

2. コロナ禍およびコロナ後を見据えた 将来人口・世帯推計モデルの開発

出生順位別出生を組み合わせた配偶関係別多相生命表を用いた 新型コロナウイルス感染症拡大による出生縮減効果推計

石井太・岩澤美帆・余田翔平・別府志海

はじめに

新型コロナウイルス感染症は、その拡大時におけるいわゆるコロナ禍の時期において、わが国の結婚や出生を縮減する期間効果をもたらした。出生は出生順位ごとに連鎖的に起きるため、ある出生順位の出生縮減は、それ以降の高次の出生順位の縮減をもたらす。また、わが国では婚外出生の割合が他の先進諸国と比べて低く、出生が婚姻の中で発生する確率が高いことから、初婚の減少は第1子出生を減少させ、それがさらに高次の出生順位の出生を減少させることとなる。

通常、出生は全女性をリスク対応生存延べ年数とする出生率を用いて測定され、繰り返しのあるイベントとして捉えられる。この場合、出生順位別出生率はそれぞれ独立となることから、ある出生順位の出生の減少がそれ以降の高次の出生順位の減少を引き起こすことは、構造的には織り込まれていない。そこで、出生順位別出生数のリスク対応生存延べ年数を、前出生順位の経験者、かつ、当該出生順位の未経験者に制限することによって、これを構造的に織り込むことが可能となる。さらに、これを結婚行動とリンクさせることによって、初婚と出生の関係についても同様に織り込みことが可能となる。

一方、結婚行動については、石井(2024)で示した通り、結婚の多相生命表によって記述することが可能である。そこで、この結婚の多相生命表と、出生順位別出生を組み合わせた多相生命表を構築することにより、初婚行動の変化がその後の出生に及ぼす影響を推計することが可能となる。

また、結婚の多相生命表を利用した配偶関係別将来人口推計からは、今後の高齢層における未婚者割合の急激な上昇は、子どもを持たず、支援や介護が必要になっても家族のサポートが期待できない高齢者の急速な増加という深刻な社会経済的問題をもたらすことが示された(石井他2024)。しかしながら、未婚者以外でも子どもを持たない高齢者は存在するため、実際には家族のサポートを持たない高齢者はより多くなることが考えられる。この推計のためには、結婚の多相生命表と、出生順位別出生を組み合わせた多相生命表を構築し、子ども数が0の高齢者数を推計することが必要となる。

本研究は、このような問題意識の下、結婚の多相生命表に出生順位を組み合わせた多相生命表を作成し、これを利用して、新型コロナウイルス感染症拡大が出生率の縮減に与えた影響評価を行うことを目的とする。

1. 先行研究と本研究の位置付け

結婚・出生順位別出生について多相生命表分析を組み合わせた先行研究として、Retherford et al. (2013) が挙げられる。これは、年齢別・出生順位別・当該出生順位における滞在期間別に出生順位遷移確率を推定し、これに基づいて、結婚・出生の行動を多相生命表を用いてモデル化するものであり、2003 年のフィリピンの DHS データに適用した例を示している。また、菅 (2019) は、シンガポールにおける結婚・出生順位別出生を、多相生命表を用いて分析したものである。

一方、日本については、筆者らが石井 (2024)、津谷他 (2023)、別府他 (2023)、石井他 (2024) において、結婚の多相生命表に関する方法論的基礎、歴史人口・現代人口・将来推計への応用について包括的に論じた。ただし、この一連の研究は専ら結婚行動を記述・分析することが目的であり、出生行動に関しては分析対象となっていない。

また、Inaba and Konishi (2025) は結婚行動と有配偶状態から発生する出生行動をモデリングしたものであり、日本についての適用が行われているが、ここでは出生順位が考慮されていない。

本研究は、結婚状態と出生順位を考慮した多相生命表を用いた日本の出生行動のモデリングを試みる。このために、石井 (2024) で示した出生コーホート別結婚の多相生命表を用いて、これに国立社会保障・人口問題研究所 (2023) による出生率推計を組み合わせた多相生命表を構築する。このような分析を日本のデータに対して適用する研究はこれまで必ずしも十分に行われておらず、本研究の新たな貢献と位置付けることができる。

