

患者調査データを用いた 循環器疾患患者数の年齢・時代・コホート分析

オク イ タスク
奥井 佑*

目的 患者調査のデータを用いて近年の循環器疾患の患者数と通院率の動向について年齢・時代・コホート分析（APC分析）を行った。

方法 1999年から2017年までの患者調査の循環器疾患患者の総患者数，人口動態調査の人口のデータを用いた。循環器疾患として，高血圧性疾患，心疾患（高血圧性を除く），虚血性心疾患，脳血管疾患の4疾患の動向を分析した。年齢区分は30-34歳から85-89歳まで5歳刻みで全12年齢階級とし，コホート情報として，1910-1914年生まれから1983-1987年生まれ世代まで1歳刻みでコホートを定義して用いた。分析手法として，ベイジアンAPCモデルを用い，男女別に通院率の変化を年齢効果，時代効果，コホート効果の3つに分離した。

結果 循環器疾患のうち，高血圧性疾患の患者数は男女とも増加傾向であるのに対して，虚血性心疾患や脳血管疾患は減少傾向であった。APC分析の結果，男女とも年齢効果が他の効果よりも相対的に変動が大きい場合が多く，通院率に対する年齢効果が高齢になるほど高まることが確認された。高血圧性疾患について，男女とも1948年生まれ近辺から通院率に対するコホート効果が世代を経るごとに減少していたが，男性の方が効果の減少度合いが緩やかであり，1976年生まれ近辺からは効果が上昇に転じていた。心疾患（高血圧性を除く）について，男性で1930年生まれ近辺から，女性では1920年代生まれ近辺からコホート効果の減少がみられたが，女性における効果の減少度合いがより顕著であり，男性では1965年生まれ近辺から効果が横ばいとなっていた。脳血管疾患については，男女ともコホート効果の減少が認められたが，男性においては1970年生まれ近辺から，女性においては1960年生まれ近辺からコホート効果が緩やかに上昇に転じていた。

結論 患者調査データを用いて循環器疾患通院率の動向をAPC分析した結果，疾患および性別により時代効果とコホート効果の動向が異なることが示され，男女で患者数の動向が類似する場合においても各効果の動向が異なる傾向が示された。

キーワード 循環器疾患，年齢・時代・コホート分析，患者調査，公的統計，ベイジアンAPCモデル

I はじめに

循環器疾患は国内でも多くの患者数を有する疾患であり，高血圧疾患などの生活習慣病や先天性の心疾患など複数種類の疾患を包含する疾患カテゴリーである。脳血管疾患や虚血性心疾

患の患者数は減少傾向であることがわかっているが¹⁾，現在においても日本人の死因の上位を占めている²⁾。高血圧性疾患は代表的な生活習慣病であり，患者数も多く，国民医療費への負担も大きい疾患である。疾患の予防策を講じるとともに，将来における患者数・死亡者数を抑

*九州大学病院メディカル・インフォメーションセンター助教

制するためにも、循環器疾患患者の動向について分析を行うことが重要である。国内の循環器疾患による死亡者数の動向については複数の研究が行われている一方で³⁾⁴⁾、患者数や通院率の動向を分析した研究は比較的少ない。国内の疾患の患者数と通院率の動向を分析する上では患者調査のデータが有効であり、患者調査を用いて各種循環器疾患の患者数を将来推計する研究も行われている⁵⁾。高血圧性疾患や、虚血性心疾患、脳血管疾患等、疾患分類ごとに患者数の動向も異なることが考えられる。

疾患による患者数や死亡者数の動向を分析する手法として、年齢・時代・コホート分析（Age-period-cohort analysis：APC分析）が用いられる場合がある。APC分析は一定間隔の年月において各年齢階級の統計値が得られている場合に適用可能な分析手法であり、統計値の変化を年齢効果、時代効果、コホート効果の3つの効果に分解する⁶⁾。APC分析により国内の統計データをもとに疾患による死亡者数や出生などの人口動態を分析する研究が多く行われている⁷⁾⁸⁾。循環器疾患については、APC分析により人口動態統計を用いて死亡者数の動向を分析した研究が行われており⁴⁾⁹⁾¹⁰⁾、心血管疾患死亡率の時代効果が1960年以降一貫して減少していることや⁴⁾、虚血性心疾患死亡率のコホート効果が減少を続けていることが示されている⁹⁾。その一方で、患者数の変化を分析した研究は行われていない。

