

I 緒 言

本研究は、世代（同時出生集団）の観点から地域格差を捉える新しい指標を提案し、健康施策の評価と今後の戦略の検討に資することを目的とした。

わが国では、2000年に厚生労働省から提示された「21世紀における国民健康づくり運動（以下、健康日本21）」において、地域の実情に根ざした地方計画の策定が義務づけられ、地域性を踏まえた集団戦略（住民全体への対策）と高リスク戦略（リスクの高い集団への対策）の双方によるアプローチの重要性がいわれるようになった。さらに、2013年からの健康日本21（第二次）では、「健康格差の縮小の実現」が掲げられ、国民の健康に影響を及ぼす社会環境の改善に向けた取り組みが重視されている¹⁾。これらの取り組みによる影響の受け方は世代によって異なることが考えられ、世代の観点から地域格差を捉えることは高リスク戦略の1つにつながる。

健康格差については、1960年代から検討されており、結核死亡率をはじめとして、循環器疾患や悪性新生物などの生活習慣病による死亡率、周産期・乳児死亡率、不慮の事故死、自殺など、主要死因の粗死亡率、標準化死亡比（SMR）、あるいは年齢調整死亡率の地域差によって示されたものが多くみられる²⁾⁻⁴⁾。これら死亡率には、人口の年齢構成の違いだけでなく、世代構成の違いによる影響なども含まれている。一般に、死亡率などの長期動向に影響する要因として、年齢要因（年齢やライフステージによるリスク）、時代要因（健康施策や生活環境が住民全体に与える影響）、世代要因（同時代に生育した世代がもつリスク）があることがいわれている。そこでさらに、各要因の観点から地域格差をみることであれば、各地で実施された取り組みの成果を評価し、次の戦略を検討する際の一助となると考えられる。

著者らは、Age-Period-Cohort分析で得られる効果を用いて、年齢、時代、世代それぞれの

観点から新しく地域格差を捉える指標の開発を行っている。本研究では、同じ時代環境に生まれ育った「世代の観点」に焦点を絞り、発生機序あるいはリスク因子の異なる3つの主要死因（脳血管疾患、肺炎、自殺）について指標を算出し、その有用性について検討した。

II 方 法

(1) 分析データ

47都道府県における脳血管疾患、肺炎、自殺の人口動態調査に基づく死亡数⁵⁾および国勢調査人口⁶⁾を使用した。各都道府県の1975年から2010年（5年ごと）、15~90歳（5歳年齢階級）、男女別データを分析対象とした。

(2) 分析方法

1) ベイズ型ポワソンAge-Period-Cohortモデル解析

ある事象の変動を年齢・時代・世代要因が与えた影響に分けて説明する手法としてAge-Period-Cohortモデル（以下、APCモデル）がある。しかしながら、APCモデルには、年齢・時代・世代効果を一意に決められないという識別問題のあることが知られている。本研究では、この識別問題を「パラメータの漸進的変化の条件（各効果の隣り合う区分での違い、すなわち1次階級の重みつき2乗和を最小にするという条件）」を与え、赤池のベイズ型情報量規準ABIC（Akaike's Bayesian Information Criterion）を最小にするモデルを選択することによって、各効果について一意解が得られる中村のベイズ型Age-Period-Cohortモデル（以下、BAPCモデル）⁷⁾⁻⁹⁾を用いた。BAPCモデルは、 j 年の第 i 年齢階級の人口を P_{ij} 、各死因の死亡数を y_{ij} 、期待死亡数を λ_{ij} とすると、以下の形に分解するものである。

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

$$\log \lambda_{ij} = \log P_{ij} + \beta^G + \beta_i^A + \beta_j^P + \beta_k^C.$$

ここで、 β^G は総平均効果、 β_i^A 、 β_j^P 、 β_k^C はそれぞれ年齢・時代・コウホート効果のパラ

メータである。各効果パラメータは、それぞれ相対的な値となるようゼロ和制約を課して基準化する。

各死因の男女別47都道府県死亡率（男性47群、女性47群、計94群）を、BAPCモデルによって総平均効果、年齢効果、時代効果、世代効果に分離し、各効果の大きさを推定した。なお、BAPCモデルでは、3効果の有無により、無効果のGモデル、A・P・Cの単効果モデル、AP・AC・PCの2効果モデル、APCの3効果モデルの8モデルが考えられる。このうち先述のようにして選ばれた最小ABICモデルに含まれる効果に対応する要因は、各死因の死亡率に対して有意な影響を与えていると解釈することができる。