2. データと方法

2.1 データ

ここでは、本研究で用いる基礎データについて述べる。

まず、配偶関係別生命表については、石井 (2024) で作成されたコーホート多相生命表を用いる。また、これと組み合わせて出生順位別多相生命表を作成するため、国立社会保障・人口問題研究所 (2023) によるコーホート出生順位別出生率推計結果を用いる。

一方で、近年増加している、婚前妊娠によって未婚状態から第 1 子出生状態への遷移を表すために、第 1 子出生のうち初婚も同年である割合を用いる。これについては、人口動態統計の出生票を二次利用し、母の年齢別第 1 子出生のうち、出生年と同居年が同一である割合を集計して用いた。

2.2 方法

次に本研究で用いる分析方法について、多相生命表の推計と縮減効果の推計に分けて述べる。

2.2.1 多相生命表の推計

本研究では配偶関係と出生児数を組み合わせた状態を考える。配偶関係については、未婚、有配偶、死別、離別の4状態とし、これに死亡を加えた5つの状態を、 S :未婚、 M :有配偶、 W :死別、 V :離別、 D :死亡で表す。また、出生児数を $p(=0, 1, 2, 3, 4)$ とし (4は4以上を表す)、有配偶、死別、離別について、出生児数を付して、 M_p :有配偶・出生児数 p 、 W_p :死別・出生児数 p 、 V_p :離別・出生児数 p とする。未婚者は出生児数は0であると考え、死亡を合わせて17状態が存在することとなる。

結婚の多相生命表における配偶関係の推移としては、 ${}_1q_x^{ij}(i, j = S, M, W, V, D)$ のうち、未婚者初婚確率 ${}_1q_x^{SM}$ 、有配偶者死別確率 ${}_1q_x^{MW}$ 、有配偶者離別確率 ${}_1q_x^{MV}$ 、死別者再婚確率 ${}_1q_x^{WM}$ 、離別者再婚確率 ${}_1q_x^{VM}$ の5種類の遷移確率、および各配偶状態の死亡確率 ${}_1q_x^{iD}$ である4種類の死亡確率が推計されている。

これに、出生順位別出生児数の遷移を組み合わせるため、以下の仮定を置く。

- S : 未婚からは、 M_0 :有配偶・出生児数0、 M_1 :有配偶・出生児数1、及び、 D :死亡へのみの遷移が起きる。
- M_p : 有配偶・出生児数 p からは、 M_{p+1} : 有配偶・出生児数 $p+1$ 、 W_p : 死別・出生児数 p 、 V_p : 離別・出生児数 p 、及び、 D :死亡へのみの遷移が起きる。
- W_p : 死別・出生児数 p からは、 M_p : 有配偶・出生児数 p 、及び、 D :死亡へのみの遷移が起きる。
- V_p : 離別・出生児数 p からは、 M_p : 有配偶・出生児数 p 、及び、 D :死亡へのみの遷移が起きる。

すなわち、出生は、未婚から有配偶、または有配偶状態の中でだけ発生すると仮定していることになる。

また、有配偶から死別・離別への遷移、死別・離別から有配偶への遷移については、 p によらず、多相生命表で推計された遷移確率で遷移が起きるものとする。

次に、未婚から有配偶への遷移確率と、有配偶の中での出生児数の変化の遷移確率について述べる。最初に、Human Fertility Database で用いられている手法を修正する形で、コーホート出生表 (cohort fertility table) を作成する。

l_x^i : 状態 $i(i = S, M_0, \dots, M_4)$ 、年齢 x の生存数とし、 $l_{15}^S = 100000, l_{15}^i = 0(i = M_0, \dots, M_4)$ とする。

${}_1f_x^S$: 年齢 $[x, x+1]$ の初婚率

${}_1f_x^{M_p}$: 年齢 $[x, x+1]$ の第 p 子出生率 ($p = 1, \dots, 4$)

とし、

${}_1B_x^i$: l_{15}^S に対する、年齢 $[x, x+1]$ の初婚数 ($i = S$)、または第 p 子出生数 ($i = M_p, p = 1, \dots, 4$)

を

$${}_1B_x^i = l_{15}^S \cdot {}_1f_x^i$$

により設定。

${}_1b_x^{ij}$: l_{15}^S に対する、年齢 $[x, x+1]$ の状態 i から状態 j への遷移数について、 C_x : 年齢 $[x, x+1]$ の第 1 子出生のうち初婚も同年の割合として、

$${}_1b_x^{ij} = \begin{cases} {}_1B_x^S - C_x \cdot {}_1B_x^{M_1} & (i = S, j = M_0) \\ C_x \cdot {}_1B_x^{M_1} & (i = S, j = M_1) \\ (1 - C_x) {}_1B_x^{M_1} & (i = M_0, j = M_1) \\ {}_1B_x^{M_{p+1}} & (i = M_p, j = M_{p+1}, p = 1, 2, 3) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