本研究では、患者調査のデータを用いて近年の循環器疾患の患者数と通院率の動向について年齢・時代・コホート分析（APC分析）を行った。ただし、本論文では通院率を総患者数／人口（以下、通院率）と表示した。

Ⅱ 方 法

（１） 使用データ

公的データとして公開されている患者調査のデータを用いた。患者調査は全国の病院・診療所を対象として、層化無作為抽出された病院（500床以上の病院については悉皆調査）の患

者数を集計する調査である¹¹⁾。調査は3年に1回行われ、本研究では1999年から2017年までの計7回の調査データを用いた。患者調査は国内の全病院・診療所を対象としているわけではないが、全国から無作為抽出された病院・診療所を対象とするため、全国の患者数の動向を反映していると考えられる。患者調査のうち、性・年齢階級×傷病分類別の総患者数のデータを用いた。総患者数は継続的に医療を受けているものの数を以下の式で算出した値である¹¹⁾。

総患者数＝入院患者数＋初診外来患者数＋再来外来患者数×平均診療間隔×調整係数 $\frac{6}{7}$

循環器疾患については高血圧性疾患、心疾患（高血圧性を除く）、虚血性心疾患、脳血管疾患の4種類の分類が存在し、心疾患（高血圧性を除く）は虚血性心疾患を包含する分類である。本研究では、これら4種類の疾患の動向について分析した。人口については、人口動態統計¹²⁾から性・年齢階級別の人口を入手した。患者調査では、0-4歳から85-89歳まで5歳刻みで全18階級のデータが取得できる。一方で、千人単位でデータが集計されているため、若年者における集計値は0か1であることが多く、全年齢階級のデータをAPC分析に用いた場合、集計値のわずかな変化で過剰にAPCモデルの推定値が影響を受けるといった問題が生じる。そのため、本研究では年齢階級については30-34歳から85-89歳まで全12階級のデータを用いた。また、患者調査データは1996年から現在公表されているが、1996年に関してのみ、一部他の年とは異なる年齢階級で集計がなされており、年齢階級が0-4歳、5-9、10-14、15-20、20-24、25-34、35-44、45-54、55-64、65-69、70-74、75-79、80-84、85歳以上という分類になっている。そのため、1996年のデータは本研究では使用しなかった。

（２） 分析手法

APC分析手法としてベイジアンAPCモデル（BAPC）を用いた⁶⁾。 y_{ij} を年 j （ $1, \dots, J$ ）の年齢階級 i （ $1, \dots, I$ ）における患者数としたとき、通院者数は平均が以下のパラメータ λ_{ij} である

ポアソン分布に従うと仮定する。

$$y_{ij} \sim \text{Poisson}(\lambda_{ij})$$

$$\log(\lambda_{ij}) = \delta + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + z_{ij} + \log(n_{ij})$$

ここで、 δ は切片であり、 α_i は年齢効果、 β_j は時代効果、 $\gamma_k (k=1, \dots, K)$ は出生コホート効果、 z_{ij} は年・年齢階級ごとに定義される変量効果、 n_{ij} は各年・年齢階級の総人口である。ただし、各効果の識別のため、 $\sum_{i=1}^I \alpha_i = \sum_{j=1}^J \beta_j = \sum_{k=1}^K \gamma_k = 0$ という制約を置く。 $\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$ の事前分布として一次のランダムウォークを仮定し、各効果のパラメータを平滑化した。 z_{ij} は平均が0の正規分布により発生すると仮定した。パラメータ推定には、ハミルトニアンモンテカルロ法を用いた¹³⁾。