2) 世代ジニ係数の算出

本研究では、世代の観点から地域格差を把握するため、BAPCモデルで分離された効果のうち、世代効果を用いた。世代効果は、年齢や時代による変化以外に、生まれ育った生活環境やそれまで歩んできた時代背景により培われた、他の世代と区別できる特徴の部分をつまえている。そのため、直下で定義する「世代死亡率」は、世代別に算出した死亡率とは異なり、年齢要因や時代要因による影響が取り除かれた、世代要因そのものによって生じた死亡率であると考えることができる。

BAPCモデルにより、男女別47都道府県の各群について22の世代効果（1861～1995年生まれ、5年区切り世代）の推定値が得られるが、これらはゼロ和制約により各群内で基準化しているため、そのままでは他群の同一世代との比較に用いることはできない。そこで、次に示すように、各世代効果の推定値に総平均効果を足して死亡率に戻した「世代効果だけでみた死亡率（以下、世代死亡率）」を各群の世代別に算出した。世代の添字を k 、性別の添字を s 、都道府県の添字を g として、

$$d_{k,s,g}^C = \exp(\beta_{s,g}^G + \hat{\beta}_{k,s,g}^C), \quad k=1, \dots, 22; s=1, 2; \\ g=1, \dots, 47.$$

これら各群の世代死亡率を用いて、全体（94

群）、男性（47群）、および女性（47群）のそれぞれでみた場合のジニ係数（以下、世代ジニ係数）を世代別に算出した。

これら22の世代における「世代ジニ係数」の違いを観察しやすいように、本研究では世代順に並べた折れ線グラフで示した。なお、ジニ係数は0～1の値をとり、値が大きいほど群内における世代死亡率の格差（分配）が大きいことを意味する。世代間における世代死亡率の差（高低）の大きさは異なっても、世代死亡率が同じ割合で低下（あるいは上昇）している場合は、世代ジニ係数は変化せず同じ値となる。

3) 世代死亡率のマップ化

男女別に都道府県における世代死亡率の地域格差を観察するために、高群（平均+標準偏差以上）、中間群（平均±標準偏差未満）、低群（平均-標準偏差以下）の3分類で都道府県マップを作成した。本研究では、2)の世代ジニ係数の値が相対的に高い世代について示した。

以上、モデル解析にはMatlab、ジニ係数の算出およびマップ化にはデータ解析・グラフィック環境R¹⁰を用いた。

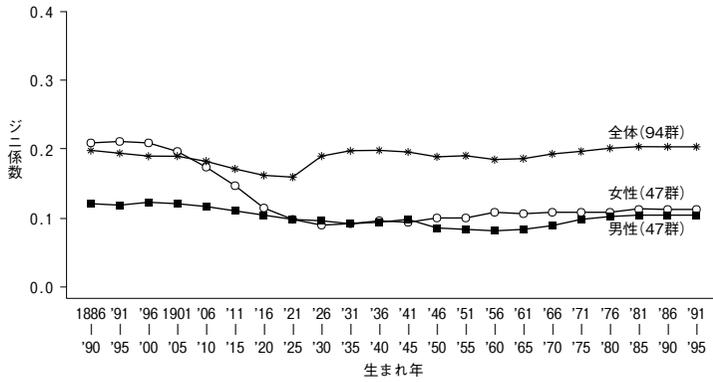
Ⅲ 結 果

脳血管疾患、肺炎、自殺における地域格差の状況を図1～3に示した。22世代における地域格差を世代ジニ係数でみたものを折れ線グラフ（上図）で、世代死亡率の高さを3分類でみた状況を都道府県マップ（下図）で示した。

(1) 脳血管疾患

脳血管疾患の世代ジニ係数（図1上）は、全体94群でみると1886-1890年生まれから1921-1925年生まれにかけて低くなったが、1926-1930年生まれより再び高くなっていった [0.16-0.20]。性別各47群でみると、男性の世代ジニ係数は1956-1960年生まれを底にして、1981-1985～1991-1995年生まれにかけて微増していた [0.08-0.12]。女性の世代ジニ係数は1886-1890～1896-1900年生まれの高さが目立った。1926-1930年生まれまで世代が新しくなるにつ

