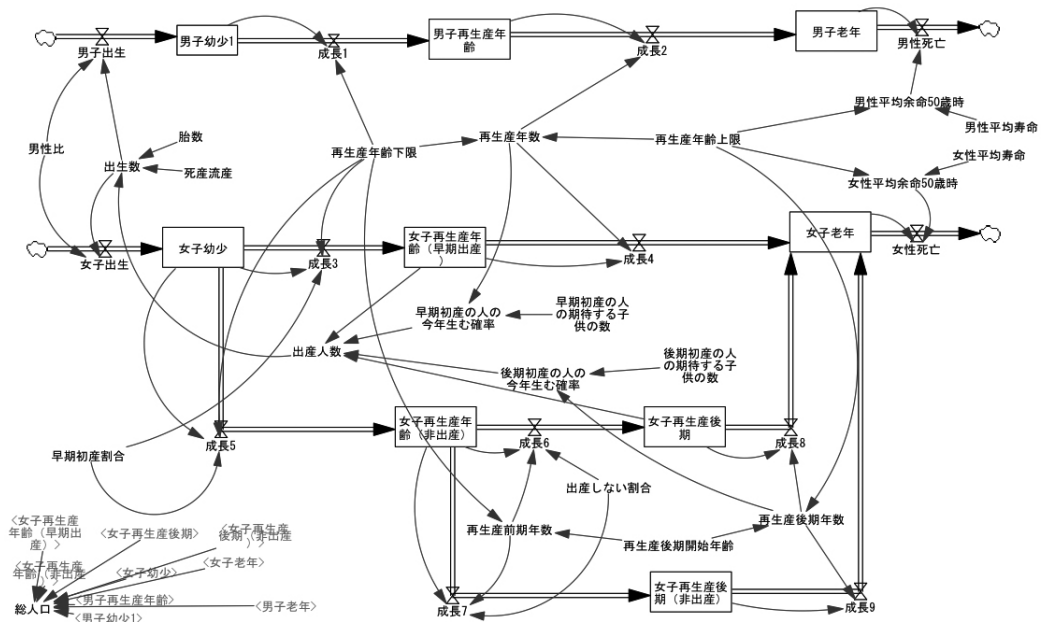


図1 人口コーホートモデル

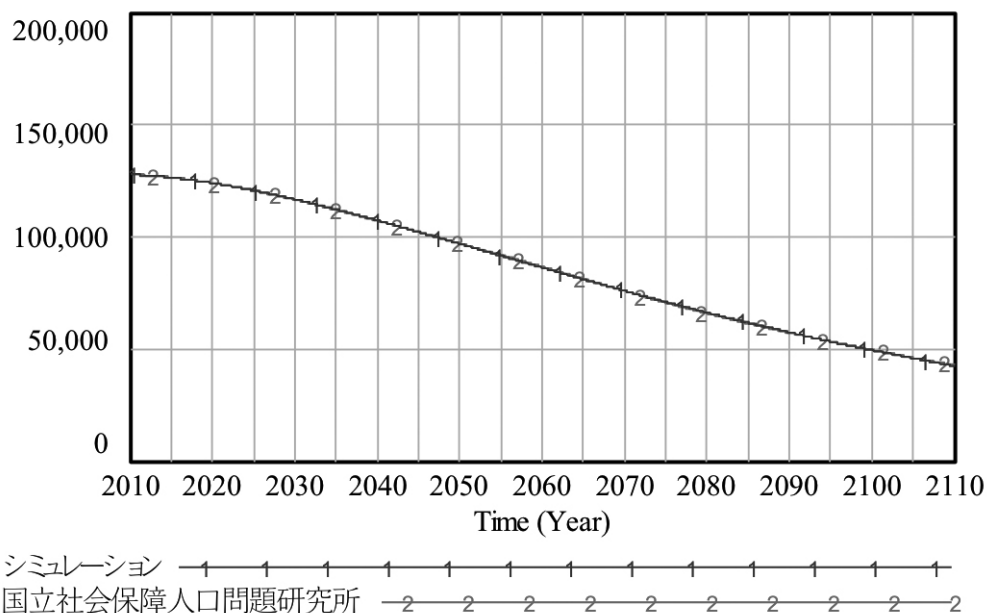
3. シミュレーション結果と考察

3-1 現状維持状態のモデル

はじめに、現状と同じ環境ではどのように今後推移するかをシミュレーションにより確認した。シミュレーションの条件は、出生性別比は男性対女性で51:49と、現状の比率をそのまま定数で与えている。女性のストックフローについてはライフプランで分かれるようにしてある。各年齢層

に属する人口は、ストックで表されており、その間の移動がフローで表されている。フローの計算は、各ストックに対流する年数でストックの現在値を除するという、一次遅れの形になっている。これは、滞留時間を x としたとき、「平均 x 年でこのストックから流出する」という現象を再現したものである。男性のストックフローの流れに分岐が無いことから、子供を持つか持たないかの判断に男性の年齢的な効果はないとしたモデルになっている。

各パラメータの値は、厚生労働省の国立社会保障・人口問題研究所（2012）の予測データ（図2）に合うように計算させた。男女とも、再生産年齢に入るのは約11歳、再生産年齢を終わるのは約48歳、早期初産割合は約30%である。再生産年齢に入った段階で出産する可能性があるとする群は約30%、他は、すぐには出産せず、約30歳前後で出産するかどうかの選択をするようになる。また、30歳前後での選択では、約10%が出産する結果になっている。



注) グラフ1がシミュレーション結果である。グラフ2は厚生労働省の国立社会保障・人口問題研究所（2012）が公開している出生中位・死亡中位の予測である。