コホートについては、1999年において85-89歳である1910-1914年生まれのコホートから、2017年に30-34歳である1983-1987年生まれのコホートまで1歳刻みで出生コホートを定義して、全74コホートを分析に用いた。なお、すべての統計解析はR3.5.1¹⁴⁾を用いて行った。

(3) 倫理的配慮

本研究は一般に公開されている公的統計データを分析した研究であり、所属機関における倫理審査は要しない。

III 結 果

表1が男性の各疾患の患者数と通院率の推移であり、表2が女性の結果である。ただし、患者数と通院率は30歳から89歳までの患者における数値を示している。男女とも高血圧性疾患の

患者数が最も多く、直近の約20年間で患者数・通院率は増加していることがわかる。心疾患（高血圧性を除く）については、男女とも患者数が2008年まで減少しているが、その後は男性においては増加しており、女性では横ばいとなっている。虚血性心疾患については男性において、患者数が減少後横ばいとなっているが、女性では減少を続けている。脳血管疾患については男女とも減少し続けていた。

図1が高血圧性疾患のAPC分析の結果である。実線が推定値であり、網掛けの範囲が推定値のベイジアン信用区間である。年齢の効果が他の効果と比べて値の変動が大きいことがわかる。年齢の効果は若年者では非常に小さい値をとり、年齢を重ねるごとに通院率に対する効果が高まっていく。時代効果については、男女とも1999年から2002年にかけて効果が減少したが、男性ではその後上昇傾向に転じ、女性ではその後は横ばいとなっている。コホート効果については男性において1948年生まれ近辺までは効果が上昇傾向であったが、その後は1976年生まれ近辺まで効果が減少していた。一方、女性では1930年生まれ近辺まで効果が上昇したが、男性同様に1948年生まれ近辺から効果が減少に転じ、その後は減少を続けていた。

図2が心疾患（高血圧性を除く）に対するAPC分析の結果である。男女とも年齢の上昇に伴い、効果が大きくなることがわかる。時代効果については男性において一貫して減少傾向であるのに対し、女性では2008年から横ばいとなっており、男性の方が効果の減少度合いが大きかった。コホート効果については男性におい

表1 患者数（通院率）の推移（男性）

	疾患			
	高血圧性疾患	心疾患(高血圧性を除く)	虚血性心疾患	脳血管疾患
1999年	2 836(0.074)	917(0.024)	552(0.014)	697(0.018)
2002	2 773(0.070)	824(0.021)	473(0.012)	650(0.016)
2005	3 100(0.075)	837(0.020)	453(0.011)	640(0.016)
2008	3 318(0.079)	819(0.020)	453(0.011)	625(0.015)
2011	3 773(0.088)	860(0.020)	443(0.010)	588(0.014)
2014	4 401(0.102)	907(0.021)	455(0.011)	571(0.013)
2017	4 238(0.098)	910(0.021)	434(0.010)	525(0.012)