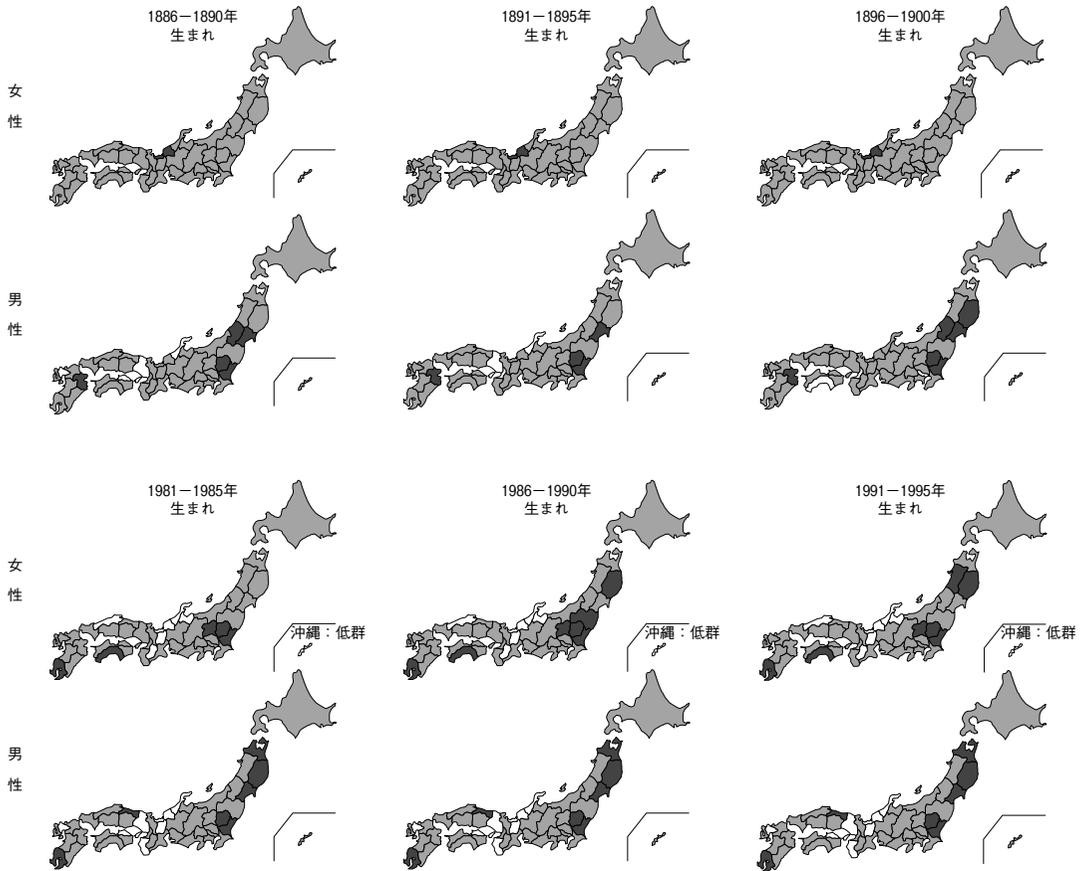
図1 脳血管疾患死亡の世代別にみた地域格差



世代死亡率による3分類：■ 高群（平均+標準偏差以上）

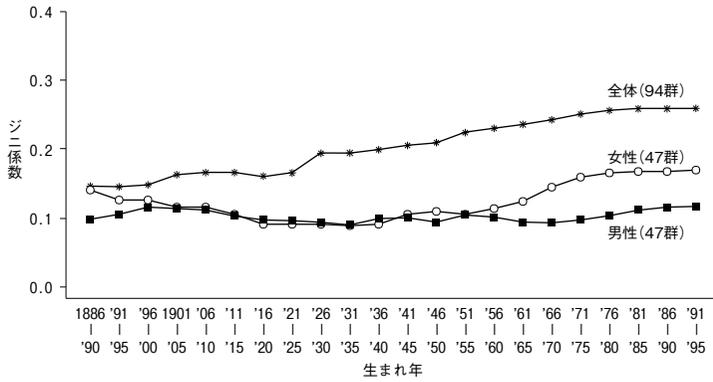
■ 中間群（平均±標準偏差未満）

□ 低群（平均-標準偏差以下）



注 沖縄は、群表示の脚注のない世代は中間群を示す。

図2 肺炎死亡の世代別にみた地域格差



世代死亡率による3分類： ■ 高群 (平均+標準偏差以上) ◻ 中間群 (平均±標準偏差未満) □ 低群 (平均-標準偏差以下)