図2 現状と同じ環境下での人口推移

国立社会保障・人口問題研究所（2012）[9] が公開している将来人口は、女性コーホートの年齢別出生率を、その結婚・出生行動の特徴を表すいくつかのパラメータを持つ一般化対数ガンマ分布モデルを用いて、出生順位別に投影を行い、平均初婚年齢、夫婦の最終的な平均出生数、離婚・死別・再婚の影響を加味したコーホート合計特殊出生率に基づき推計された緻密な推計結果である。金子 [10]、図2に示した本モデルのシミュレーション結果は、この推計値に適合するようにパラメータ

を決めたものであるが、曲線は類似しており、またパラメータの値も現実とかけ離れた値でないことから、このモデルの有効性はあると考えられる。

3-2 早期結婚奨励モデル

早めに結婚する環境づくりで早めに出産を促すとどうなるか、次に示すのは早期初産年齢を、25歳、20歳、15歳にしてシミュレーションしたものである。これは過去に普通にあった、高校卒業後地元で働いて20前後で結婚するパターンである。大学への進学が多くなるとこのパターンは必然的に減っていき少子化の一因となっている。過去にもどすことはできないが、日本人のライフプランの抜本的な転換を図ることの重要性を示している。例えば、大学に入学することを急ぐよりも、高等学校卒業後に就職やボランティア、あるいは留学などをする選択肢を社会的に認め、また、その過程で配偶者を見つけて、その後に育児をしながら就業あるいは大学進学ができるようなシステムをチョイスとして与えるということも考えられる。生涯学習制度の充実や企業の新規採用から中途採用を重視した体制への移行など社会的な変革が必要になる。