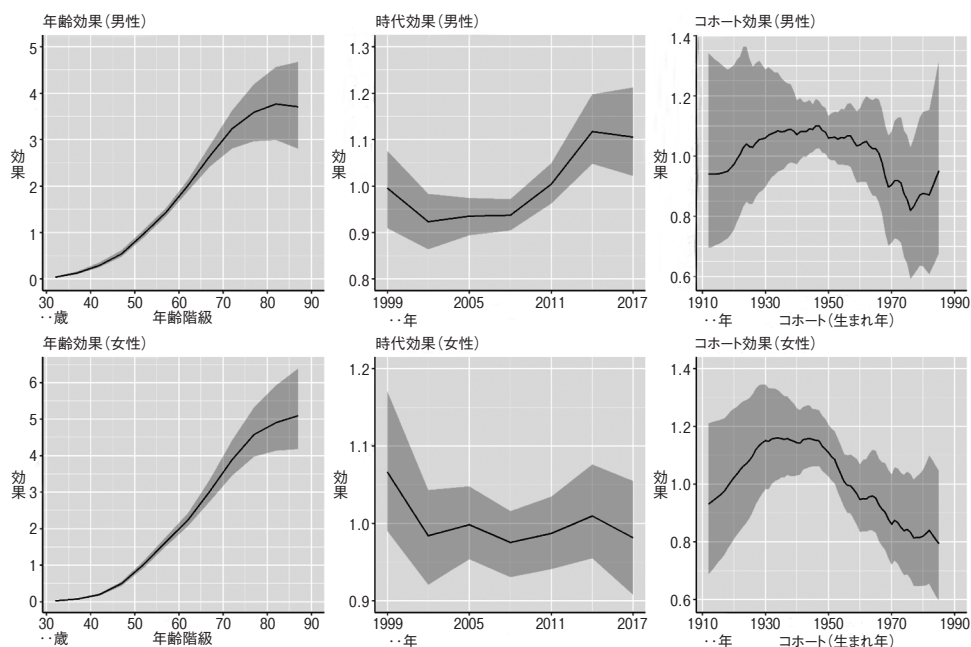
注 患者数は千人単位で表示している。

表2 患者数（通院率）の推移（女性）

	疾患			
	高血圧性疾患	心疾患(高血圧性を除く)	虚血性心疾患	脳血管疾患
1999年	4 246(0.102)	859(0.021)	487(0.012)	699(0.017)
2002	4 099(0.095)	765(0.018)	413(0.010)	630(0.015)
2005	4 545(0.102)	726(0.016)	377(0.008)	624(0.014)
2008	4 490(0.099)	631(0.014)	320(0.007)	613(0.014)
2011	5 031(0.109)	644(0.014)	282(0.006)	541(0.012)
2014	5 387(0.116)	681(0.015)	281(0.006)	512(0.011)
2017	5 253(0.114)	644(0.014)	234(0.005)	475(0.010)

