

# 日本版死亡データベース構築の方法論改善に関する検討 —都道府県別生命表を中心として—

石井 太・別府 志海・菅 桂太・堀口 侑

## はじめに

国立社会保障・人口問題研究所において、2011年に開始された一連の「長寿プロジェクト」と呼ばれる研究プロジェクトでは、その中核として、国際的な生命表データベースプロジェクトである Human Mortality Database(HMD) と統合的な日本の生命表を提供する「日本版死亡データベース (JMD)」の開発・提供に関する研究が継続されてきた(石井 2020)。JMD は 2012 年に全国版、2014 年に都道府県版の生命表データベースの提供が開始され(石井 2015a)、また、国立社会保障・人口問題研究所の「日本の将来推計人口」(国立社会保障・人口問題研究所 2017) の基礎データとして用いられている他、様々な活用が行われ始めている(石井 2015b)。

一方、HMD においてもデータベース構築に関する方法論に関する研究は継続されており、作成手順書である Method Protocol は現在、2021 年に改定された Version 6 となっている(Wilmoth et al. 2021)。この中では、JMD が 2012 年当初から独自に開発して用いてきた  $a_0$  の推定法の変更が行われており、JMD の方法論が逆に HMD に採り入れられたものともいえるが、その他として、出生月別出生数を用いたリスク対応生存延べ年数(exposure)の計算方法の改善も行われている。JMD では国勢調査の出生月別人口を用いて、コーホートサイズに関する調整を従来から行ってきたところであるが、HMD Version 6 の手法と組み合わせることにより、より精密な exposure の測定が可能と考えられることから、ver. 004\_003 からこの方法を採用している。

また、現在、JMD で提供されている都道府県別の生命表については、全国生命表と比較してデータの提供内容やその範囲にいくつかの制約がある。その一つとして、都道府県別生命表は 1975 年以降に限って提供が行われている点が挙げられる。これは、1971 年以前について、人口動態統計の死亡票に関するマイクロデータが得られないことから、満年齢別・死亡年別・出生年別の死亡数(レキシストライアングベース死亡数)が直接集計できないことや、都道府県別には 5 歳階級でしか人口や死亡数が得られない年次が存在することなどによっている。また、別の制約として、全国版では最も詳細な区分である各歳・各年別の生命表が作成されているのに対して、都道府県版では、5 歳×5 年単位など、年齢・年次をまとめた生命表のみしか提供が行われていないことも挙げられる。これは、特に人口規模の小さい都道府県で、データの安定性の観点から各年・各歳の生命表関数を提供する

ことが難しいことによっている。

本研究は、日本版死亡データベース構築の方法論改善に関する検討を目的とし、HMD Protocol の Version 6 における出生月別出生数を用いた exposure 推計法を踏まえた JMD の方法論について述べるとともに、都道府県別生命表提供に関する従来の制約に対応するため、都道府県別生命表の提供年次を全国版と同様に 1947 年以降に拡大するとともに、各年・各歳の生命表を作成するための方法論を検討することを目的とする。

## 1. リスク対応生存延べ年数 (exposure) 計算方法の改善について

HMD では、統一的な方法で生命表を作成する観点から、作成手順書である Method Protocol を策定している (Wilmoth et al. 2021)。それによれば、HMD の生命表は、おおまかに以下の 6 段階の手順に基づいて作成される (石井 2015a)。

- 出生数: 可能な限り長期間の性別年間出生数を収集する。
- 死亡数: 可能な限り詳細なレベルの死亡数を収集し、生データがまとめられている場合、統一的な手法によって、満年齢別・死亡年別・出生年別の死亡数を推定する。
- 人口規模: 各年 1 月 1 日現在推計人口を、統計データから得るか、またはセンサスと出生・死亡数に基づいて推計する。
- リスク対応生存延べ年数 (exposure-to-risk): ある年齢×時間区間において、死亡リスクにさらされる生存延べ年数を推計する。
- 死亡率: 死亡率は、ある年齢×時間区間に属する死亡数の、対応する区間の生存延べ年数に対する比として計算する。
- 生命表: 生命表を作成するため、まず死亡確率が死亡率より計算され、これにより生命表が求められる。

このように、HMD では各国の様々な形式から成る基礎統計に対して、統一的に満年齢別・死亡年別・出生年別の死亡数 (レキシストライアングルベース死亡数) と、各年 1 月 1 日現在の人口を推計する。そして、これらを用いて、ある年齢×時間区間において、死亡リスクにさらされる生存延べ年数であるリスク対応生存延べ年数 (exposure) を推計し、ここから死亡率を推定して生命表を作成するという方法を採用している。ここで、リスク対応生存延べ年数の推計にあたって、HMD Protocol Version 5 では、出生月分布が一様であることを仮定し、

$$E(x, t) = \frac{1}{2} [P(x, t) + P(x, t + 1)] + \frac{1}{6} [D_L(x, t) - D_U(x, t)]$$

により計算を行っていた。ただし、 $P(x, t)$  は満  $x$  歳、 $t$  年 1 月 1 日現在人口、 $D_L(x, t)$  は下側レキシストライアングル死亡数、すなわち、暦年  $t$ 、満  $x$  歳、 $t - x$  年生まれコーホート死亡数であり、 $D_U(x, t)$  は上側レキシストライアングル死亡数、すなわち、暦年  $t$ 、満  $x$  歳、 $t - x - 1$  年生まれコーホート死亡数である。JMD でも、ver.004\_002 までは、この HMD

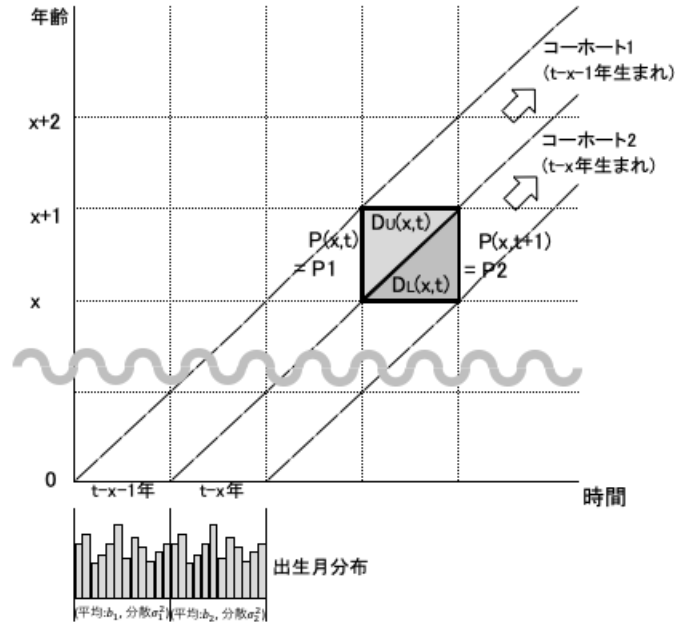


図1 exposure の評価方法の模式図 (レキシス図による)

Protocol Version 5 による推計方式を用いてきたところである (石井 2015a)。

一方、新たな HMD Protocol V6 では、出生月分布を考慮し、

$$E(x, t) = E_L(x, t) + E_U(x, t)$$

$$E_L(x, t) = s_1 P(x, t+1) + s_2 D_L(x, t), \quad E_U(x, t) = u_1 P(x, t) - u_2 D_U(x, t)$$

$$s_1 = 1 - \bar{b}_2, \quad s_2 = \frac{1 - \bar{b}_2}{2} - \frac{\sigma_2^2}{2(1 - \bar{b}_2)}$$

$$u_1 = \bar{b}_1, \quad u_2 = \frac{\bar{b}_1}{2} - \frac{\sigma_1^2}{2\bar{b}_1}$$

という形で exposure の計算を行っている。ここで、 $\bar{b}_i, \sigma_i^2$  は、コホート  $i$  の出生分布の平均・分散であり、 $i = 1$  は  $t - x - 1$  年生、 $i = 2$  は  $t - x$  年生コホートを表す。JMD ver.004.003 では、この HMD Protocol V6 の出生月分布を用いる方法を採用し、リスク対応生存延べ年数推計の改善を図ることとした。ただし、統計的安定性の観点から、出生月分布については都道府県別生命表においても全国の分布を用いることとし、第二次大戦間期に人口動態統計が完全でない部分が存在することから、1947 年生まれ以降のみに対して実績の出生月分布を適用し、1946 年生まれ以前のコホートについては、出生月分布を一定と仮定する HMD Protocol Version 5 による推計方式を用いることとした。

これら複数の方法に基づくリスク対応生存延べ年数推計を用い、年齢別出生率を計算して比較したものが、図 2、3 である。図 2 は 15-49 歳の年齢別出生率全体を示したものであり、図 3 は 25-34 歳の部分を拡大したものとなっている。

灰色の曲線が HMD Protocol の Version 5 のリスク対応生存延べ年数を用いて年齢別出生率を計算したものであるが、29 歳前後のところで不自然な減少・増加が生じている。これ

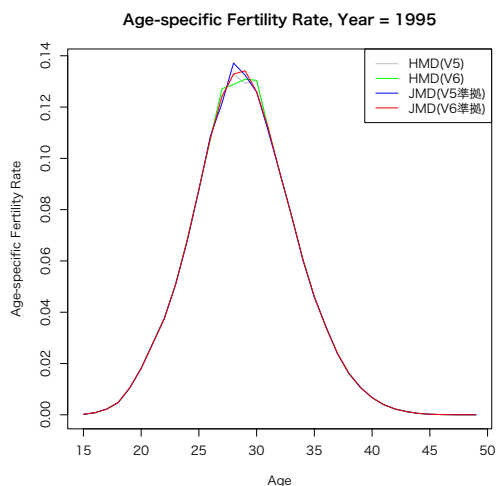


図2 年齢別出生率の比較 (1995年, 15-49歳)