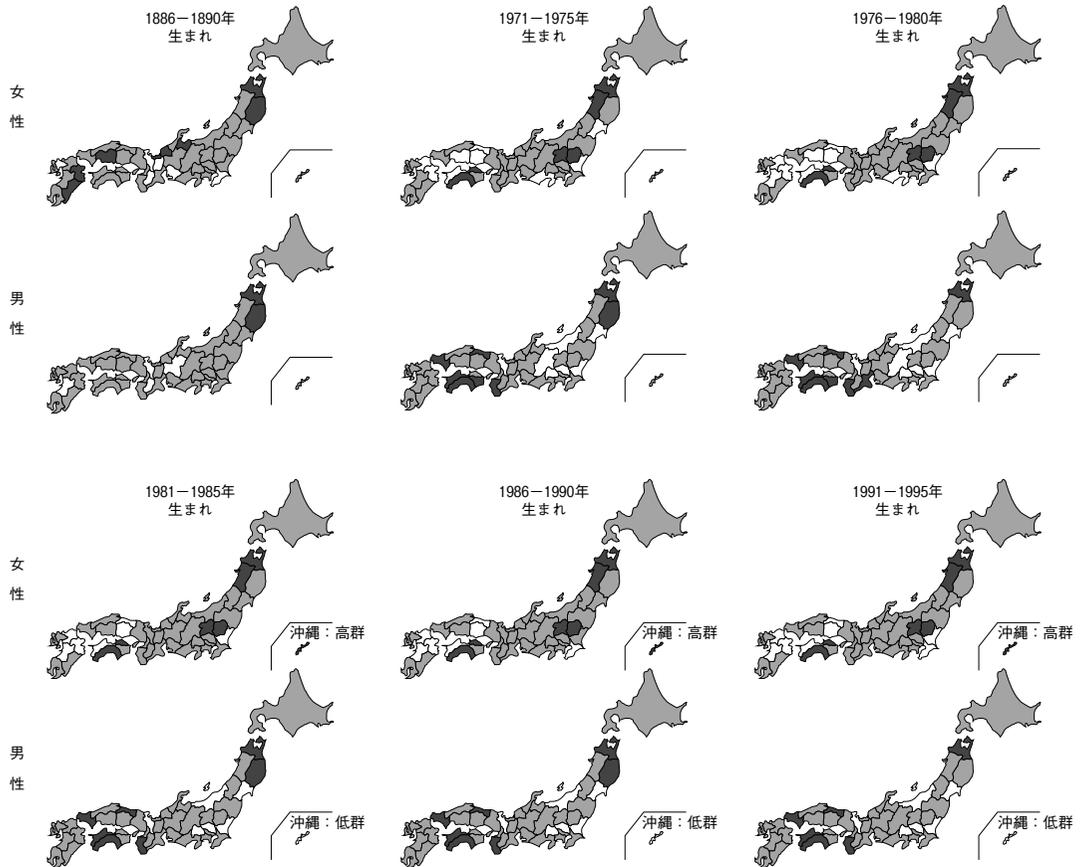
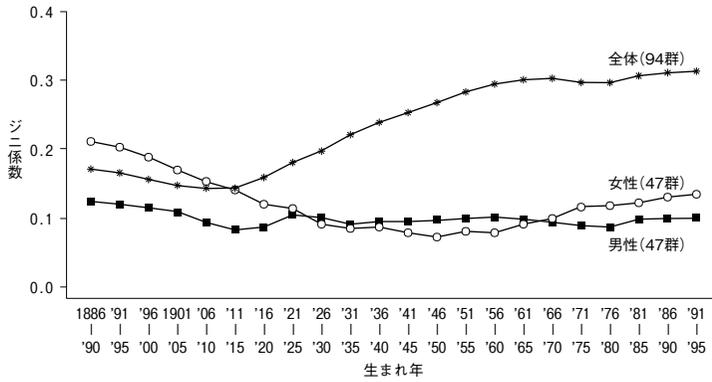