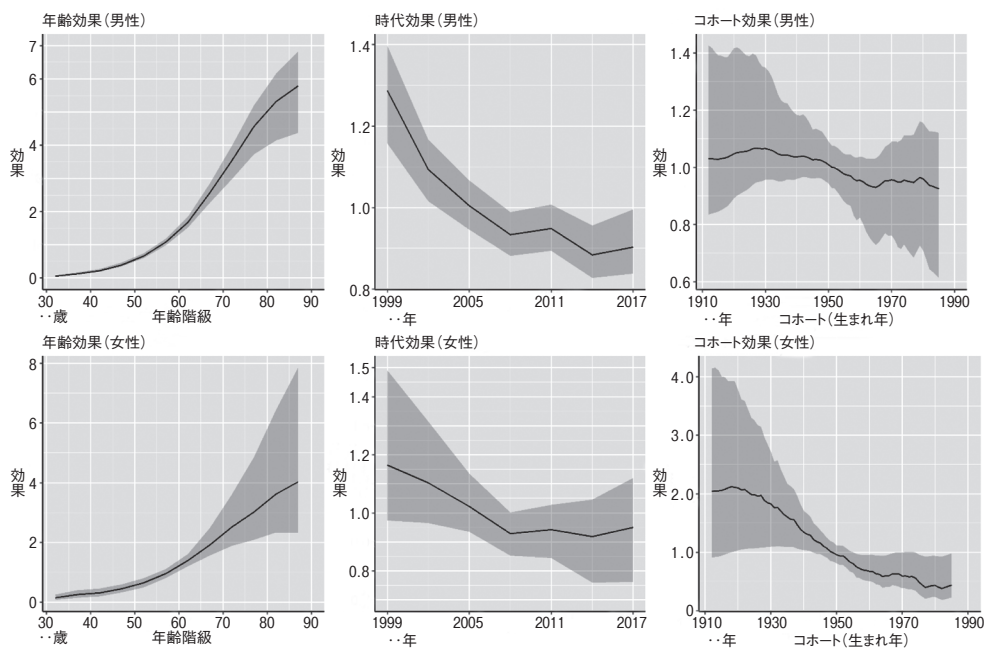
注 患者数は千人単位で表示している。

図1 高血圧性疾患のAPC分析の結果



注 実線は推定値、網掛けの範囲は推定値のベイジアン信用区間、図4まで同様。

図2 心疾患（高血圧性を除く）のAPC分析の結果



て1930年生まれ世代付近から1965年生まれ世代付近まで緩やかな減少傾向を示したが、女性では1920年生まれ世代から一貫して減少傾向を示

し、効果の減少度合いも男性より大きかった。

図3が虚血性心疾患に対するAPC分析の結果である。年齢効果について、男性では30歳付

図3 虚血性心疾患のAPC分析の結果

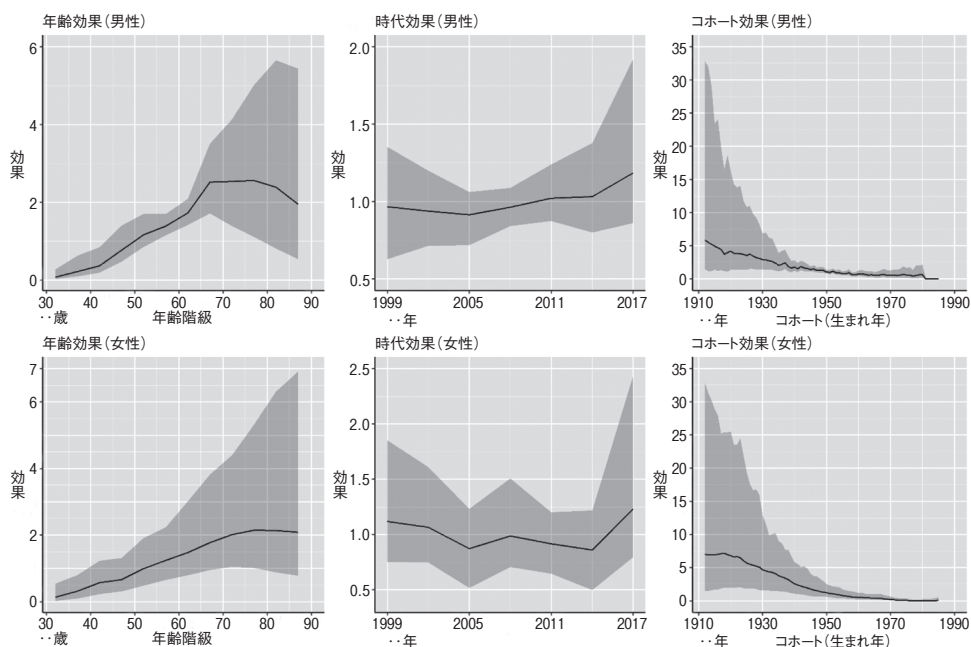
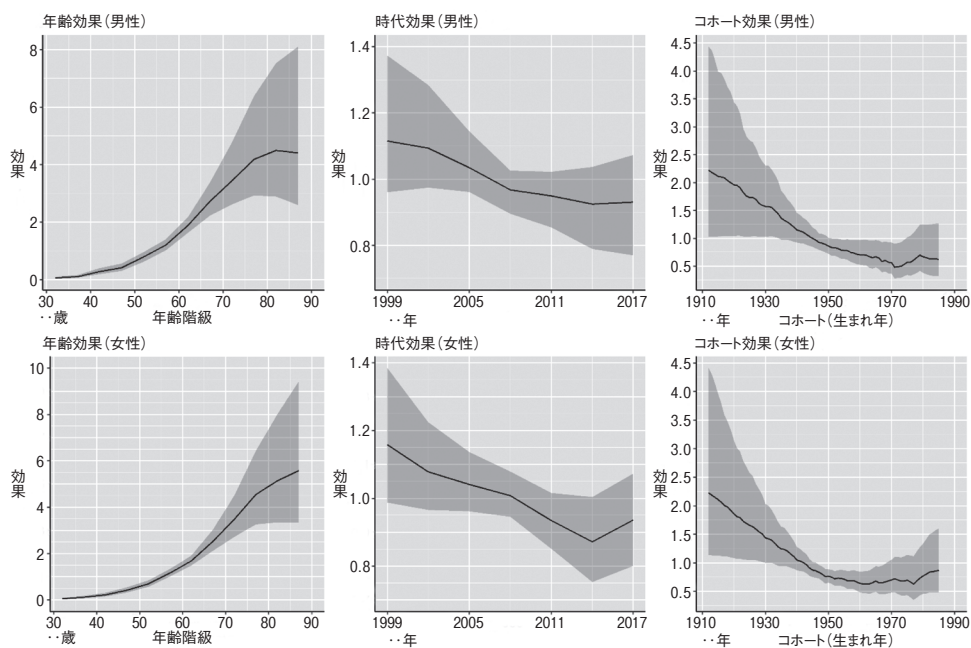