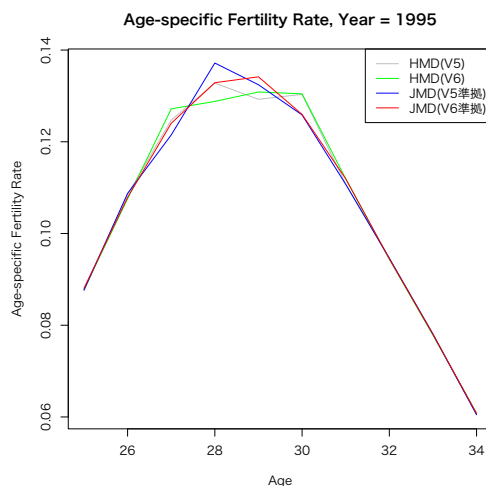


図3 年齢別出生率の比較 (1995年, 30-34歳)

は、1966年の丙午生まれコホートが1995年に29歳になることによるものである。一方で、青色の曲線はver.004\_002以前のJMDの方法論による年齢別出生率である。JMDでもver.004\_002以前ではHMD ProtocolのVersion 5と同様に出生月分布が一様であるとの前提を置いているが、HMDとは異なり、10月1日現在の国勢調査人口からセンサス間生残者推計によって1月1日現在人口を得る手続の中で、国勢調査による出生月別人口を用いて配分を行っている(石井 2015a)。このため、HMD ProtocolのVersion 5とは異なり、不自然な減少・増加が生じない推計結果となっていた。

次に、HMD ProtocolのVersion 6によるものが緑色で示された曲線である。この推計法によると、HMD ProtocolのVersion 5で生じていたような不自然な減少・増加は解消され、より自然な曲線となっていることがわかる。これに対して、赤色の曲線がJMDのver.004\_003による年齢別出生率である。これを見ると、ver.004\_002以前のものに比べて、さらに曲線の推移が滑らかなものとなっており、リスク対応生存延べ年数がより適切に推計されていることが理解できる。

## 2. 都道府県別生命表構築方法論の改善について

### 2.1 作成年次の拡大について

現在、JMDの都道府県別生命表は1975年以降に限って作成・公表されている。これはJMD生命表作成に必要な基礎データに関する制約によるものであり、それ以前の生命表を作成するためには、以下の3点に関する推計が必要となる。

1. 性別・年齢別・都道府県別日本人人口の推計
2. 性別・年齢別・都道府県別死亡数の推計
3. 性別・年齢別・生年別・都道府県別死亡数(レキシストライアングベース死亡数)の推計

以下、これらの推計方法について述べる。

まず、1の性別・年齢別・都道府県別の人口統計については、1950年、1955年については総人口（不詳按分前）に関する統計は得られるものの、性別・年齢別・都道府県別日本人人口に関する統計は得られない。そこで、本研究では、1950年、1955年の性別・年齢別・都道府県別日本人人口を推計して、生命表の作成に用いることとした。

JMDの全国版で用いている1955年の人口は、総務省の1956年推計人口の計算の基礎となっている1955年人口であるが、この人口では、83歳以下に年齢不詳が割り振られており、83歳以下は1956年推計人口の計算基礎となる1955年推計人口とし、84歳以上は1955年の国勢調査人口をそのまま用いている。また、1950年人口については、日本人・外国人別に全国一括で不詳按分を行っている。そこで、全国値についてはこれらの総人口・日本人人口を前提とし、都道府県別・年齢別人口の推計を行う。

まず、1950、1955年の都道府県別の年齢不詳については、全国・総人口の年齢別の不詳人口の不詳按分前人口に対する割合を、各都道府県の不詳人口に乘じ、都道府県別の不詳按分済人口を推計した（整数化は行わないこととした）。次に、性別に、5年後の同一出生コーホートの各年齢における外国人の都道府県分布が同一であるとして、当年の年齢別・都道府県別外国人数を推計し、総人口から除して日本人人口を推計した（整数化は行わないこととした）。ただし、5年後の外国人が0である年齢については、当該年齢の総人口の都道府県別割合を用いた。これにより、1950年、1955年の性別・年齢別・都道府県別日本人人口が推計されることとなる。

次に、2の性別・年齢別・都道府県別死亡数についてであるが、1972年以降は、人口動態統計の個票から直接レキシストライアングルベース死亡数を得ることが可能であり、推計の必要はない。従って、1947～1971年の推計が必要となる。ここで、1958～1971年、および1950年については年齢別死亡数が存在するが、これ以外の1947～1949年、1951～1957年は、5歳階級（5歳以上）でしか都道府県別死亡数が得られない。そこで、まず、これらの年次について、5歳階級の統計から各歳の死亡数を推計することが必要となる。

これに関しては、Wilmoth et al. (2021)によるHMDのプロトコルにおいて、スプライン補間を用いて5歳階級死亡数から各歳の死亡数を得るための方法が示されている。そこで、まず、HMDプロトコルのスプライン補間の方法により、5歳階級の統計から各歳の死亡数への分解を行う。一方で、全国については各歳の死亡数が存在するため、反復比例フィッティングで、各歳の都道府県合計と各歳全国値、各歳を5歳階級にまとめたものと、元の5歳階級が合う（両者の差の2乗和の大きい方が $10^{-6}$ 以下になる）ように補正を行った。ただし、1000回反復しても収束しない場合はその値を用いた\*1。

最後に、3の性別・年齢別・生年別・都道府県別死亡数（レキシストライアングルベース死亡数）の推計であるが、これもHMDプロトコルにおいて、性別・年次別・年齢別・都道府県別死亡数が生年別に分けられていない場合、下側レキシストライアングル割合 ( $\pi_d(x, t)$ )

---

\*1 1948年男性のみ収束しなかったが、二乗誤差の和は0.22であった。

を、線形回帰によってモデリングされた回帰式を用いて推定し、これを用いてレキシストライアングルベースの死亡数を推計する方法が示されている。石井・堀口 (2022) では、この方法を日本に適用するための改定を行った方法論を提示したが、本研究でもこの方法に準拠してレキシストライアングルベースの死亡数を推計した。

下側レキシストライアングル割合の推定式は以下の通りである。

$$\begin{aligned}\pi_d(x, t) = & \text{constant} + \sum_{i=0}^{22} \beta_i A_i + \beta_{23} \cdot [\pi_b(x, t) - 0.5] + \beta_{24} \cdot \ln \text{IMR}(t) \\ & + \beta_{25} \cdot \ln \text{IMR}(t) \cdot A_0 + \beta_{26} \cdot \ln \text{IMR}(t) \cdot A_1 \\ & + \beta_{27} \cdot [\ln \text{IMR}(t) - \ln(0.01)] \cdot A_0 \cdot \text{LowIMR}\end{aligned}$$

この式において、 $\pi_d(x, t)$ : 下側レキシストライアングル割合は、

$$\pi_d(x, t) = \frac{D_L(x, t)}{D_L(x, t) + D_U(x, t)}$$

で定義される。ただし、 $x$ : 年齢、 $t$ : 年次、 $D_L(x, t)$ ,  $D_U(x, t)$ : 年次  $t$ 、年齢  $x$  歳の下側、上側レキシストライアングル死亡数。また、 $\pi_b(x, t)$ : 出生コーホート比は、

$$\pi_b(x, t) = \frac{B(t-x)}{B(t-x) + B(t-x-1)}$$

で定義され、 $t$  年に  $x$  歳であるコーホートの出生時サイズの、 $t$  年に  $x$  歳と  $x-1$  歳であるコーホートの出生時サイズ合計に対する比を表す指標である。また、 $A_i$  は、 $A_i = I(x \in C_i)$  で定義される年齢 (階級) のダミー変数である。ただし、 $(C_0, C_1, C_2, C_3, C_4, \dots, C_{22}) = (\{0\}, \{1\}, \{2, 3, 4\}, \{5, \dots, 9\}, \dots, \{105, \dots, 109\})$  で、20-24 歳階級はレファレンスカテゴリーであり、 $C_i$  に含まれない。さらに、 $\text{LowIMR}$  は、IMR が 0.01 を下回る場合に 1 をとるダミー変数である。

推定にあたっては、Wilmoth et al. (2021) と同様、以下のウェイトを用いた加重最小二乗法 (Weighted Least Squared Estimation) を用いた。

$$\omega(x, t) = \frac{D(x, t)}{\sum_x D(x, t)}$$

本研究では、石井・堀口 (2022) のモデルを用いつつ、より新しい 2021 年までのデータを用いて回帰係数の推定を行った。具体的には、死亡については 1947-2021 年の、全国の男女別、各年・各歳 (0-120 歳、年齢不詳) の生年コーホート (レキシストライアングル) 別死亡数から、年齢不詳を除いた 109 歳までの死亡数を用いた\*2。また、出生数については、出生コーホート比  $\pi_b(x, t)$  や IMR で必要となるため、1873 年以降の男女別出生数を用いた。

係数の推定結果は表 1 の通りである。

次にこの回帰式を用いて、性別・年次別・都道府県別の各年齢の下側レキシストライアングル死亡数割合を推定し、これに年齢別死亡数を乗じること下側レキシストライアングル

\*2 1947 年の IMR については、1946 年の出生数が公表されていないため、 $B(1946) = B(1947)$  と仮定して IMR を計算した。

表1 下側レキシストライアングル死亡数割合の線形回帰 (男女別)