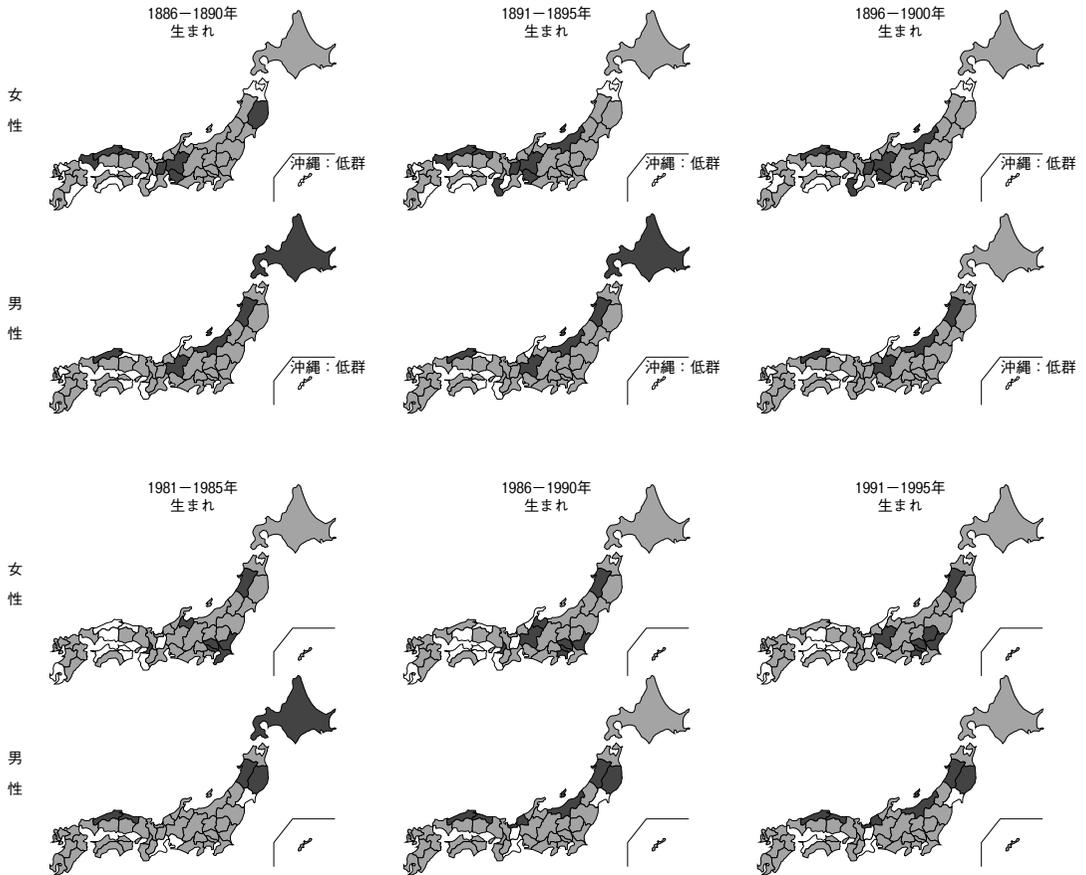
図3 自殺死の世代別にみた地域格差



世代死亡率による3分類：■ 高群 (平均+標準偏差以上)

■ 中間群 (平均±標準偏差未満)

□ 低群 (平均-標準偏差以下)



れ低くなったが、それ以降の世代では横ばいから微増傾向を認めた [0.09-0.21]。

脳血管疾患の世代死亡率（図1下）は、1886-1890～1896-1900年生まれの女性では、福井が高かった。1981-1985～1991-1995年生まれでは、男女に共通して栃木・茨城・鹿児島で高く、石川・福井・滋賀で低かった。

(2) 肺炎

肺炎の世代ジニ係数（図2上）は、全体94群でみると世代が新しくなるにつれ高くなる傾向がみられた [0.15-0.26]。性別各47群でみると、男性では世代間で世代ジニ係数を比較すると大きな差異は認めないが [0.09-0.12]、女性では1886-1890年生まれと1971-1975～1991-1995年生まれの世代ジニ係数が相対的に高い特徴を示した [0.09-0.17]。

肺炎の世代死亡率（図2下）では、1886-1890年生まれの女性は、青森・岩手・富山・福井・広島・大分・宮崎で高く、千葉・愛知・京都・滋賀・奈良・佐賀で低かった。これらのうち、青森・岩手（高群）および京都・奈良（低群）は、男性においても同様の傾向がみられた。一方、1971-1975～1991-1995年生まれの女性の世代死亡率は、青森・秋田・栃木・群馬・香川・高知・沖縄で高く、宮城・茨城・千葉・静岡・鳥取・岡山・広島・愛媛・福岡・大分・熊本で低かった。これらのうち、青森・高知（高群）と茨城（低群）は男性においても同様の傾向を認めた。しかし、鳥取・愛媛（低群）は男性では高く、沖縄（高群）は男性では低かった。