図4 脳血管疾患のAPC分析の結果



近から65-69歳代まで効果が上昇するが、その後は比較的横ばいとなった。一方、女性では75-79歳代まで効果が上昇するが、その後は比

較的横ばいとなった。時代効果については、男性では2005年まで減少するが、その後は上昇していた。女性では2014年まで減少傾向が続いた

が、2017年に上昇に転じた。コホート効果については男女とも世代を経るごとに効果が減少していた。

図4が脳血管疾患に対するAPC分析の結果である。年齢効果について、男女とも年齢の上昇に伴い効果が上昇した。時代効果については、男性において一貫して減少傾向であり、女性においてもおおむね減少傾向を示したが、2014年から2017年にかけて効果が上昇していた。コホート効果については男性では一貫して減少傾向であったが、1970年生まれ近辺において効果の減少が止まり上昇傾向となっていた。女性では1960年生まれ近辺まで減少傾向を示したが、その後は効果が微増する傾向であった。

Ⅳ 考 察

APC分析の結果、疾患ごとに各効果の動向が異なることがわかった。高血圧性疾患の通院率は男女とも増加傾向であるが、男性については時代効果の上昇とともに、1948年生まれ近辺までのコホート効果の上昇が関連している可能性が示唆された。一方、女性では時代効果は2002年以降横ばいであるが、コホート効果が1930年生まれ世代まで急上昇しその後1948年生まれ世代周辺まで横ばいであったことが通院率の増加と関連していると考えられ、男女で患者数および通院率増加の背景が異なっている可能性がある。今回の結果から、女性では今後、1948年生まれ近辺からのコホート効果の減少に伴い通院率の増加が抑制される可能性があるが、男性ではコホート効果は今後高齢になる世代で顕著に減少しているわけではないため、通院率の増加に拍車がかかる可能性もある。

心疾患（高血圧性を除く）については男女で動向が比較的類似しており、時代効果、コホート効果ともに減少傾向がみられた。男性で2011年から2014年にかけて通院率が増加しているが時代効果は減少傾向であり、通院率の増加は人口の高齢化の影響であると考えられる。また、コホート効果について、男性において1930年生まれ近辺から1965年生まれ近辺まで緩やかな減

少傾向を示したが、女性では1920年生まれ近辺から効果の減少がより顕著であり、男女の通院率の推移の違いと関連していると考えられる。虚血性心疾患に限定した場合、男女とも時代効果の傾向が心疾患（高血圧性を除く）とは異なっており、男性では2005年以降時代効果が上昇傾向であった。女性では2014年まで減少傾向であり、コホート効果の減少も相まって女性における通院率がより顕著に減少していると考えられる。虚血性心疾患による死亡率についてAPC分析を行った先行研究において、男女ともコホート効果が1920年代から減少しているという結果が出ているが⁹⁾、通院率についても同様の減少傾向が認められる結果となり、男性においては1910年代以前からコホート効果が減少傾向であることも考えられる。

脳血管疾患については男女とも患者数が減少しており、時代効果も減少していることが確認されたが、女性については1960年生まれ近辺以降においてコホート効果が減少傾向にあるわけではないため、将来的に通院率の減少が抑制される可能性もある。脳血管疾患による死亡率についてAPC分析を行った先行研究において、男性で1948年生まれ世代以降、女性で1958年生まれ世代以降にコホート効果が上昇しているという結果が出ているが¹⁰⁾、本研究においても、女性については同世代近辺からコホート効果が上昇しているという結果となっている。