共変量	女			男		
	係数	標準偏差	p 値	係数	標準偏差	p 値
年齢						
定数	0.4999	0.0021	0.0000	0.5086	0.0019	0.0000
0	0.0635	0.0068	0.0000	0.0544	0.0063	0.0000
1	0.1322	0.0106	0.0000	0.1187	0.0108	0.0000
2-4	0.0346	0.0028	0.0000	0.0307	0.0027	0.0000
5-9	0.0236	0.0033	0.0000	0.0229	0.0031	0.0000
10-14	-0.0063	0.0039	0.1059	0.0005	0.0037	0.8988
15-19	-0.0127	0.0032	0.0001	-0.0099	0.0027	0.0003
25-29	0.0037	0.0027	0.1757	0.0037	0.0025	0.1367
30-34	0.0002	0.0027	0.9282	-0.0048	0.0024	0.0511
35-39	-0.0032	0.0026	0.2159	-0.0075	0.0023	0.0012
40-44	-0.0051	0.0025	0.0396	-0.0113	0.0022	0.0000
45-49	-0.0072	0.0023	0.0020	-0.0124	0.0021	0.0000
50-54	-0.0081	0.0022	0.0003	-0.0132	0.0020	0.0000
55-59	-0.0090	0.0022	0.0000	-0.0127	0.0019	0.0000
60-64	-0.0144	0.0021	0.0000	-0.0159	0.0019	0.0000
65-69	-0.0170	0.0021	0.0000	-0.0170	0.0018	0.0000
70-74	-0.0201	0.0021	0.0000	-0.0172	0.0018	0.0000
75-79	-0.0209	0.0020	0.0000	-0.0164	0.0018	0.0000
80-84	-0.0192	0.0020	0.0000	-0.0127	0.0018	0.0000
85-89	-0.0148	0.0021	0.0000	-0.0061	0.0019	0.0011
90-94	-0.0057	0.0021	0.0070	0.0030	0.0020	0.1340
95-99	0.0070	0.0022	0.0019	0.0138	0.0026	0.0000
100-104	0.0216	0.0030	0.0000	0.0273	0.0056	0.0000
105-109	0.0349	0.0077	0.0000	0.0467	0.0224	0.0372
出生コーホート比 -0.5	0.9295	0.0159	0.0000	0.8259	0.0171	0.0000
ln(IMR)	-0.0073	0.0002	0.0000	-0.0050	0.0002	0.0000
ln(IMR) × (0歳ダミー)	-0.0535	0.0019	0.0000	-0.0610	0.0018	0.0000
ln(IMR) × (1歳ダミー)	0.0271	0.0030	0.0000	0.0260	0.0031	0.0000
$[\ln(\text{IMR}) - \ln(0.01)]$ × (0歳ダミー) × LowIMR	0.0945	0.0058	0.0000	0.1342	0.0063	0.0000
N	8149			8072		
adj.R <sup>2</sup>	0.8794			0.8868		

注 1: 年齢階級のレファレンスは 20-24 歳である。

注 2: Low IMR は  $\text{IMR} < 0.01$  で 1 をとるダミー変数である。

死亡数が推定できる。本研究ではこの方法を用いて、1947～1971 年の性別・年次別・都道府県別レキシストライアングルベース死亡数を推計した。

## 2.2 1 歳 × 1 年単位の生命表作成について

次に、1 歳 × 1 年単位の生命表作成について述べる。現在、JMD の都道府県版生命表では、5 歳 × 5 年など、年齢・年次をまとめた生命表のみしか提供が行われていない。これは、

特に人口規模の小さい都道府県で、データの安定性の観点から各年・各歳の生命表を提供することが難しいことによっている (石井 2015a)。

しかしながら、特定の年次に関する都道府県別生命表が必要となる局面もしばしば存在する。別府・石井 (2021) では、阪神・淡路大震災、東日本大震災が都道府県別の生命表に与えた影響を評価する目的から、JMD の都道府県別生命表の基礎データを用いつつ、平滑化を行って1歳×1年単位単位の生命表を作成し、特定死因を除去した場合の生命表を作成することにより影響評価を行っている。

そこで、本研究でも、都道府県別の1歳×1年単位の死亡率に平滑化を行って生命表を作成し、評価を行った。平滑化に関しては、R の stats パッケージに含まれる、平滑化スプラインを行う smooth.spline 関数を用いた。

## 2.3 推計結果

### 2.3.1 人口推計結果

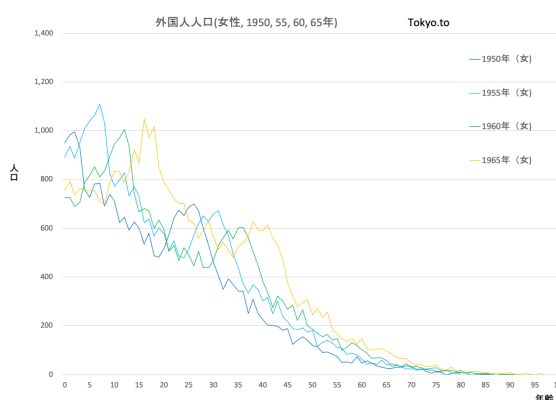


図4 外国人人口 (東京都, 女性, 1950, 55, 60, 65年)

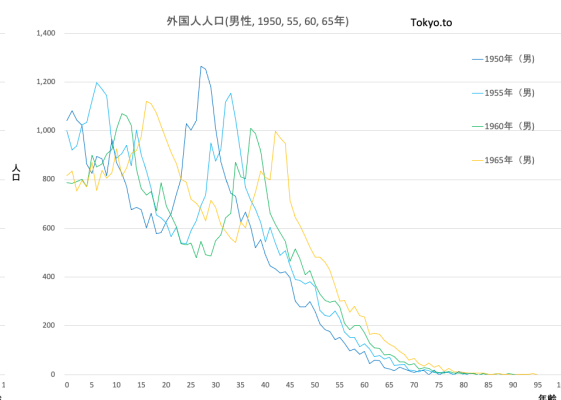


図5 外国人人口 (東京都, 男性, 1950, 55, 60, 65年)

図4、5は、都道府県別日本人人口を推計するために行った外国人人口の推計結果を東京都について示したものである。ここで、1960、65年については都道府県別に年齢別外国人人口の実績があることから、まず、1960年の外国人の都道府県分布から1955年の年齢別・都道府県別外国人数を推計し、さらに1955年の外国人の都道府県分布から1950年の年齢別・都道府県別外国人数を推計している。他の全ての都道府県についても同時にこの手続きを用いて推計を行い、全国値と整合性のある都道府県別・性別・年齢別日本人人口を推計した。

### 2.3.2 下側レキシストライアングル死亡数割合推計結果

次に、 $\pi_a(x, t)$ : 下側レキシストライアングル死亡数割合 (全国) の実績値と推計値を示したものが図6、7である。下側レキシストライアングル死亡数割合は全国値であっても比較



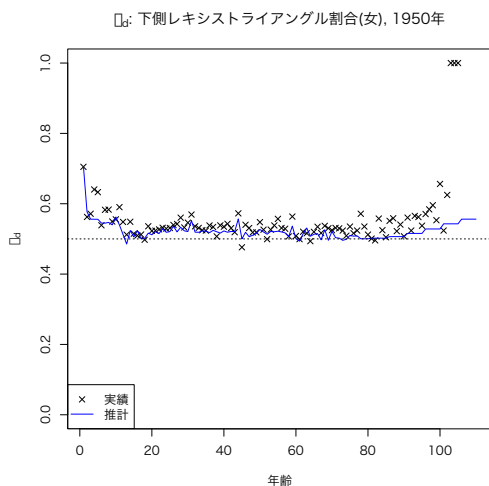


図6 下側レキシストライアングル割合推計結果(全国, 1950年, 女性)

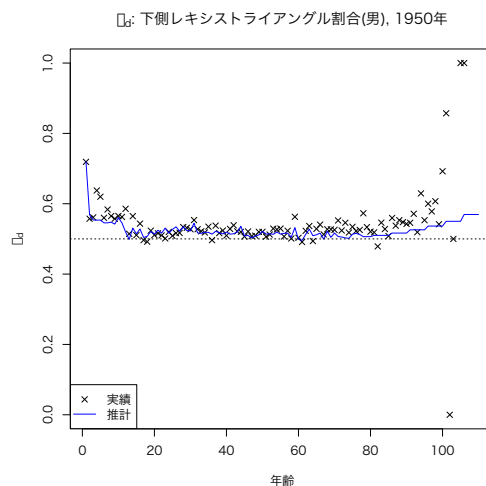


図7 下側レキシストライアングル割合推計結果(全国, 1950年, 男性)

的変動が大きく、都道府県別にはさらにその変動が大きいものとなる。図によれば、モデルを用いた推計値は実績値の傾向によく当てはまっていることが観察でき、本方法に基づいてレキシストライアングルベース死亡数の推定を行うことの有効性が確認できる。そこで、この  $\pi_d(x, t)$  を用いて全ての年次の都道府県別レキシストライアングルベース死亡数を推計することにより、生命表作成のための基礎データを得た。

### 2.3.3 JMD 生命表平均寿命推計結果

次に、以上の手続きによって得た基礎データを用い、都道府県別生命表を推計した結果について述べる。なお、今回はこれまで提供が行われていない1974年以前の都道府県別生命表の評価を行うことが目的であることから、1972年以降しか基礎データが存在しない沖縄県は評価の対象から除外することとした。したがって、以下に述べる結果では、1975年以降についても沖縄県が除外されていることに注意されたい。