とした。

この ${}_1b_x^{ij}$ により、逐次的に

$$\begin{aligned} l_{x+1}^S &= l_x^S - {}_1b_x^{SM_0} - {}_1b_x^{SM_1} \\ l_{x+1}^{M_0} &= l_x^{M_0} + {}_1b_x^{SM_0} - {}_1b_x^{M_0M_1} \\ l_{x+1}^{M_1} &= l_x^{M_1} + {}_1b_x^{SM_1} + {}_1b_x^{M_0M_1} - {}_1b_x^{M_1M_2} \\ l_{x+1}^{M_2} &= l_x^{M_2} + {}_1b_x^{M_1M_2} - {}_1b_x^{M_2M_3} \\ l_{x+1}^{M_3} &= l_x^{M_3} + {}_1b_x^{M_2M_3} - {}_1b_x^{M_3M_4} \\ l_{x+1}^{M_4} &= l_x^{M_4} + {}_1b_x^{M_3M_4} \end{aligned}$$

により l_x^i を推計する。ただし、 $l_{x+1}^{M_0} < 0$ となった場合には、 ${}_1b_x^{ij}$ について、

$$\begin{aligned} {}_1b_x^{SM_0} &= {}_1b_x^{M_0M_1} = 0 \\ {}_1b_x^{SM_1} &= {}_1B_x^{M_1} \end{aligned}$$

との修正を行う。

次に、 ${}_1q_x^{ij} = \frac{{}_1b_x^{ij}}{l_x^i}$ により遷移確率を推計する。ただし、 ${}_1q_x^{ij}$ が有限値でないかマイナスの場合には 0 に、1 を超える場合には 1 に修正する。そして、この修正された ${}_1q_x^{ij}$ と、配偶関係別遷移確率・死亡確率を組み合わせ、多相生命表を作成する。

2.2.2 縮減効果の推計

平成 29 年推計による年齢別女性人口推計結果と令和 5 年推計の新型コロナウイルス感染症拡大影響がない場合の出生率から、新型コロナウイルス感染症の影響がない場合の出生数を推計する。これと、実績の出生数との比を取ることで、2020～2022 年の縮減係数を算出する。初婚についても同様に縮減係数を算出し、多相生命表の q_x^{ij} に乗ずることによって新型コロナウイルス感染症拡大影響がある場合の多相生命表を作成する。

二つの多相生命表から得られる出生順別出生率分布、コーホート合計出生率、出生順別出生割合を比較することによって縮減効果を観察する。

3. 結果と考察

3.1 多相生命表推計結果

図1～図4は、多相生命表によって推計された l_x を示したものである。

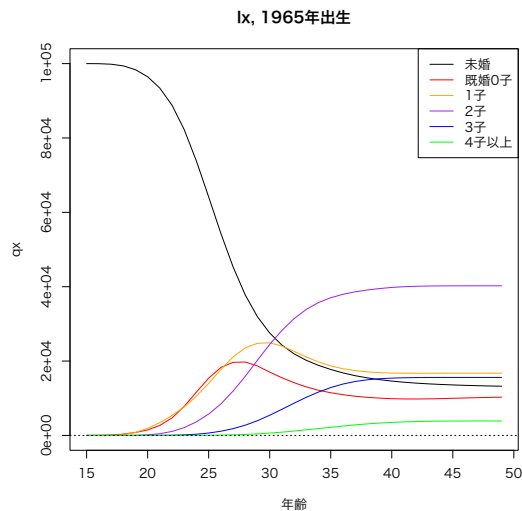


図1 l_x 推計結果 (1965 年生まれコーホート)

