

## Web 付論. 民族別 年齢各歳別出生率 (1930–2040 年) の算出

ライダーのコーホート・テンポ指標及びコーホート・カンタム指標を算出するためには、対象とする年次 (ピリオド  $t = \tau + x$ ) において再生産年齢 (12–49 歳) である出生コーホート  $\tau$  についての出生率の年齢分布  $\beta(x, t)(t = \tau + x)$  を、特定の年次  $t$  について合計することが必要である。ここでは 1955–2015 年の期間を対象とし、出生の主要な部分がカバーされる 15–39 歳 (ちょうど 15 歳になった瞬間から 40 歳になる直前) の年齢区間が欠けることのないようにして、 $\beta(x, \tau + x)$  を算出する。このためには 1915 年生まれコーホート (1955 年 39–40 歳) から 2000 年生まれコーホート (2015 年 14–15 歳) についての出生コーホートの出生率の年齢分布が必要になる。年次×年齢フォーマットの出生率データをコーホートに組み替えることによってこれらを算出するには、1930 年 (1915 年生まれコーホートが 14–15 歳) から 2040 年 (2000 年生まれ 39–40 歳) の年齢各歳別 出生コーホート別出生率が必要になる。

1930–2040 年の年齢各歳別出生率を算出するための資料として、民族別の年齢各歳別出生数は 1952–2020 年の人口動態統計、年齢各歳別人口は 1957 年以後の人口センサスにおいて利用可能である。本文[1]式で年齢別出生率を算出するには人口センサス実施年以外の年次についての年央・各歳別女子人口が必要となる。まず、人口センサス実施年以外の年次についての年央人口を推計し (1951–1956 年及びセンサス調査年次間の内挿と 2021 年の外挿を行って)、1952–2020 年の民族別 年齢各歳別 出生コーホート別出生率を得た。その上で、1930–1951 年と 2021–2040 年の期間に外挿した。

### 1. 年央・年齢各歳静態人口

基本的な考え方は、民族別年齢各歳別女子人口をセンサス間で線形補完し、各年次の民族別年齢 5 歳階級別推計人口に対し一律に補正を行う。2021 年については、2021 年時点の民族別年齢 5 歳階級別人口に占める各歳コーホートの分布を 2020 年人口センサスから算出し、これを固定して 2021 年推計人口を各歳に分解した。1956 年以前については、1957 年人口センサスにおける民族別年齢 5 歳階級別人口に占める各歳コーホートの分布を固定して 1947 年センサスの人口を各歳に分解し、1947 年から 1957 年の間の変化は各歳コーホートで線形補完した。その上で、1948–1956 年の各年次について利用可能な推計人口 (民族別女子総人口) に対して一律に補正を行った。なお、1957 年 10 歳未満人口については男女民族別に乳児死亡のみを調整した出生数 (年末に満 0 歳人口) を期首コーホートサイズとして用いた。

ただし、1957 年マレー系とインド系、1970 年マレー系の年齢各歳別女子人口には著しい年齢選好 (age heaping) がみられた。シンガポールでは 1957 年人口センサスの実施にあたり、満年齢ではなく出生年月を調査するとともに、中国系には追加的に干支を聞き、また 1970 年人口センサスからは調査時に対象者の出生証明や身分証明書で出生年月日を確認し

ており、年齢の精度は顕著に向上しているのだが、中国系のものは良好であるのに対し年齢各歳別人口の質にも民族差がある (Saw 1967; Arumainathan 1973:p.50). 1960年代までは出生数にも年齢選好があるため出生率を計算する際に、人口センサス年については適度に歪みが調整される可能性がある。しかし、センサス間で内挿を行うと、コーホートに依存した特異な年齢選好のパターンを生じるため補正を行った。具体的には、累計年齢分布 (偶数歳、奇数歳までのそれぞれ) に対してエルミート補間 (Hermite interpolation) を適用し 2種類の平滑された累計年齢分布を算出し、平均した。