図8は、JMD 都道府県別平均寿命の1947-2021年についての推計結果を示したものである。各都道府県は灰色の折れ線で示されているが、いくつかの都道府県については動きが観察できるように色をつけて示している。この結果によれば、東京都は女性では1960年代まで、男性では1970年代前半までトップクラスの平均寿命であったことが観察できる。一方、特に男性で他の都道府県よりも低い平均寿命を示している青森県については、1975年以前についても同様に低いレベルであったことが見て取れる。このように、1975年以前の都道府県別の死亡状況を各年の平均寿命で観察できるようになる点で、本研究で提案する方法論に基づいて生命表を提供することには大きな意義があると考えられる。

しかしながら、一方で、観察に当たって注意が必要な面も存在する。図9は図8の2000年以降のみを拡大したものであり、色をつけた都道府県の国勢調査年について、公式生命表による平均寿命を×印のマーカで示している。これを見ると、多くのポイントにおい

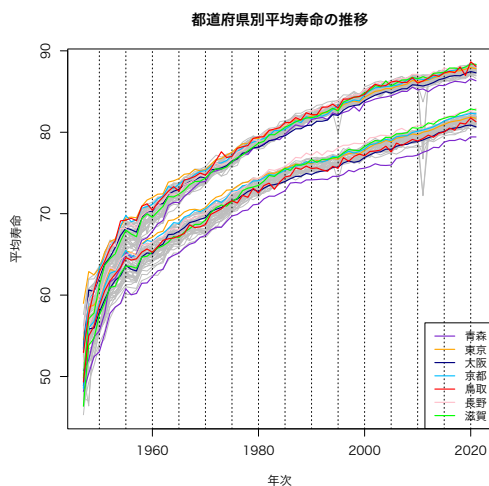


図 8 都道府県別平均寿命推計結果 (1947-2021 年)

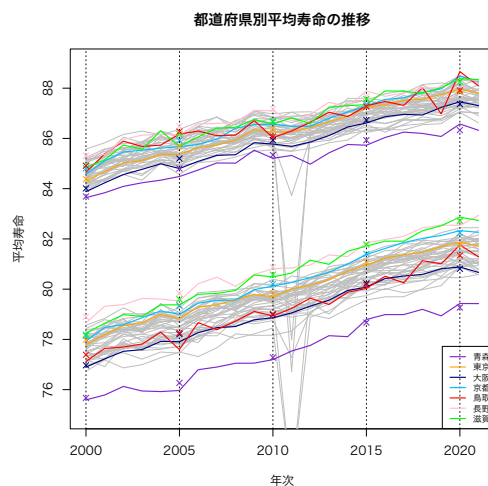


図 9 都道府県別平均寿命推計結果 (2000-2021 年)

て、JMD 生命表と公式生命表は概ね同様の傾向を示している一方で、一定の乖離が生じていることも観察できる。この乖離の最も大きい要因は、公式生命表は 2010 年を除き、作成基礎期間が国勢調査年の前後を含む 3 年間とされており (石井 2003)、本研究で提案する単年の JMD 生命表による平均寿命とは、前後の年の死亡状況の違いから乖離が生じることによるものである。これについては以下でもう少し詳細に検討する。ここで、公式生命表が作成基礎期間を 3 年としているのは、特に人口規模の小さい都道府県においては、作成基礎期間を単年とした場合、統計的安定性が低くなって短期的な変動の影響を大きく受けることによるものである。実際、図 9 で赤で示した JMD 生命表の鳥取県の平均寿命を見ると、近年のところで大きな変動をしながら推移していることが観察できる。特に、2020 年の鳥取県女性の平均寿命は、JMD 生命表では全都道府県で一番高いものとなっているが、公式生命表での順位は第 13 位である。したがって、単年の JMD 生命表を観察する場合には、このような変動に注意して観察することが必要となるのである。

### 2.3.4 公式生命表・水島生命表との平均寿命の比較

次に、今回推計した JMD 生命表と、公式生命表、あるいは、公式生命表が作成される以前の生命表を作成した水島生命表 (重松他 1996) との比較を行う。先述の通り、公式生命表は作成基礎期間が 3 年となっているものが多く、水島生命表も複数年を作成基礎期間とするものがある。そこで、横軸に公式生命表または水島生命表の平均寿命を取り、縦軸には公式生命表または水島生命表の作成基礎期間に含まれる年次の JMD 生命表平均寿命を取った散布図を作成し、比較を行った。

公式生命表の平均寿命との比較結果を示したものが図 16~39 である。図の中で、作成基礎期間が 3 年であるものについて、国勢調査年の前年を赤、国勢調査年を黒、国勢調査年の翌年を青のマーカで示している。ただし、作成基礎期間が 1 年である 2010 年のみは黒だ

けで示している。これを見ると、3年間の平均寿命は概ね45度線の周りに分布しており、両者が整合的であることが確認できる。しかしながら、作成基礎期間内においても全体的な死亡水準の変化が生じていること、また、人口規模の小さい都道府県での統計的な安定性の低さなどもあり、国勢調査年単年の平均寿命と公式生命表は必ずしも一致していないこともわかる。

一方、水島生命表の平均寿命との比較結果を示したものが図40～51である。作成基礎期間が2年のものについては、年次が古い方が黒、新しい方が青のマーカで示されている。他は、公式生命表と同じように示している。こちらでも、作成基礎期間に含まれる平均寿命は概ね45度線の周りに分布しており、両者が整合的であることが確認できる。

ここで、図50、51は、1959-61年に関する水島生命表とJMD生命表の平均寿命を比較したものであるが、特に女性において愛知県と三重県の1959年の平均寿命が水島生命表を大きく下回っていることが観察される。これは、1959年に日本に上陸した伊勢湾台風の影響によるものと考えられる。伊勢湾台風は、犠牲者5,098人（死者4,697人、行方不明者401人）を出したとされ、その多くが愛知県、三重県であったとされる。このように、JMDの単年の生命表を用いることによって、初めてこのような災害の影響が評価可能となるのであり、単年の生命表は変動に注意する必要があるものの、死亡分析の観点からは極めて有用であることが理解できる。

### 2.3.5 年齢別死亡率の推計結果

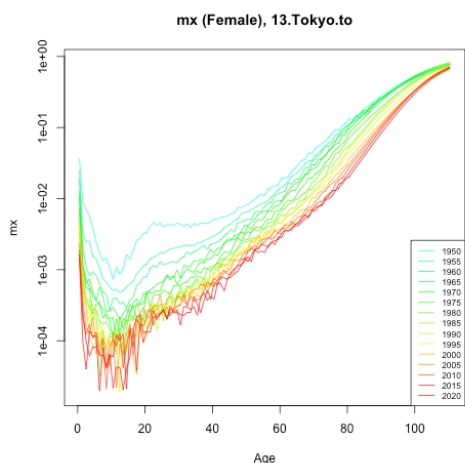


図10 年齢別死亡率（平滑化しないもの、東京都、女性）

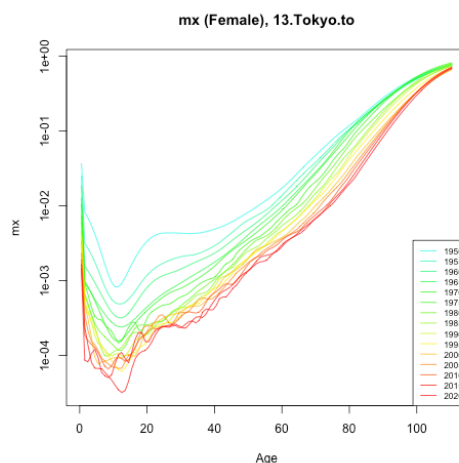


図11 年齢別死亡率（平滑化したもの、東京都、女性）

次に、年齢別死亡率パターンについて、平滑化の状況を観察する。単年・各歳である1歳×1年単位の東京都女性生命表の $m_x$ について、平滑化前を示したものが図10、平滑化後を示したものが図11である。東京都では、人口規模が大きいにも関わらず、近年の若年層では死亡数が0となり、死亡率が0になってしまう箇所が発生しているが、平滑化を行う

とそのような箇所はなくなっていることがわかる。

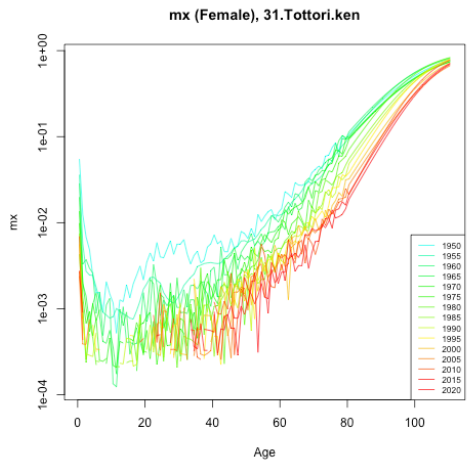


図12 年齢別死亡率（平滑化しないもの、鳥取県、女性）

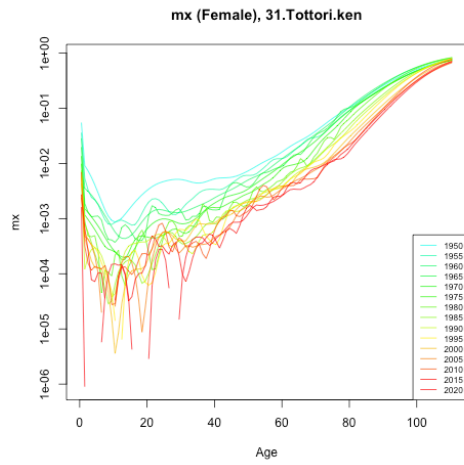


図13 年齢別死亡率（平滑化したもの、鳥取県、女性）

一方、人口規模が小さい鳥取県で同じものを示したものが図12、13である。鳥取県では近年の若年層で平滑化をおこなっても死亡率が0となる箇所は発生しているが、その頻度は平滑化前と比べて大幅に減少しており、若年層を除いた年齢パターンの観察がしやすくなっていることが理解できる。