本研究の限界として、患者調査は疾患の診断がついた患者の数を集計しており、治療を受けていない多くの患者については統計値に反映されていない。患者調査を用いて患者数の動向を分析することは可能だが、より正確な患者数を把握する方法については別途検討が必要である。その他、本研究では年齢階級について85-89歳以上を上限として分析に用いたが、90歳以上での通院者数も一定数存在する。今後、平均寿命が延びることが予想され、90歳以上の通院者数も増えていくことが想定される。そのため、患者調査に限らず年齢階級が明確に5歳刻みになっていない年齢層のデータを活用する年齢・時代・コホート分析の手法を検討・開発する必

要があると考えられる。

本研究では患者調査を用いて循環器疾患の年齢・時代・コホート分析を行ったが、疾患の種類や男女によって時代効果やコホート効果が異なる傾向が示された。時代効果やコホート効果の動向によって今後患者数が増えていくか否かも左右されると考えられ、将来推計を行う前の実態把握の方法としてもAPC分析は有用であると考えられる。また、本研究では循環器疾患を対象としたが、他の疾患についても同様の分析が可能である。患者調査は3年おきの調査であるため、年齢・時代・コホート分析を行う上では工夫が必要ではあるが、様々な疾患について動向を分析する意義があると考えられる。

文 献

- 1) 厚生労働省. 患者調査の概況. 平成30年版厚生労働白書－障害や病気などと向き合い、全ての人が活躍できる社会に－(本文) (<https://www.mhlw.go.jp/stf/wp/hakusyo/kousei/18/index.html>) 2020.1.7.
- 2) 厚生労働省. 平成30年(2018)人口動態統計月報年計(概数)の概況 (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai18/index.html>) 2020.1.7.
- 3) 久松隆史, 三浦克之. わが国における心疾患の死亡率・罹患率の動向. 日循予防誌 2018; 53(1): 1-8.
- 4) 丸尾伸司, 磯博康. 日本人の心血管疾患のコホート効果の動向, 1950-2010. 日本公衛誌 2015; 62(2): 57-65.
- 5) 中村好一, 坂田清美, 尾島俊之, 他. 循環器疾患総患者数の将来推計: 厚生省患者調査より算出された総患者数をもとに. 日本公衛誌 1997; 44(4): 265-72.
- 6) Smith TR, Wakefield J. A Review and Comparison of Age-Period-Cohort Models for Cancer Incidence. Statistical Science 2016; 31(4): 591-610.
- 7) 内田博之, 小田切陽一, 大竹一男, 他. 日本人女性の婚姻動向における年齢・時代・コホートの効果と出生動向との関連(1985年-2005年). 日本公衛誌 2008; 55(7): 440-8.
- 8) 小田切陽一, 内田博之. 日本人女性の出生動向における年齢・時代・世代影響と出生数の将来推計. 厚生指標 2007; 54(11): 9-15.
- 9) Ma E, Iso H, Takahashi H, et al. Age-Period-Cohort Analysis of Mortality due to Ischemic Heart Disease in Japan, 1955 to 2000. Circulation Journal 2008; 72(6): 966-972.
- 10) Ma E, Takahashi H, Mizuno A, et al. Stratified Age-Period-Cohort Analysis of Stroke Mortality in Japan, 1960 to 2000. Journal of stroke and cerebrovascular diseases 2007; 16(3): 91-102.
- 11) e-Stat. 患者調査 (<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00450022&tstat=000001031167>) 2020.1.7.
- 12) e-Stat. 人口動態調査 (<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450011&tstat=000001028897&cycle=7&tclass1=000001053058&tclass2=000001053061&tclass3=000001053072>) 2020.1.7.
- 13) Stan Development Team. RStan: the R interface to Stan. R package version 2.19.2 (<http://mc-stan.org/>) 2020.1.7.
- 14) R Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (<https://www.R-project.org/>) 2020.1.7.