再生産可能人口の下限による影響（上限40歳）

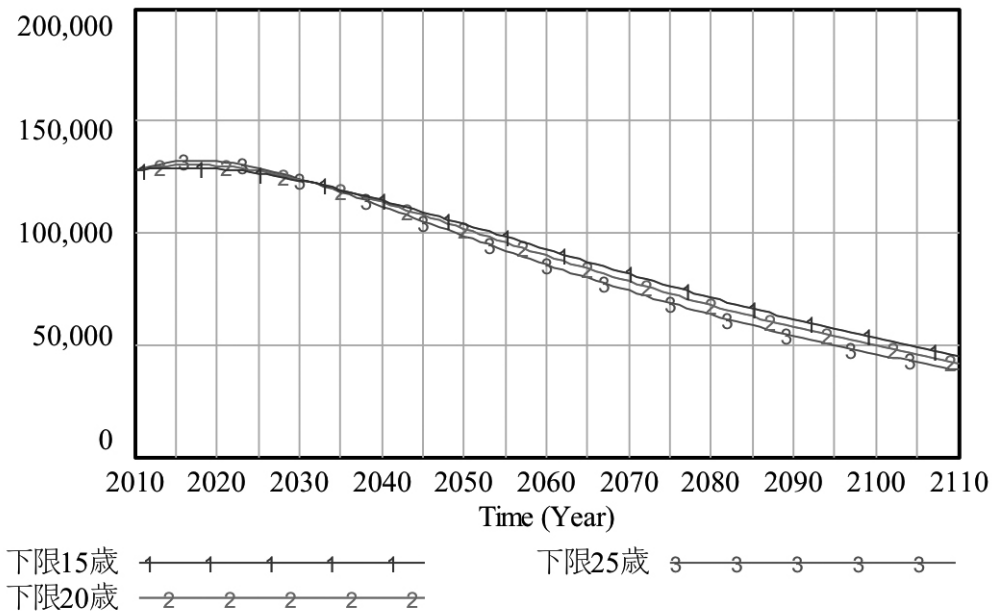


図3 早期初産割合を上げたモデル

シミュレーション結果は、女性の最初の出産が増えても長期的には人口減少となる。シミュレーションは生む子供の数を最大二人にしてあるが、もちろん最大数を増やせば増加する。しかし現状は平均二人の子供を持つような状況以下であるので、仮に早く結婚するようになっても減少傾向は変わらない。

3-3 早期初産2人および晩婚2人モデル

現在、30前後で結婚する人が増えているが、彼らがもし35歳以降で出産したとするモデルをいくつか試してみた。可能性は少ないが早期初産の方は15歳にしてある。グラフ1は早期に生む人が三人、後期で産む人が一人の子供を持つ。そして早期初産の女性の割合を30%、一生子女を持たない人の割合を50%にしてある。グラフ2は早期三人、後期一人で早期初産の割合は10%、子供を持たない割合は50%である。グラフ3は早期二人、後期一人で早期初産割合は10%、子供を持たない割合は50%である。グラフ4は早期二人、後期一人で早期初産の割合は10%、子供を持たない割合は20%である。グラフ5は早期二人、後期二人で早期初産の割合は10%、子供を持たない割合は50%である。子供を多く持つシミュレーションほど減少傾向は少ないがどのパターンも結果は減少していく。後期出産には年齢からくる妊娠率の低下と出産事故の問題がある。また第2子以降を生むかどうかは経済的な問題が大きな要素を占めている。さらに35歳近くになると夫婦の体力的な面もからも第2子以上を持てるとは限らない。