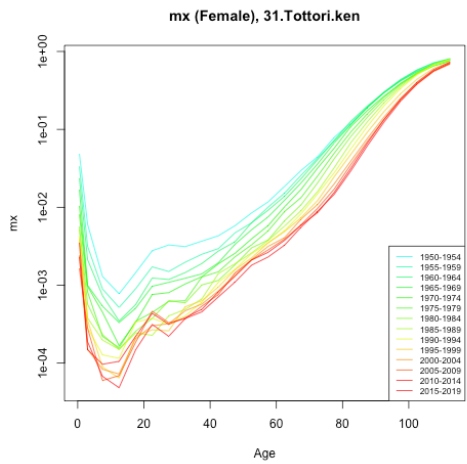


図14 年齢階級別死亡率（5歳x5年、平滑化しないもの、鳥取県、女性）

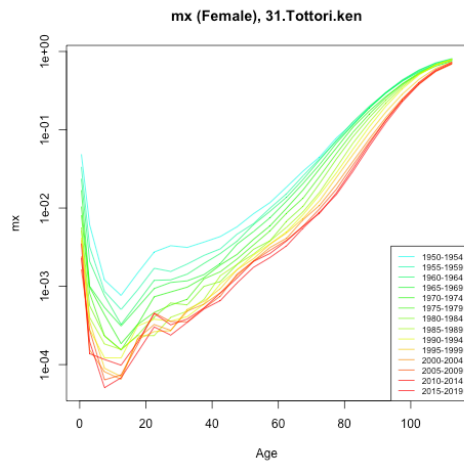


図15 年齢階級別死亡率（5歳x5年、平滑化したもの、鳥取県、女性）

次に、同じく鳥取県に対して、現在も提供が行われている5歳×5年の生命表死亡率について、平滑化前後の比較を行ったものが、図14、15である。両者は若干の違いはあるものの、概ね同様の推計結果となっている。このように、平滑化を行って得た1歳x1年単位の生命表を基礎としても、現在、提供されている5歳×5年単位の生命表に与える影響は限定的である。平滑化を行うことで、平滑化前後の両系列を提供するという考え方も存在す

るが、従来から死亡率については1歳×1年単位のを平滑化せずに提供しており、生命表については平滑化したもののみを提供することとしても、これまでのものと同様の利用が可能であると考えられる。

## おわりに

本研究は、日本版死亡データベース構築の方法論改善に関する検討を目的とし、HMD ProtocolのVersion 6における出生月別出生数を用いたexposure推計法を踏まえたJMDの方法論について述べるとともに、都道府県別生命表提供に関する課題に対応するため、都道府県別生命表の提供年次を全国版と同様に1947年以降に拡大するとともに、各年・各歳の生命表を作成するための方法論の検討を行った。

本研究における都道府県別生命表についての検討結果から、JMDの単年の生命表は、既存の公式生命表や水島生命表の平均寿命とも整合的であることが明らかとなった。ただし、比較に際しては、公式生命表や水島生命表では複数年を作成基礎期間としている点に注意が必要であること、また、JMD生命表は単年で作成することから特に人口規模の小さい都道府県では変動が大きいことに注意が必要であることが明らかとなった。また、1959-61年の水島生命表との比較では、特に女性において、愛知県と三重県の1959年の平均寿命が水島生命表を大きく下回っていることが観察されたが、これは1959年に日本に上陸した伊勢湾台風の影響であることが推察された。このような、特定の年の災害が死亡動向に与える影響は、本研究で提示した方法に基づく単年の生命表を用いることによって初めて評価が可能となるものであり、単年の生命表の提供は死亡分析の観点からも極めて有用であることが明らかとなった。

本研究で提示した方法論により、今後、JMDの都道府県別生命表の年次拡大および単年の生命表提供を行うことが可能となると考えられるが、一方で、本研究では、鳥取県の平均寿命が近年のところで大きく変動をしながら推移することなど、人口規模の小さい都道府県における単年の生命表の変動に注意する必要性をも指摘した。このような観点からは、今後、実際に生命表を提供する際に、例えば推定された平均寿命の標準誤差を同時に示すなど、利用者が推計結果が持つ変動の大きさを認識できるようにするなどの工夫も必要となると考えられる。このような点については今後の課題としたい。

本研究は、国立社会保障・人口問題研究所「超長寿社会における人口・経済・社会のモデリングと総合分析」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32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いる。

## 参考文献

石井太・堀口侑 (2022) 「都道府県別日本版死亡データベースの拡張に関する研究」、『超長寿社会における人口・経済・社会のモデリングと総合分析 2021 年度報告書』, 国立社会保障・人口

- 問題研究所, pp.11–27.
- 石井太 (2003) 「都道府県別生命表とは」, 『厚生指標』, 第 50 巻, 第 5 号, pp.2–7.
- (2015a) 「日本版死亡データベースの構築に関する研究」, 『人口問題研究』, 第 71 巻, 第 1 号, pp.3–27.
- (2015b) 「日本版死亡データベースの人口分析への応用」, 『人口問題研究』, 第 71 巻, 第 2 号, pp.141–155.
- (2020) 「日本の人口学における死亡研究の動向」, 『人口学研究』, 第 56 巻, pp.43–50.
- 国立社会保障・人口問題研究所「日本版死亡データベース」. <https://www.ipss.go.jp/p-toukei/JMD/index.asp>.
- 重松峻夫・南條善治・吉永一彦 (1996) 『新版: 水島都道府県別生命表集』, 福岡大学医学部公衆衛生学教室, 東北学院大学人間情報学研究所.
- 別府志海・石井太 (2021) 「わが国における震災と死亡」, 井上孝・和田光平 (編) 『自然災害と人口』, 原書房, pp.75–98.
- Human Mortality Database. Max Planck Institute for Demographic Research (Germany), University of California, Berkeley (USA), and French Institute for Demographic Studies (France). Available at [www.mortality.org](http://www.mortality.org).
- Wilmoth, J. R., K. Andreev, D. Jdanov, D. A. Gleijeses, and T. Riffe (2021) “Methods Protocol for the Human Mortality Database (Version 6)”, available at <https://www.mortality.org/Public/Docs/MethodsProtocol.pdf>.

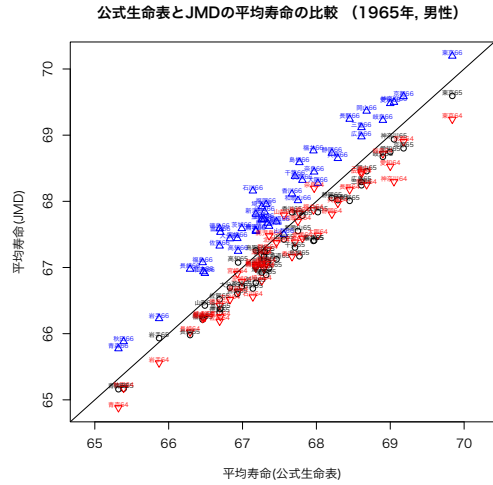
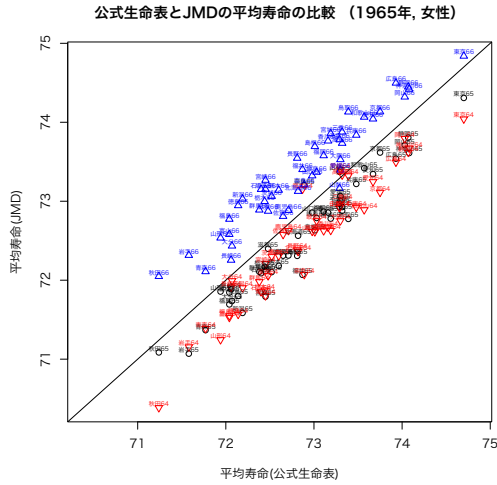


図 16 公式生命表との比較 (1965 年, 女性)

図 17 公式生命表との比較 (1965 年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1964~1966 年)

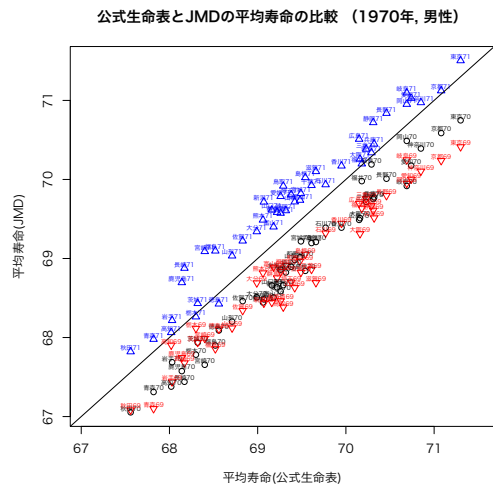
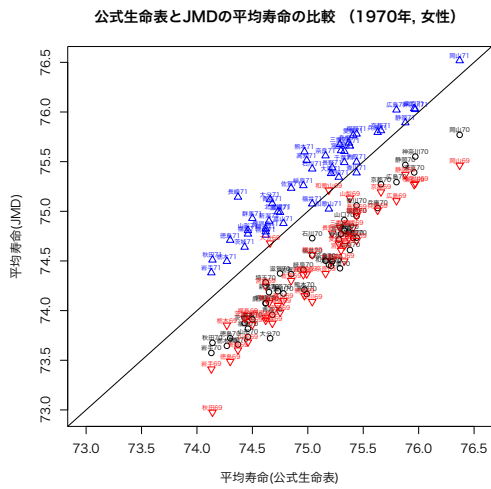