## 2. 年齢各歳出生率

民族別母の年齢各歳別出生率は本文[1]式で算出した。ただし、1960年代までのマレー系とインド系の出生数には著しい年齢選好がみられた。そこで、出生データベース (Human Fertility Database, Jasilioniene et al. 2015) の手法を参考に、 $t$ 年の累計出生率分布を (ロジット変換したものを) エルミート補間する際に、2歳おきに (年齢 $\div 3$ の余りに) データポイントを配置した 3つの補間結果を作成して平均した。このような出生率スケジュールの連続な年齢への補間により、 $t$ 年満 $x$ 歳の出生率は同一満年齢内で年齢により変化することになることを利用して、 $t$ 年満 $x$ 歳データを $t-x$ 年出生コーホート (下方トライアングル, LT と略記) と $t-x-1$ 年出生コーホート (上方トライアングル, UT と略記) に分割した。

なお、人口動態統計に表章される母の年齢は、1974年以前は10歳以上の各歳と46歳以上及び年齢不詳であり、1975年以後は15歳未満と15歳以上の各歳と50歳以上及び年齢不詳になっている。出生データベース HFD では11歳以下と55歳以上の出生数はゼロが仮定され (補間の対象外となり)、12-14歳、15-19歳から50-54歳の5歳階級が想定されていることから、ここでは母の年齢各歳別出生数についての統計表に表章されている年齢を以下のように解釈した。1974年以前の14歳以下は合算して12-14歳とし、15-45歳は各歳、46歳以上は46-54歳とみなした。同様に、1975年以後は15歳未満を12-14歳とみなし、15-49歳は各歳で取り扱い、50歳以上は50-54歳とみなした。年齢不詳については、民族別出生数の既知の年齢分布に割り振った。本文[1]式の関係を用いて同じ年齢階級についての出生率を算出し、上述の通りエルミート補間法により $t$ 年出生率を連続な年齢区間 [12,50) の出生率スケジュールに近似して暦年出生コーホートに分割した。年齢区間 [50,55) についても連続な近似値が得られるが、50歳以上の出生率は水準が低いため (不安定な上下動を示す場合があるため)、分析には用いなかった。

## 3. 1930-1951年の年齢各歳出生率の外挿

出生力転換以前の年齢スケジュールは比較的安定していることを期待し、コールとトラッセルの総出生モデル (Coale and Trusell 1974) で記述した。ロドリゲスとフィリップの繰り返し加重回帰推定 (Rodríguez and Philipov 1997) の手法で推定した意図的な出生抑制の有無と程度を測るコントロール・パラメータの推移を確認したところ、中国系で1960

年代前半、マレー系で1970年代前半、インド系は1960年代前半に急上昇していた。そこで、本文図2の民族別合計出生率（PTFR）の推移も踏まえ、コールとトラッセルの総出生モデルのパラメータ推定値のうち、中国系のPTFRが低下を開始する前の1952-1957年平均を民族別に算出したパラメータを用いて年齢各歳出生率のモデルスケジュールを得た。

ただし、1952-1957年という時期はベビーブームの一部を構成し、1930年から20年間継続していたとは考えにくい。そこで、本文図3の人口センサスのパリティ分布から算出したコーホート合計出生率（センサスCTFR）の推移を参考にしつつ、先に得たモデルスケジュールを次のようにやや低めの水準に民族別に引き下げた場合の結果も示すことにした。具体的には、中国系とインド系は1930-1935年と1942-1946年はモデルスケジュールの0.35倍、1936-1941年は0.7倍、マレー系は1930-1946年について0.9倍とした。このようにして外挿した年次出生率をコーホート合計出生率に組み替えたもの（動態CTFR）の推移を付図1（後掲）に示した。

#### 4. 2021-2040年の年齢各歳出生率の外挿

過去部分については粗出生率やセンサスCTFRのような副材料を外挿の参考にする余地があるが、将来部分については仮定するほかない。ここでは2つの材料を頼りに、民族別年齢別出生率の2009-2020年の平均を2040年の目標として2020年から線形補完することにした。第一の理由は、マレー系やインド系の2000年代のPTFRの急速な低下も2010年前後には止まっており、すべての民族の出生率が以前と比べて相対的には安定して推移していることである。第二の理由は、中国系の出生率には寅年の低下と辰年の上昇のサイクルがあり、12年を1サイクルと捉えることができるためである。