(3) 自殺

自殺の世代ジニ係数（図3上）は、全体94群でみると1911-1915年生まれを底にして、1966-1970年生まれまで世代が新しくなるにつれ高くなり、さらに1981-1985年生まれ以降も再び高くなる傾向がみられた [0.14-0.31]。性別各47群でみると、男性では世代間で世代ジニ係数を比較すると大きな差異は認めないが [0.08-0.12]、女性では1886-1890～1891-1895年生まれと1981-1985～1991-1995年生まれの世代ジニ

係数が相対的に高い特徴を示した [0.07-0.21]。

自殺の世代死亡率（図3下）では、1886-1890～1891-1895年生まれの女性は、岩手・新潟・岐阜・滋賀・和歌山・鳥取・島根・山口で高く、青森・奈良・高知・佐賀・宮崎・沖縄で低かった。これらのうち、新潟・岐阜・島根（高群）と佐賀・沖縄（低群）は男性においても女性と同様の傾向を認めたが、鳥取・和歌山（高群）は男性では低かった。一方、1981-1985～1991-1995年生まれの女性の世代死亡率は、秋田・富山・岐阜・茨城・栃木・埼玉・東京・神奈川・大阪で高く、滋賀・石川・和歌山・鳥取・広島・島根・香川・徳島・愛媛・鹿児島で低かった。これらのうち、秋田（高群）・滋賀（低群）・愛媛（低群）は男性においても女性と同様の傾向を認めた。

Ⅳ 考 察

本研究では、世代死亡率に基づく世代ジニ係数と都道府県マップを指標にして、3つの主要死因について地域格差の状況を捉えた。これらの指標は、健康施策の成果を評価し、今後の戦略を検討するうえで、次の点で有用であると考えられる。

- ①地域格差の程度と世代間の差異を捉える点
- ②さらに性別格差を捉える点
- ③都道府県レベルで各世代がもつリスクの程度を俯瞰できる点

第1の「各世代の地域格差の程度と世代間の差異を捉える点」は、日本全体あるいは地域における取り組みの成果を地域格差の観点から評価し、高リスク戦略のターゲットとしての世代の特定に役立てることができる。性別（各47群）に算出した世代ジニ係数には、男性あるいは女性内での地域格差の状況が反映される。脳血管疾患では、男性の世代効果は1960～1970年代生まれは日本全体としてはほぼ一定であったが¹¹⁾、世代ジニ係数により1960年代生まれ以降は地域格差が拡がりつつあることが新たに示された。女性の世代効果は、1940年代生まれ以降、世代が新しくなるにつれて日本全体としては下

降傾向にあったが¹¹⁾、世代ジニ係数により1930年代生まれ以降、地域格差は横ばいの状況から次第に拡がりつつある様子がみられた。このように世代ジニ係数では、日本全体としての世代効果の高低によらず、地域格差の観点から世代ごとの日本全体あるいは地域における取り組みの成果を評価することができる。言い換えると、日本全体の成果の水準に対して、世代別にみたとき、遅れをとっている地域のあることを捉えることができる。

自殺に関しては、男女ともに1930～1940年生まれと1980年代後半生まれ以降の世代効果が高いことがいわれている¹²⁾。世代ジニ係数では、1930～1940年生まれは他の世代との差異は認めなかったが、1980年代生まれ以降の女性は、地域格差が拡大方向にあることが示された。このことは、1980年代生まれ以降の女性もつ特性に地域差があり、世代死亡率の高い地域へのアプローチが必要であることを示唆する。このように、世代効果によって世代のリスクの高さを把握するとどまらず、さらに世代ジニ係数で地域格差の状況を捉えることによって、「健康格差の縮小」に向けた高リスク戦略のターゲットを特定することができる。

第2の「さらに性別格差を捉える点」は、日本全体あるいは地域における取り組みの成果を地域格差の観点から評価し、さらに世代格差だけでなく性別格差を加味した諸死因に対する高リスク戦略のターゲットの特定に役立てることができる。今回、全体（94群）と性別（各47群）に分けて世代ジニ係数を算出した。性別格差がなければ、全体（94群）の世代ジニ係数は、性別（各47群）にみた世代の推移と平行に示されるが、そうでなければ全体（94群）でみた世代ジニ係数には、性差と地域差を複合した格差の程度が反映される。特に自殺は、1911～1915年生まれ以降、世代が新しくなるにつれ、性別（各47群）の世代ジニ係数の推移との乖離が大きくなっていった。これは、地域差に加えて、性別格差も拡大傾向にあることを意味する。このように、全体（94群）と性別（各47群）の世代ジニ係数を照合することにより、性別格差も