図 18 公式生命表との比較 (1970 年, 女性)

図 19 公式生命表との比較 (1970 年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1969 年 4 月~1972 年 3 月)

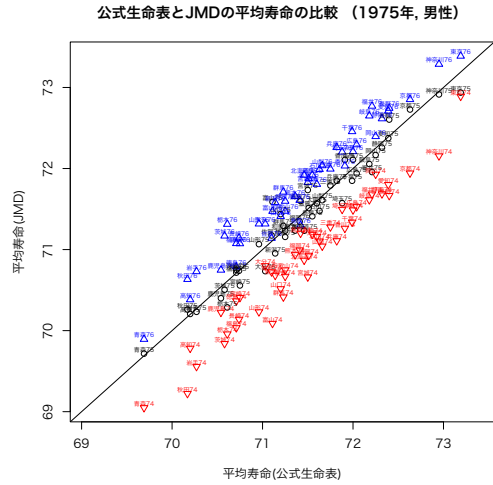
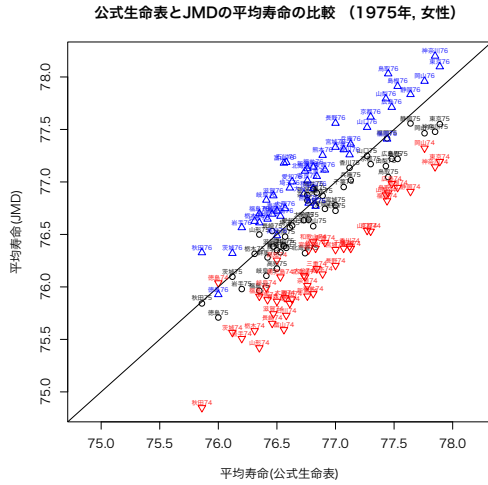


図 20 公式生命表との比較 (1975年, 女性)

図 21 公式生命表との比較 (1975年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1974~1976 年)

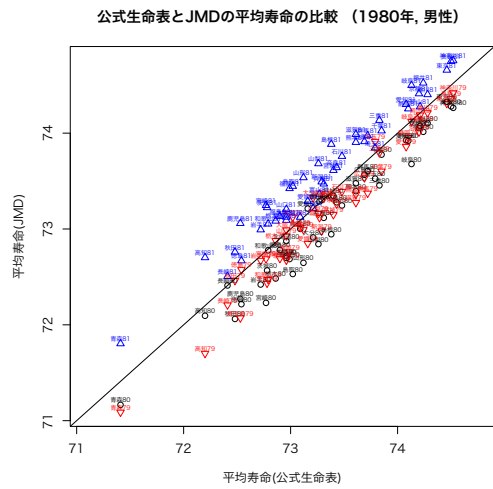
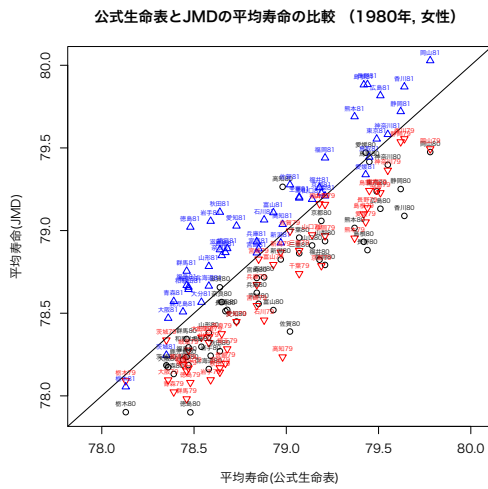


図 22 公式生命表との比較 (1980年, 女性)

図 23 公式生命表との比較 (1980年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1979~1981 年)



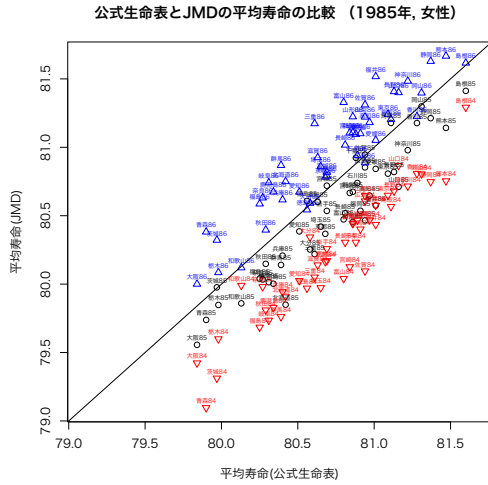


図 24 公式生命表との比較 (1985 年, 女性)

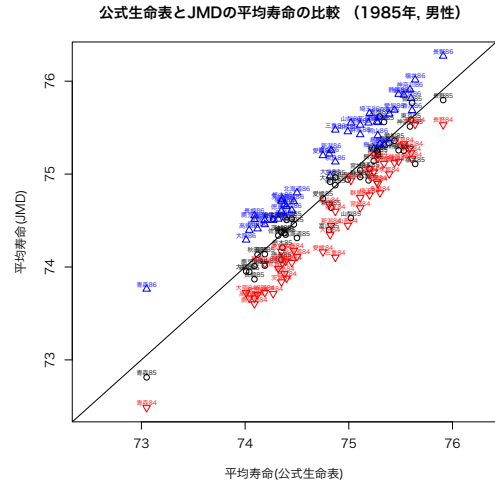


図 25 公式生命表との比較 (1985 年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1984~1986 年)

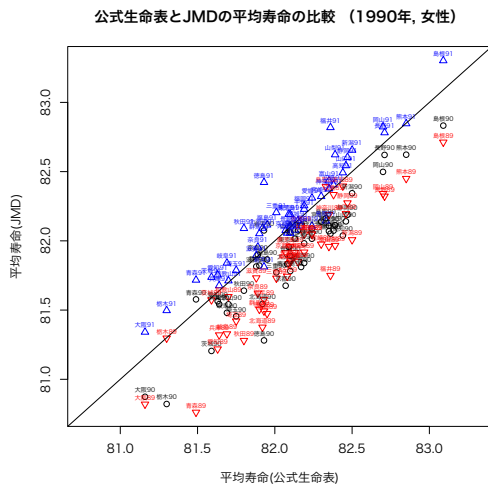


図 26 公式生命表との比較 (1990 年, 女性)

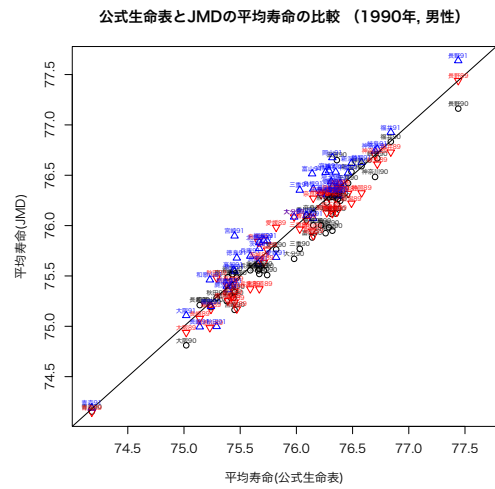


図 27 公式生命表との比較 (1990 年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1989~1991 年)

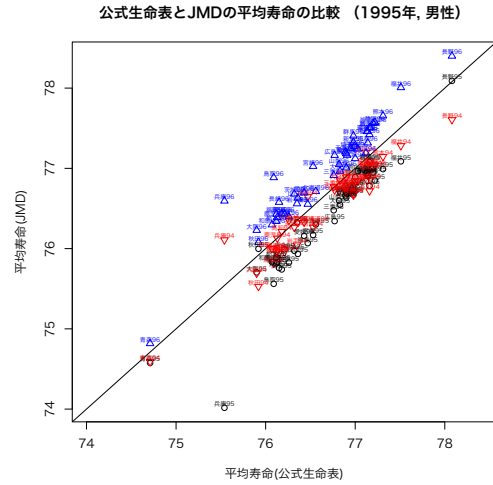
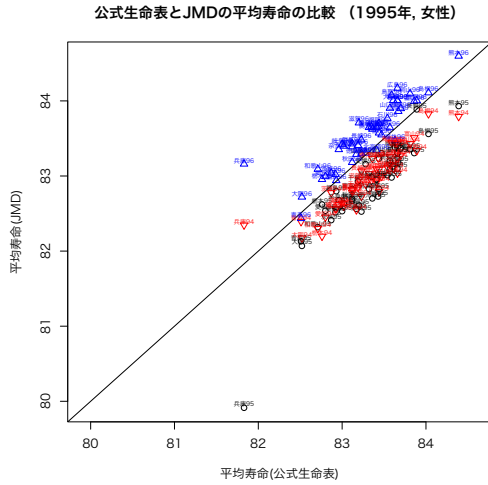


図 28 公式生命表との比較 (1995年, 女性)

図 29 公式生命表との比較 (1995年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1994~1996 年)