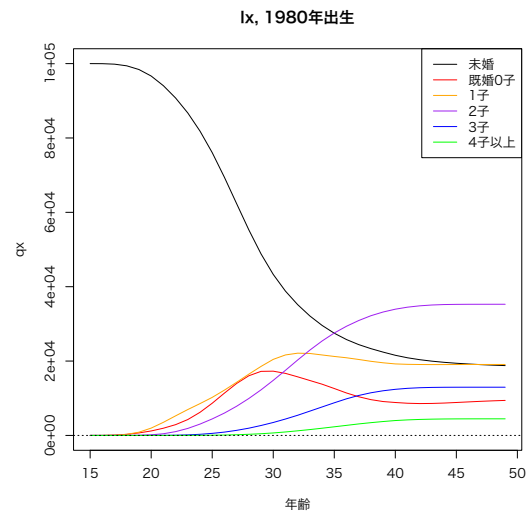


図2 l_x 推計結果 (1980 年生まれコーホート)

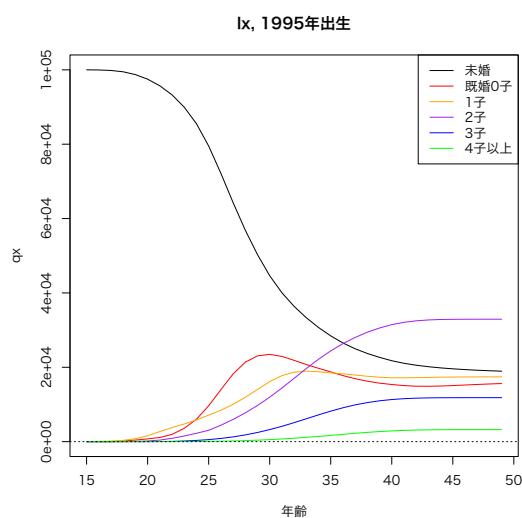


図3 l_x 推計結果 (1995 年生まれコーホート)

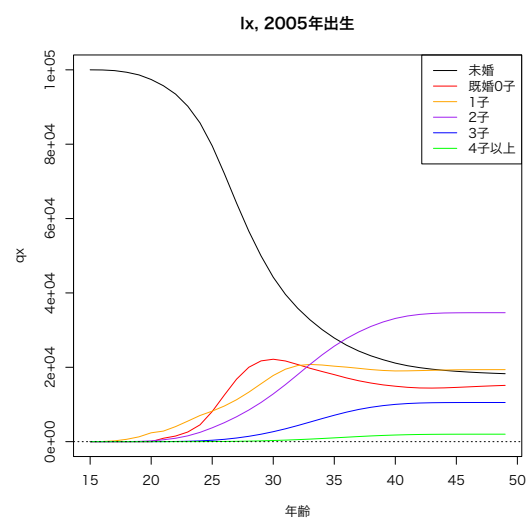


図4 l_x 推計結果 (2005 年生まれコーホート)

これによれば、年少のコーホートになるにつれて49歳時点での未婚割合は上昇、既婚0子割合は、1995、2005年出生はそれより年長に比べて大きく上昇している。この結果として、子どもがいない未婚と既婚0子の割合は、1965年出生では全体の4分の1未満であるのに対して、2005年出生では全体の3分の1まで増加している。一方、2子の割合は1965年出生では約4割であったのに対して、1995、2005年出生はそれより減少しており、2005年出生では約3分の1

程度となっている。

3.2 縮減効果推計結果

図5～図8は、縮減前後の出生順別出生率を示したものである。縦線は2019～2023年に対応する年齢を示したもので、この部分で新型コロナウイルス感染症拡大による縮減効果が大きく出ていることがわかる。ただし、図7に示される1995年生まれコーホートの結果で顕著であるが、第1子の減少は第2子以降の減少を引き起こすことや、逆に、初婚数の減少によってリスク対応生存延べ年数が増加し、それ以降の年齢での初婚数が増加するなど、直接的な影響のみならず、間接的にも大きな影響が出ていることが観察される。

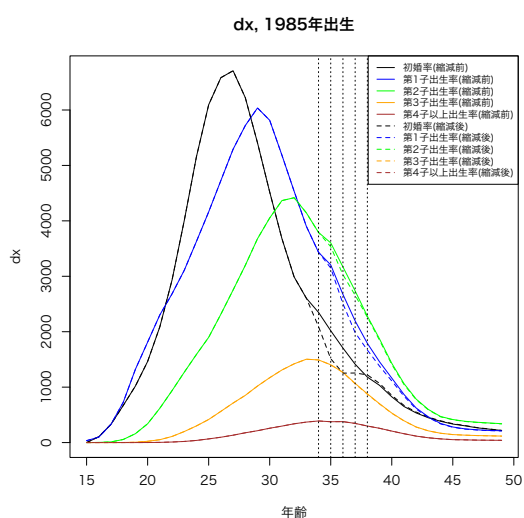


図5 出生率推計結果 (1985 年出生)