捉えることができる。

第3の「都道府県レベルで各世代がもつリスクの程度を俯瞰できる点」は、高リスク戦略が必要な地域を把握し、世代がもつリスク因子や背景因子の検討に活かすことができる。本研究では、世代ジニ係数から把握した地域格差の大きい世代について、世代死亡率の高さで都道府県を高群・中間群・低群に3分類した。男女別の都道府県マップにより各群の分類状況を観察すると、隣接する世代ではおおむね類似していたが、大きな世代単位でみると異なる様相がみられた。脳血管疾患の1886-1890～1896-1900年生まれと1981-1985～1991-1995年生まれは、栃木・茨城（男性）はいずれも高群であるが、福井（女性）は世代のリスクが高群から低群へ移行した。肺炎の1886-1890年生まれと1971-1975～1991～1995年生まれでは、青森（男女）はいずれも高群であるが、大分（女性）は高群から低群へ移行した。また自殺の1886-1890～1891～1895年生まれと1981-1985～1991～1995年生まれでは、秋田・島根（男性）は高群から変わりはないが、鳥取（女性）は高群から低群へ移行した。わが国の健康施策や生活環境は、時代とともに変化しており、地域によっても違いがある。これらの影響を人々が異なる年齢期に受けることによって世代がもつ特性に違いが生じ、それが世代死亡率の地域格差に現れているものとする。「健康格差の縮小の実現」に向けては、世代死亡率の高い地域において、リスクの高い世代をターゲットとした戦略が重要である。都道府県マップでは、そのような特定の世代に対する戦略が必要な地域を把握することができる。

さて、さらに高リスク戦略の内容を検討するためには、その世代がもつリスク因子や背景因子を明らかにする必要がある。これまでにも、単年あるいは複数年の都道府県別・市区町村別死亡率の地域差を手がかりに、飲酒¹³⁾¹⁴⁾・喫煙¹⁴⁾¹⁵⁾・栄養素等摂取状況¹⁴⁾食塩摂取量¹⁶⁾・スポーツ行動¹⁷⁾などの生活習慣、BMI¹⁴⁾¹⁶⁾や定期健康診断の有所見率¹⁸⁾などの身体状況、所得¹⁴⁾¹⁹⁾、労働¹⁹⁾などとの関連が探索されてきた。

しかし死亡率には、年齢・時代・世代要因による影響が複合されているため、世代がもつ特性について一定の見解を得るには限界がある。また、同じ世代であっても、地域によってリスク因子や背景因子が異なる可能性もある。そこで、都道府県格差あるいは性別格差が広がっている世代の死亡率が相対的に高い地域を特定し、当該世代がもつ特性について、生まれ育った時代背景や生活環境、地域で保有するデータや住民への上乗せ調査による詳細な検討を行うことによって、予防対策につなげることができると考える。例えば、住民の健康診断データ²⁰⁾を活用したり、食品摂取状況²⁰⁾、健康観²¹⁾、喫煙の影響などの知識²¹⁾、生活習慣、既往症、職業²²⁾、コミュニティ特性や住民気質²³⁾の調査を通して検討されたものがある。都道府県マップの分類を活用して、これらを同一県における男女間や世代間で比較することにより、従来の死亡統計を用いた探索的方法から一歩進んだ検討を行うことができる。あるいは、都道府県マップから、当該世代の死亡率が低い地域を把握して取り組みを参考にすることもできる。このような探索は、年齢効果でみた死亡率の格差によるターゲット年齢層、また時代効果でみた死亡率についても考えることができる。本研究では、世代効果に焦点をあてたが、年齢・時代・世代のそれぞれの観点から検討を行うことで、地域性を踏まえた集団戦略と高リスク戦略の双方によるアプローチが可能になると考える。

V 結 語

世代死亡率に基づく世代ジニ係数は、各世代の地域格差の程度と世代間の差異、性別格差を捉えることができる点、都道府県マップは都道府県レベルで各世代がもつリスクの程度を俯瞰できる点が有用である。これら指標は、地域格差の観点から取り組みの成果を評価し、高リスク戦略でターゲットとすべき世代や地域の把握ならびに世代がもつリスク因子や背景因子の検討に活用できる可能性が示唆された。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業（16K01809）および統計数理研究所の一般研究2（29-共研-2030）により実施した。本内容の一部は、第76回日本公衆衛生学会総会で発表した。