#### 5. コーホート合計出生率（CTFR）の算出と人口センサスパリティ分布から算出したCTFRとの比較による外挿結果の確認

以上の手続きで算出した1930-2040年の12-49歳の年齢各歳×暦年出生コーホート別出生率には、1880年生まれ（1930年49-50歳）から2028年生まれ（2040年11-12歳）のものが含まれることになる。このような年次×年齢×出生コーホートデータを出生コーホート別に集計し、少なくとも15歳以上39歳までが揃う1915-2000年生まれコーホート（BC）について、民族別に動態CTFRを算出した（付図1）。このうち1915-1990BCについては49歳までの累計を付図1に含めた。

なお、本稿の分析では1930-2040年12-49歳の出生率データのうち1915-2000BCについてのすべてを利用して、コーホート別にCTFRを集計し、その年齢分布を用いてライダー指標を算出している。付図1に示すのは、これらのうち1915-2000BCについての40歳未満の累計と、1915-1990BCについては50歳未満の累計である。

具体的には、1915年から2000年生まれの各暦年出生コーホートについて、1930-2040年12-49歳の出生率データから利用可能な年齢別出生率の成分（年次×満年齢のうち下方ト

ライアングル LT と上方ライアングル UT) は、以下の通りである。1915BC は 14 歳 UT と 15 歳から 49 歳のデータが得られる<sup>1)</sup>。同様に、1916BC は 13 歳 UT と 14 歳から 49 歳が得られ、以後はデータに含まれる最低年齢が 1 年ずつ低くなり、1918BC では 12 歳 LT から 49 歳が得られる。この 1918BC (1930 年 11-12 歳, 1968 年 49-50 歳) から 1990BC (2002 年 11-12 歳, 2040 年 49-50 歳) については、12 歳 LT から 49 歳 UT の再生産年齢 (12-49 歳) 全体の出生率が揃う。1991BC 以後は最高年齢が 1 年ずつ短くなり、1991BC は 12 歳から 48 歳と 49 歳 LT, 1992BC は 12 歳から 47 歳と 48 歳 LT, 以後同様に、1999BC は 12 歳から 40 歳と 41 歳 LT が利用できる。本稿の分析対象で最も若い 2000BC (2012 年 11-12 歳, 2040 年 39-40 歳) については、12-39 歳の全体 (12 歳 LT から 39 歳 UT) と 40 歳 LT の年齢区間を観察することができる<sup>2)</sup>。

このようなコーホートデータから利用可能な年齢を年次別にみると、1955 年は 12-39 歳区間の全体が含まれ (1943BC12 歳 LT, 1942BC12-13 歳, …, 1916BC38-39 歳, 1915BC の 39 歳 UT と 40 歳 LT), 以後年齢全体をカバーする区間は毎年 1 年分長くなり、1964 年 12-48 歳 (1952BC12 歳 LT, 1951BC12 歳 UT から 1915BC の 48 歳 UT と 49 歳 LT) となる。1965 年から 2012 年は再生産年齢 (12 歳 LT から 49 歳 UT) 全体をカバーする。2013 年以後は最年少年齢が 1 年ずつ高くなり、2015 年は 15-49 歳 (2000BC の 14 歳 LT と 15 歳 UT から 1965BC49 歳 UT) となる。

最後に、動態 CTFR について、とくに 1930-1952 年の外挿年次を含むコーホートを中心に確認する (付図 1)。センサス CTFR によれば、どの民族も 1920 年代生まれ世代が最も高く、19 世紀終盤から 1910 年代生まれはこれより低く、また 1920 年代前半と比べて 1920 年代後半以後 (中国系) もしくは 1920 年代後半と比べて 1930 年代前半以後 (マレー系とインド系) は低くなっていた (本文図 3)。1951 年以前の年次に 1952-1957 年の平均的なコールとトラッセルモデルのスケジュールを固定する場合には、外挿が含まれる 1937BC 以前の出生コーホートでは出生爆発が起こり、1915-1920BC の 49 歳まで累計した動態 CTFR (単純平均) は中国系 6.67, マレー系 6.10, インド系 7.54 に達する。一方、上述のように民族別期間別に年齢各歳別出生率を引き下げることによって、どの民族も 1920 年代後半生

---

<sup>1)</sup> 1915BC は 1930 年 14-15 歳であり、1930 年データから 14 歳 UT と 15 歳 LT が得られる。1965 年に 49-50 歳であるため 49 歳 UT が得られる。本文のライダー指標の算出にあたっては、14 歳 UT (1930 年) から 49 歳 UT (1965 年) を合算した CTFR に占める年齢分布を用いている。1915BC の場合、実績データが得られる 1952 年に 36-37 歳であり、このコーホートの 36 歳 LT 以下の年齢区間には 1951 年以前について外挿された値が含まれる。年次別にみると、たとえば 1955 年には 29-30 歳であるため、1915BC の 1955 年 PTFR に対する寄与は 29 歳 UT と 30 歳 LT を合わせたものになっている。