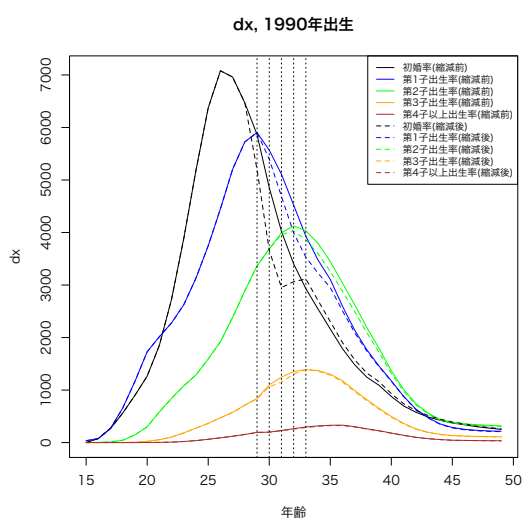


図6 出生率推計結果 (1990 年出生)

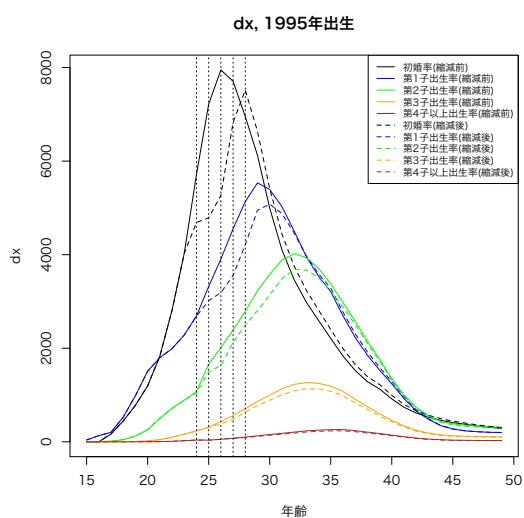


図7 出生率推計結果 (1995 年出生)

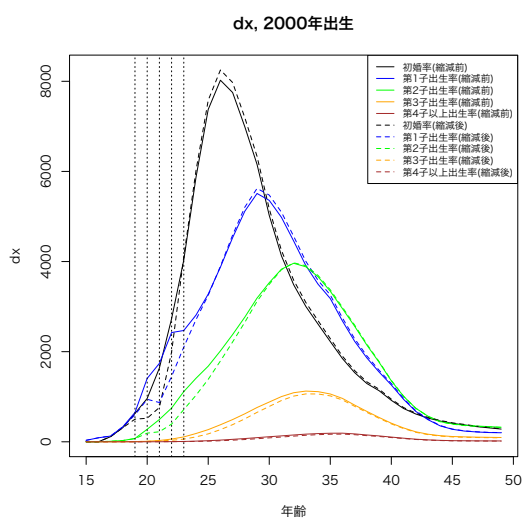


図8 出生率推計結果 (2000 年出生)

次に、縮減前後のコーホート合計出生率の推計結果を示したものが図9である。1970年以降生まれのコーホートで縮減効果が観察され、1995年生まれコーホートで93.7%と最も大きくなっている。図10は縮減前後の出生児数分布の推計結果を示したものである。これによれば、出生児数0の割合は縮減によって上昇しているのに対して、第2子以降では縮減によって割合が低下していることがわかる。