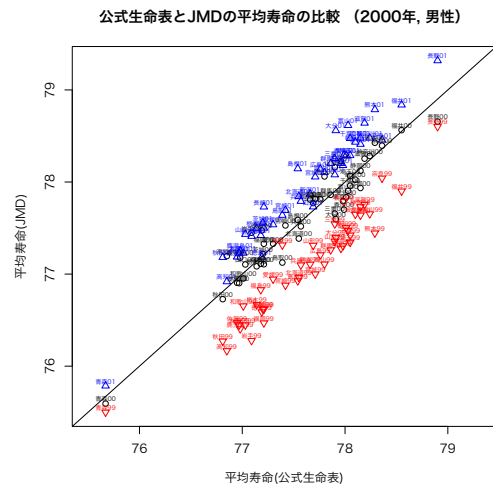
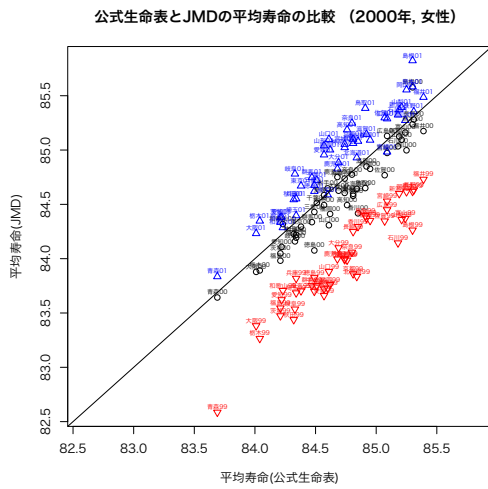


図 30 公式生命表との比較 (2000年, 女性)

図 31 公式生命表との比較 (2000年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 1999~2001 年)

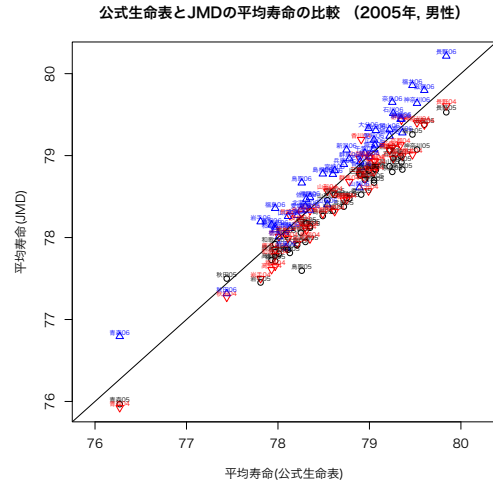
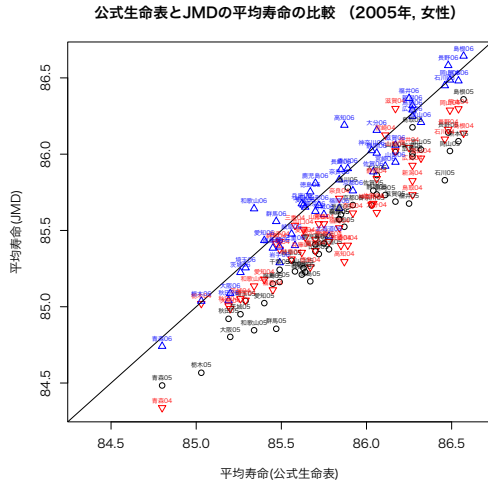


図 32 公式生命表との比較 (2005 年, 女性)

図 33 公式生命表との比較 (2005 年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 2004~2006 年)

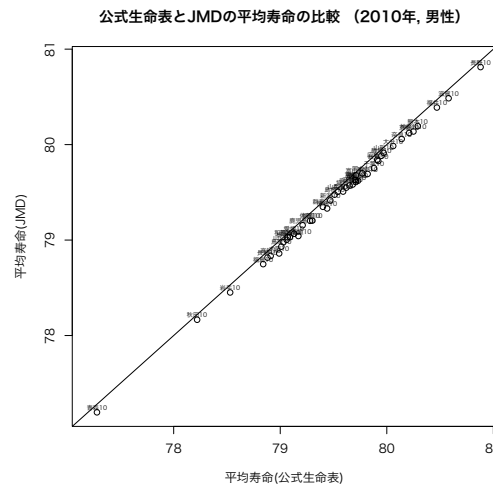
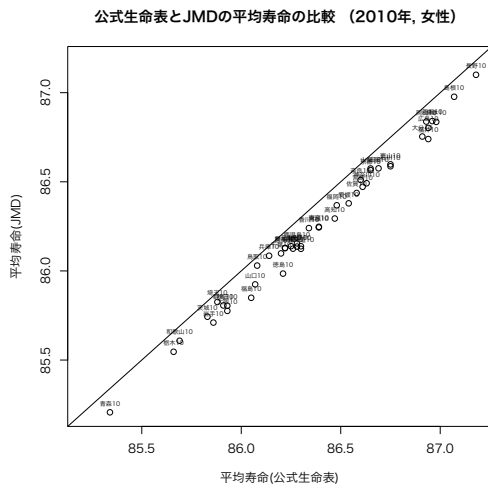


図 34 公式生命表との比較 (2010 年, 女性)

図 35 公式生命表との比較 (2010 年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 2010 年)

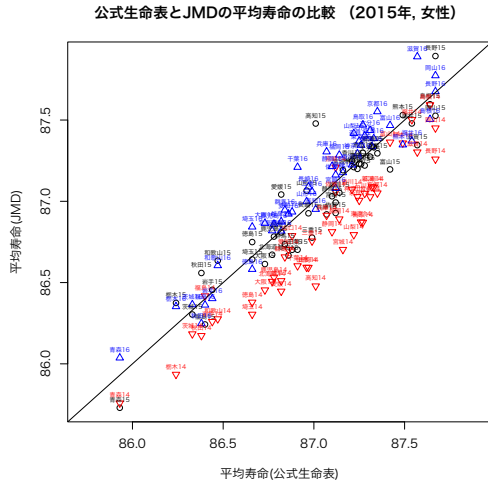


図 36 公式生命表との比較 (2015年, 女性)

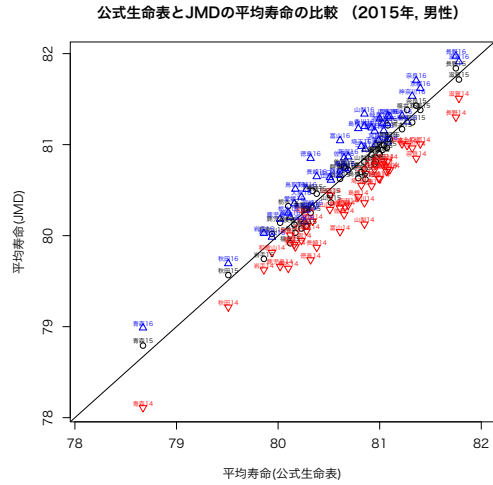


図 37 公式生命表との比較 (2015年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 2014~2016 年)

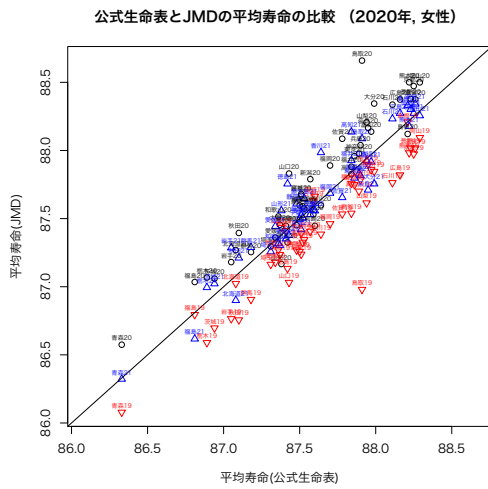


図 38 公式生命表との比較 (2020年, 女性)

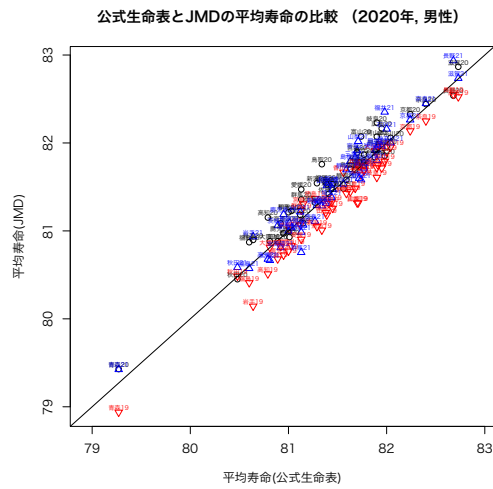
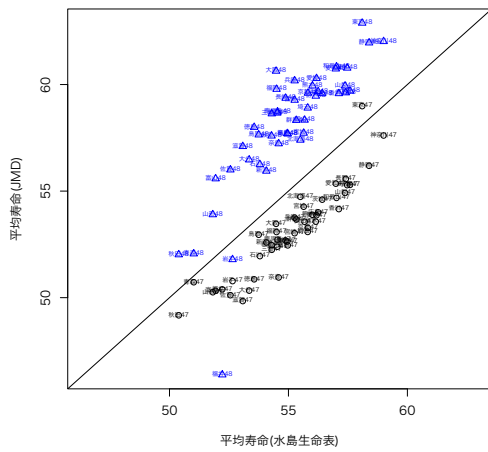


図 39 公式生命表との比較 (2020年, 男性)

(公式生命表の作成基礎期間は 2019~2021 年)

水島生命表とJMDの平均寿命の比較 (1947-1948年, 女性)



水島生命表とJMDの平均寿命の比較 (1947-1948年, 男性)