<sup>2)</sup> 2000BC の場合、2020 年 19-20 歳までは実績データ、2021 年 20 歳 UT と 21 歳 LT 以上、2040 年 39 歳 UT と 40 歳 LT までの外挿値を合算した CTFR に占める年齢分布を算出している。2000BC は 2015 年に 14-15 歳であるため、2000BC の 2015 年合計出生率に対する寄与は 14 歳 UT と 15 歳 LT を合わせたものである。

まれコーホートをピークとして年長コーホートほど低くなり、1915-1920BCの動態CTFR平均は中国系4.98、マレー系5.70、インド系5.17になった。1910年代後半頃生まれコーホートのセンサスCTFRは調査年次によって幅を持つてみる必要があると考えられるものの、中国系4.97(4.70-5.25)、マレー系6.02(5.72-6.53)、インド系5.27(4.96-5.59)であった<sup>3)</sup>。1951年以前の年次に1952-1957年の平均的モデルスケジュールを仮定した動態CTFRの中国系6.67やインド系7.54はこれらを大きく上回るが、民族別期間別に引き下げた動態CTFRは、センサスCTFR推定値の範囲内もしくはやや低めの水準であり、両者のコーホート変化や民族差のパターンは整合的になっていることがわかる。

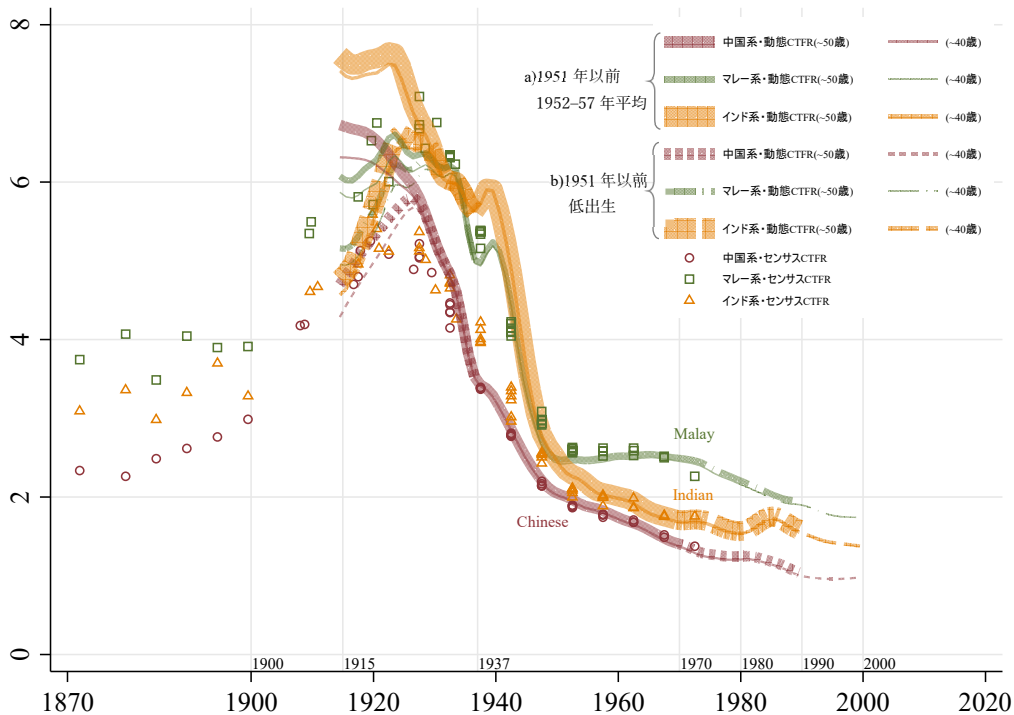
なお、2021年以後の外挿区間については、中国系のPTFRは2020年の0.98から2040年の1.09へゆるやかに上昇するものの、39歳まで合計した動態CTFRは1980BCの1.20から2000BCの0.96へと低下を続ける。同じ年次及びBCをマレー系についてみると、PTFRは1.87→1.81とほとんど変わらないが、動態CTFRは2.17→1.74へ低下する。インド系ではPTFRは1.54→1.42、動態CTFRは1.54→1.38となっている。