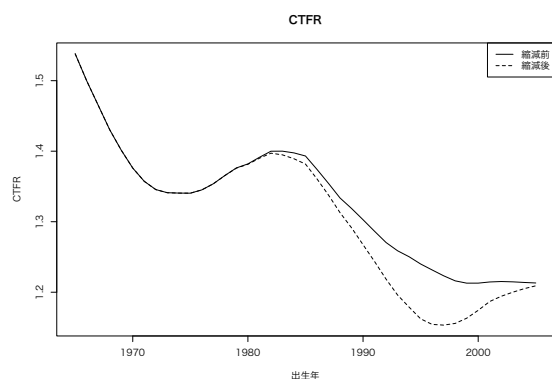


図9 コーホート合計出生率推計結果

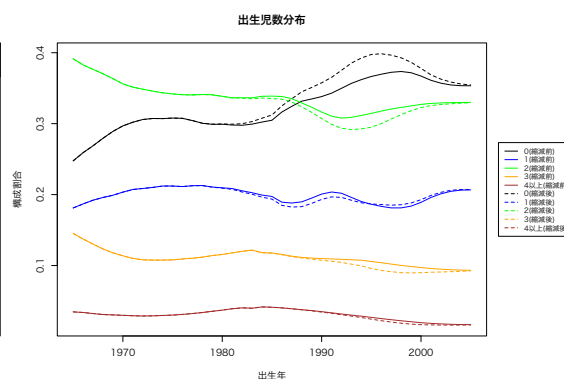


図10 出生児数分布推計結果

おわりに

本研究では、石井 (2024) の出生コーホート別結婚の多相生命表を用いて、これに国立社会保障・人口問題研究所 (2023) による出生率推計を組み合わせ、結婚状態と出生順位を考慮した多相生命表を用いた日本の出生行動のモデリングを試みた。また、構築された多相生命表を応用し、新型コロナウイルス感染症拡大が出生率の縮減に与えた影響評価を行った。これによれば、新型コロナウイルス感染症拡大によって1970年以降生まれのコーホートでコーホート合計出生率の縮減効果が観察され、1995年生まれコーホートで93.7%と最も大きくなっていることが明らかとなった。

本研究における多相生命表作成においては、出生は、未婚から有配偶への遷移時、または有配偶状態の中でだけ発生することを仮定した。また、有配偶から死別・離別への遷移、死別・離別から有配偶への遷移については、出生順位によらず、多相生命表で推計された遷移確率で遷移が起きることを仮定した。しかしながら、実際には死別・離別状態においても出生が発生し、出生順位が変動することはあり得る。また、有配偶から死別・離別への遷移確率や、死別・離別から有配偶への遷移確率は出生順位による格差が存在していると考えられる。このように、本研究における多相生命表作成には一定の制約が存在しており、このような点を精査していくことは今後の課題としたい。

謝辞: 本研究は、厚生労働行政推進調査事業費補助金 (政策科学総合研究事業 (政策科学推進研究事業)) JPMH23AA2005 (「ポストコロナ時代における人口動態と社会変化の見通しに資する研究」, 研究代表者: 小池司朗) の研究成果であり、本稿で使用した「人口動態調査」に関する分析結果には、統計法第33条

の規定に基づき、調査票情報を二次利用したものが含まれており、独自集計を含むため、分析結果が公表数値とは一致しない場合がある。

参考文献

- 石井太 (2024) 「結婚の多相生命表：基礎的概念と手法」, 『人口問題研究』, 第 80 巻, 第 3 号, pp.301–325.
- 石井太・別府志海・余田翔平・岩澤美帆・堀口侑 (2024) 「多相生命表を用いた配偶関係別将来人口推計」, 『人口問題研究』, 第 80 巻, 第 3 号, pp.365–384.
- 国立社会保障・人口問題研究所 (2023) 『日本の将来推計人口（令和 5 年推計）』, 人口問題研究資料第 347 号, 国立社会保障・人口問題研究所.
- 菅桂太 (2019) 「期間出生力の生命表分析:シンガポール, 1980～2015 年」, 『人口問題研究』, 第 75 巻, 第 4 号, pp.324–344.
- 津谷典子・黒須里美・石井太 (2023) 「多相生命表からみた近世東北農村の結婚行動」, 日本人口学会第 75 回大会 (南山大学), 2023 年 6 月 11 日.
- 別府志海・石井太・余田翔平・岩澤美帆・堀口侑 (2023) 「多相生命表からみた現代の結婚行動」, 日本人口学会第 75 回大会 (南山大学), 2023 年 6 月 11 日.
- Human Fertility Database, Max Planck Institute for Demographic Research (Germany) and Vienna Institute of Demography (Austria). Available at www.humanfertility.org.
- Inaba, Hisashi and Shoko Konishi (2025) “A mathematical model of human population reproduction through marriage,” *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, Vol. 42, No. 4, pp. 1407–1424.
- Retherford, Robert D, Hassan Eini-Zinab, Minja Kim Choe, Naohiro Ogawa, and Rikiya Matsukura (2013) “Multidimensional life table estimation of the total fertility rate and its components,” *Demography*, Vol. 50, No. 4, pp. 1387–1395.