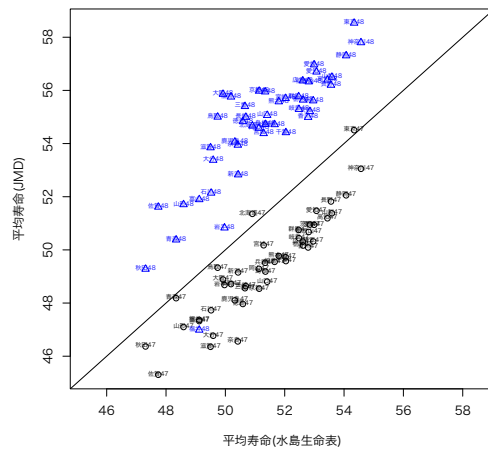
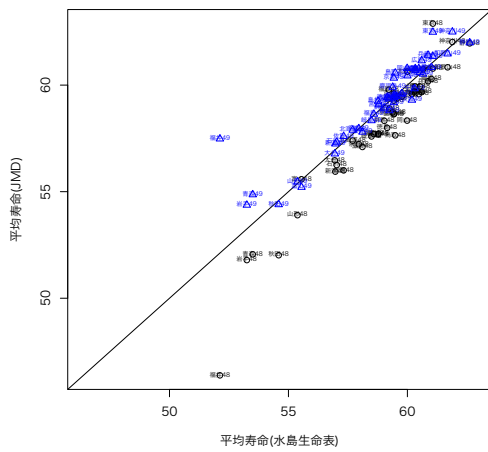


図 40 水島生命表との比較 (1947-48 年, 女性)

図 41 水島生命表との比較 (1947-48 年, 男性)

(水島生命表の作成基礎期間は 1947 年 3 月～1948 年 3 月)

水島生命表とJMDの平均寿命の比較 (1948-1949年, 女性)



水島生命表とJMDの平均寿命の比較 (1948-1949年, 男性)

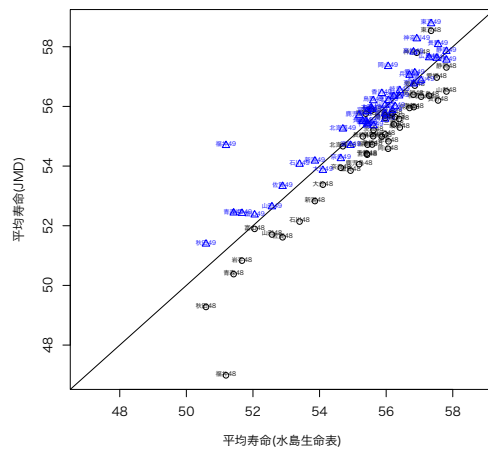


図 42 水島生命表との比較 (1948-49 年, 女性)

図 43 水島生命表との比較 (1948-49 年, 男性)

(水島生命表の作成基礎期間は 1948 年～1949 年)

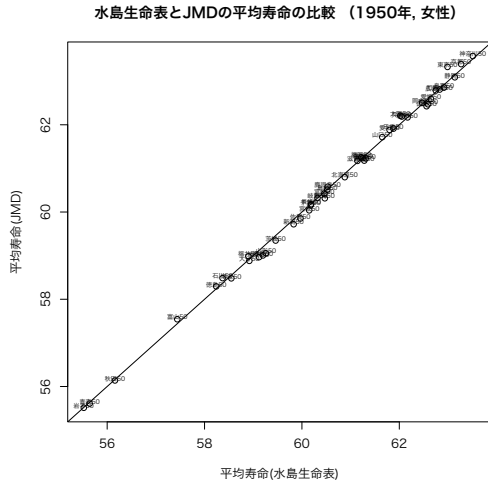


図 44 水島生命表との比較 (1950年, 女性)

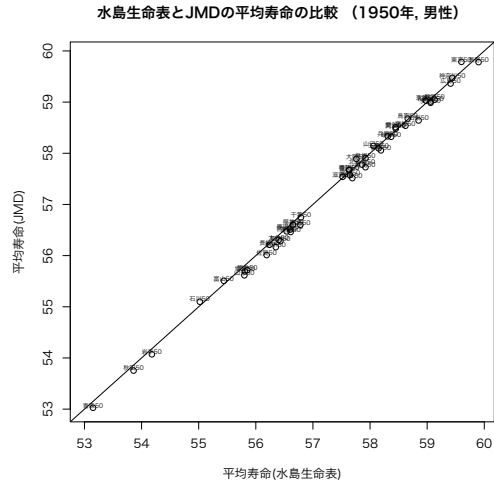


図 45 水島生命表との比較 (1950年, 男性)

(水島生命表の作成基礎期間は 1950 年)

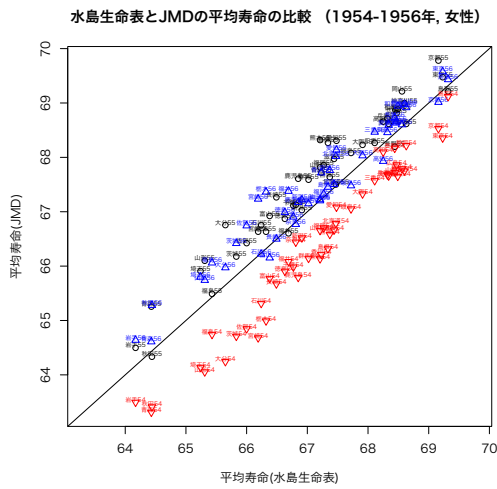


図 46 水島生命表との比較 (1954-56年, 女性)

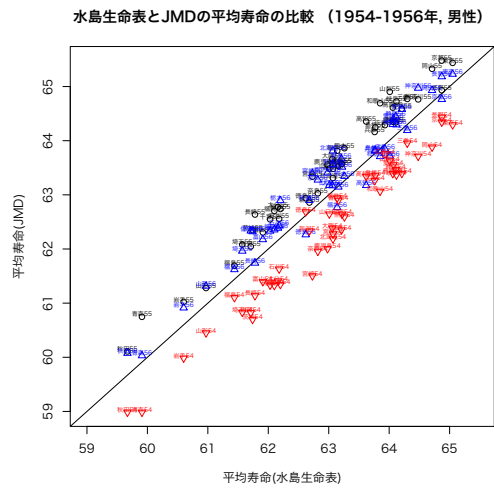


図 47 水島生命表との比較 (1954-56年, 男性)

(水島生命表の作成基礎期間は 1954 年～1956 年)

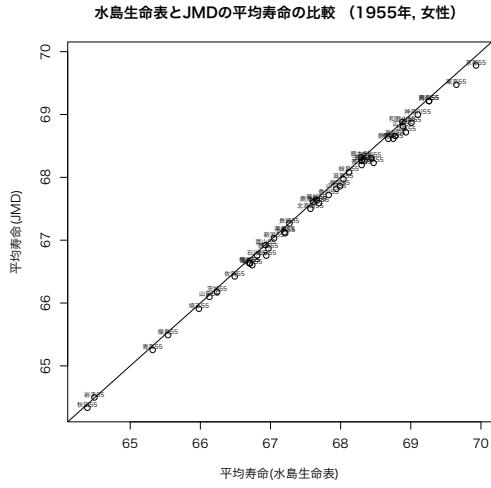


図 48 水島生命表との比較 (1955年, 女性)

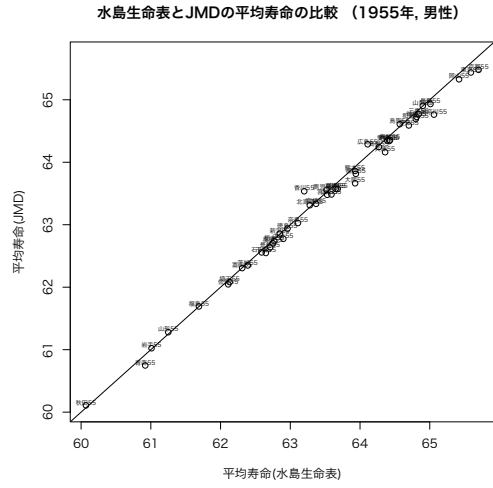


図 49 水島生命表との比較 (1955年, 男性)

(水島生命表の作成基礎期間は 1955 年)

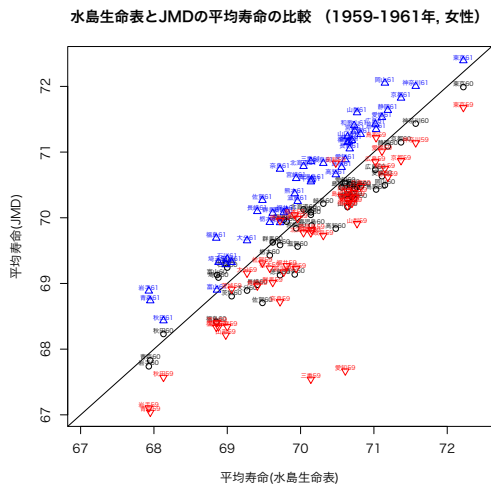


図 50 水島生命表との比較 (1959-61年, 女性)

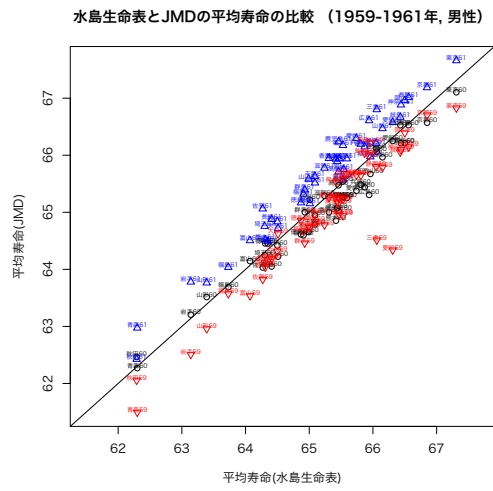


図 51 水島生命表との比較 (1959-61年, 男性)

(水島生命表の作成基礎期間は 1959 年～1961 年)