---

<sup>3)</sup> 1910年代後半頃生まれコーホートのセンサスCTFRは、以下のように算出した平均値(括弧内は最小-最大)である。民族別にみた1910年代後半生まれコーホートについてのセンサスCTFRとして、1980年50歳以上、1990年70-74歳、2000年75歳以上、2010年85歳以上の4つがある。1990年70-74歳は1910年代後半生まれに対応するが、その他の調査年次については生存者の平均年齢でみた出生年次が1915年未満もしくは1920年以上の場合には除外した(マレー系は2010年を除く、インド系は1980年と2010年を除く)。

本文図3によれば1910年から1920年代生まれコーホートの出生率は大きく変化していることは間違いないのだが、1915-1920BCという特定コーホートのCTFRの水準を特定することは容易ではない。まず、1915-1920BCは1940年20-24歳→1950年30-34歳という最も出生率が高い年齢を日本占領という激しい社会動乱の時代に過ごしている。戦間期の期間出生率の水準には確かな資料が見当たらないし、そもそもCTFRの推定が難しい世代である。また、1965年建国前のシンガポールは人口移動が活発で、建国後もマレーシアからの移動が活発であったとされるため、1970年以降の人口センサスの調査結果は、CTFRと相関した人口移動と死亡の影響をまぬがれない。これらをすべて無視するとしても、1970年以後の人口センサスにおける既往出生数は標本調査によって調べられているため、±1.5%(中国系)から±5-9%(マレー系とインド系)以上のサンプリングエラーを生じる。1915-1920BCのCTFRの水準は幅をもつてみる必要があるだろう。

人口移動が既往出生数についての回顧調査結果へ及ぼす影響ははっきりしないが、人口センサスは1980年以後の調査時にシンガポール在住者(市民もしくは永住権保有者)である人口を分析対象としている。その水準と整合的なようにCTFRを調整するということは、1940年代のシンガポールにおける出生行動というより後のシンガポール永住者の出生力水準と解釈するのが適当であろう。



付図 1. シンガポールにおける主要民族別にみた CTFR: 1915–2000BC (動態 CTFR), 1877 年以前 BC から 1970–75BC (センサス CTFR)

注: 「a)1951 年以前 1952–1957 年平均」とは、コールとトラッセルの総出生モデルに推定されたパラメータの 1952–1957 年の平均値を用いて得たモデルスケジュールを 1930–1951 年の間固定した場合、「b)1951 年以前低出生」は 1930–1951 年の PTFR を a)のモデルスケジュールから民族別期間別に低下させた場合を示す。2021–2040 年についての外挿方法は共通である。太線 (~50) は 49 歳まで累計、細線 (~40) は 39 歳まで累計した動態 CTFR を示す。ただし、後者には当該出生コホート 40 歳の下方レキシストライアングルを含む。1937–1980BC は 15–39 歳出生率を用いた動態 CTFR の実績が得られる。1937–1990BC は 15–49 歳の動態 CTFR 実績が得られる。その他コホートは外挿された出生率を一部年齢を含む。

#### 参照文献

- Arumainathan, P. (1973) *Singapore: Census of Population 1970, Volume I Administrative Report and General Review, Volume II Concepts and Definitions and Census Tables*, Singapore: Department of Statistics.
- Coale, Ansley J. and James Trussell (1974) “Model Fertility Schedules: Variations in the Age Structure of Childbearing in Human Populations,” *Population Index*, Vol. 40(2): pp.185–258.
- Jasilioniene, A., D. A. Jdanov, T. Sobotka, E. M. Andreev, K. Zeman, and V. M. Shkolnikov (2015) *Methods Protocol for the Human Fertility Database*. Accessed on 2021/6/18 at: <https://www.humanfertility.org/Docs/methods.pdf>
- Rodríguez, Germán and Dimiter Philipov (1997) “Fitting the Coale-Trussell model by

maximum quasi-likelihood," *Mathematical Population Studies*, Vol. 6(4): pp.307–317.  
Saw, Swee-Hock (1967) "Errors in Chinese Age Statistics," *Demography*, Vol.4(2): pp.859-875.