なお、本研究は利益相反に相当する事項はない。

文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ. 健康日本21（第2次）の推進に関する参考資料. (http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf) 2018.3.26.
- 2) 加納克己. 我が国における健康水準の地域格差の推移に関する研究－変動係数（C.V.）を用いた都道府県レベルの分析－. 民族衛生 1987; 53(1): 38-45.
- 3) 神田晃, 尾島俊之, 柳川洋. 都道府県格差及びその推移の健康指標としての有効性. 厚生指標 2001; 48(2): 12-21.
- 4) 松本寿昭. 日本における自殺死亡率の地域分布－市町村別の標準化死亡比（SMR）: 1983～1997－. 東京: 原人舎, 2007.
- 5) 厚生労働統計協会. 人口動態統計時系列データ DVD.
- 6) 総務省統計局. 国勢調査報告（昭和50, 55, 60, 平成2, 7, 12, 17, 22年）. 東京: 総務省統計局, 1975-2010.
- 7) 中村隆. ベイズ型コウホート・モデル－標準コウホート表への適用－. 統計数理研究所彙報 1982; 29: 77-97.
- 8) 中村隆. コウホート分析における交互作用効果モデル再考. 統計数理 2005; 53: 103-32.
- 9) Nakamura T. Cohort analysis of data obtained using a multiple choice question. In Nishisato S, et al (Ed). Measurement and Multivariate Analysis. Tokyo: Springer-Verlag, 2002; 241-8.
- 10) R Core Team: R: A language and environment for statistical computing (<http://www.R-project.org/>) 2018.5.3.
- 11) 三輪のり子, 中村隆, 成瀬優知, 他. わが国にお

- ける20世紀の脳血管疾患死亡率の変動要因と今後の動向. 日本公衆衛生雑誌 2006; 53(7): 493-503.
- 12) Ooe Y., Nakamura T., Ohno Y. Age-Period-Cohort analysis of suicides among Japanese 1950-2003: A Bayesian cohort model analysis. *Japan Hospitals* 2009; 28: 71-8.
- 13) 旭伸一, 多治見守泰, 大木いずみ, 他. 都道府県別にみた飲酒率と疾患別年齢調整死亡率の相関. 厚生指標 2001; 48(15): 10-7.
- 14) 林美美, 横山徹爾, 吉池信男. 都道府県別にみた健康・栄養関連指標の状況と総死亡および疾患別死亡率. 日本公衆衛生雑誌 2009; 56(9): 633-44.
- 15) 旭伸一, 大木いずみ, 谷原真一, 他. 都道府県別観察による喫煙率と疾患別死亡率の関連. 厚生指標 2001; 48(10): 11-5.
- 16) Hasegawa T., Fujikawa M. Environmental factors determine the cerebrovascular disease (CVD) in the Japanese adults. *International Medical Journal* 2015; 22(6): 492-5.
- 17) 柴田陽介, 村田千代栄, 野田龍也, 他. スポーツと死因別死亡の地域相関研究. 運動疫学研究 2009; 11: 8-16.
- 18) 若林一郎. 都道府県別の職域定期健康診断有所見率と脳心血管疾患死亡率との関連性. 厚生指標 2008; 55(4): 1-6.
- 19) 鈴木隆司, 須賀万智, 柳澤裕之. 都道府県における自殺死亡率の推移と地域要因の分析. 厚生指標 2013; 60(5): 24-9.
- 20) Tamura Y., Saito I., Asada Y., et al. Comparison of Regional Differences in Health Indicators and Standard Mortality Ratio for Stroke in Subjects in Ehime Prefecture. *Journal of Rural Medicine* 2013; 8(2): 198-204.
- 21) 八幡裕一郎, 田中貴子, 佐野健. 秋田県における健康観及び喫煙の知識と死亡との地域相関研究 秋田県衛生科学研究所報 2003; 47: 15-8.
- 22) 森洋隆, 田中耕, 児玉文夫, 他. 岐阜県下脳卒中高死亡率地域および対照地域における生活習慣等の地域差に関する検討. 厚生指標 2000; 47(1): 30-6.
- 23) 岡檀, 山内慶太. 自殺希少地域のコミュニティ特性から抽出された「自殺予防因子」の検証-自殺希少地域および自殺多発地域における調査結果の比較から-. 日本社会精神医学会雑誌 2012; 21: 167-80.