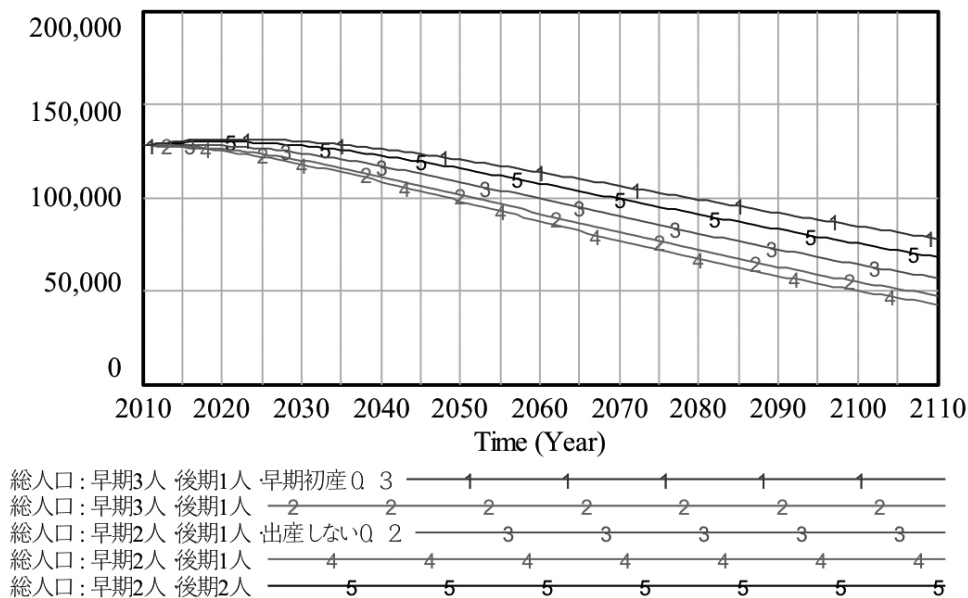


図4 出産数を二人から三人、四人に増やしたシミュレーション結果

5. おわりに

今回の報告では、人口オーナスのダイナミクスを記述する基本モデルを提示し、シミュレーションを行い、その有効性を明らかにした。最初に示した現状維持モデルのふるまいは国立社会保障・人口問題研究所の将来人口推計とよく合致しており、十分な説明力を有しているものと考えられる。そしてこのモデルを基に、早期結婚奨励モデルと晩婚2子モデルなどを想定してシミュレーション

を行い分析した。ここで提案したモデルは4つの人口の流れ、男性は一本、女性は3本の流れからできておりそれぞれのパラメータを変化させることで多様な出生モデルの計算を行うことが可能である。また他のシミュレーションプログラムに簡単に移植可能である。

この基礎モデル構造は、少子化問題に関係する子育て環境の整備および当事者や周りの社会の意識改革、さらに経済的な影響を調べるモデルの部分構造をなすものである。

今後は、大学進学率の向上と女性の社会進出による非婚化・晩婚化の因果をモデルに組み込み、負のフィードバック・ループを明らかにした後、これを是正していくメカニズムについて考察をしていく予定である。特に、女性の高学歴化による少子化への影響は24%程度であり、マクロ経済成長の低下とともに階層格差の拡大と個人主義的イデオロギーの普及による共同体的結婚システムの弱体化が未婚化の主因であると結論付ける研究 加藤 [11] もあり、「女性の社会進出=少子化」という従来からの定説を定量的に確認したいと考えている。

参考文献

- [1] 内閣府『平成23年版 男女共同参画白書』2011年.
- [2] 厚生労働省『平成22年度「出生に関する統計」の概況 人口動態統計特殊報告』2010年.
- [3] 小峰隆夫「人工負荷社会」日本経済新聞社, 2010.
佐藤龍三郎「日本の超少子化—その原因と政策対応をめぐって—」, 人口問題研究, Vol.64, No.2, pp.10-24.
- [4] 守泉理恵「先進諸国の出生率をめぐる国際的動向」『海外社会保障研究』No. 160, pp. 4-21, 2007年.
- [5] 駿河 輝和・張 建華「育児休業制度が女性の出産と継続就業に与える影響について——パネルデータによる計量分析」季刊家計経済研究, SUMMER, No. 59, pp. 56-63, 2003.
- [6] Hannon, B., Ruth, M. and Meadows, D. “Dynamic Modeling.” Springer, 2001
- [7] Yutaka Takahashi. “Dynamic simulation modelling using descriptive information in natural language.” International Journal of Simulation and Process Modelling Vol. 4, No.3/4 pp. 215 – 222, 2008
- [8] 酒井 正・樋口 美雄「フリーターのその後——就業・所得・結婚・出産」日本労働研究雑誌, No. 535/January, pp. 29-41, 2005.
- [9] 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」
<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401smm.html> (2012年4月30日アクセス)
- [10] 金子隆一「将来人口推計における出生仮定設定の枠組みについて」人口問題研究, Vol.65,

No.2, pp.1-27, 2009.

[11] 加藤彰彦「未婚化を押し進めてきた2つの力—経済成長の低下と個人主義のイデオロギー—」

人口問題研究, Vol.67, No.2, pp.3-39, 2011.

追補 シミュレーションモデルのDYNAMO方程式 (ソフトウェア Vensim)

再生産前期年数 = 再生産後期開始年齢 - 再生産年齢下限

再生産年数 = 再生産年齢上限 - 再生産年齢下限

再生産年齢上限 = 50

再生産年齢下限 = 15

再生産後期年数 = 再生産年齢上限 - 再生産後期開始年齢

再生産後期開始年齢 = 35

出生数 = 出産人数 * 胎数 * (1 - 死産流産)

出産しない割合 = 0.5

出産人数 = 女 再生産年齢 (早期出産) * 早期初産の人の今年生む確率 + 女 再生産後期 * 後期初産
の人の今年生む確率

女 再生産年齢 (早期出産) = INTEG (成長 3- 成長 4,84422 * (1- 男性比) * 早期初産割合)

女 再生産年齢 (非出産) = INTEG (成長 5- 成長 6- 成長 7,84422 * (1- 男性比) * (1- 早期初産割合) * (再
生産前期年数 / 再生産年数))

女 再生産後期 = INTEG (成長 6- 成長 8,84422 * (1- 男性比) * (1- 早期初産割合) * (1- 再生産前期年
数 / 再生産年数) * (1- 出産しない割合))

女 再生産後期 (非出産) = INTEG (成長 7- 成長 9,84422 * (1- 男性比) * (1- 早期初産割合) * (1- 再生
産前期年数 / 再生産年数) * 出産しない割合)

女 幼少 = INTEG (女子出生 - 成長 3- 成長 5, 17585 * (1- 男性比))

女 老年 = INTEG (成長 4+ 成長 8+ 成長 9- 女性死亡, 25760 * (1- 男性比))

女子出生 = 出生数 * (1- 男性比)

女性平均余命 50 歳時 = 女性平均寿命 - 再生産年齢上限

女性平均寿命 = 86

女性死亡 = 女 老年 / 女性平均余命 50 歳時

後期初産の人の今年生む確率 = 後期初産の人の期待する子供の数 / 再生産後期年数

後期初産の人の期待する子供の数 = 1

成長 1 = 男 幼少 1 / 再生産年齢下限

成長 2 = 男 再生産年齢 / 再生産年数

成長 3= 早期初産割合 * 女 幼少 / 再生産年齢下限

成長 4= 女 再生産年齢 (早期出産) / 再生産年数

成長 5= (1- 早期初産割合) * 女 幼少 / 再生産年齢下限

成長 6= (1- 出産しない割合) * 女 再生産年齢 (非出産) / 再生産前期年数

成長 7= 出産しない割合 * 女 再生産年齢 (非出産) / 再生産前期年数

成長 8= 女 再生産後期 / 再生産後期年数

成長 9= 女 再生産後期 (非出産) / 再生産後期年数

早期初産の人の今年生む確率 = 早期初産の人の期待する子供の数 / 再生産年数

早期初産の人の期待する子供の数 = 2

早期初産割合 = 0.3

死産流産 = 0.03

男 再生産年齢 = INTEG (成長 1- 成長 2,84422* 男性比)

男 幼少 1= INTEG (男子出生 - 成長 1,17585* 男性比)

男 老年 = INTEG (成長 2- 男性死亡 ,25760* 男性比)

男子出生 = 出生数 * 男性比

男性平均余命 50 歳時 = 男性平均寿命 - 再生産年齢上限

男性平均寿命 = 78

男性死亡 = 男 老年 / 男性平均余命 50 歳時

男性比 = 0.51

総人口 = 女 再生産年齢 (早期出産) + 女 再生産年齢 (非出産) + 女 再生産後期 + 女 再生産後期 (非
 出産) + 女 幼少 + 女 老年 + 男 再生産年齢 + 男 幼少 1+ 男 老年胎数 = 1