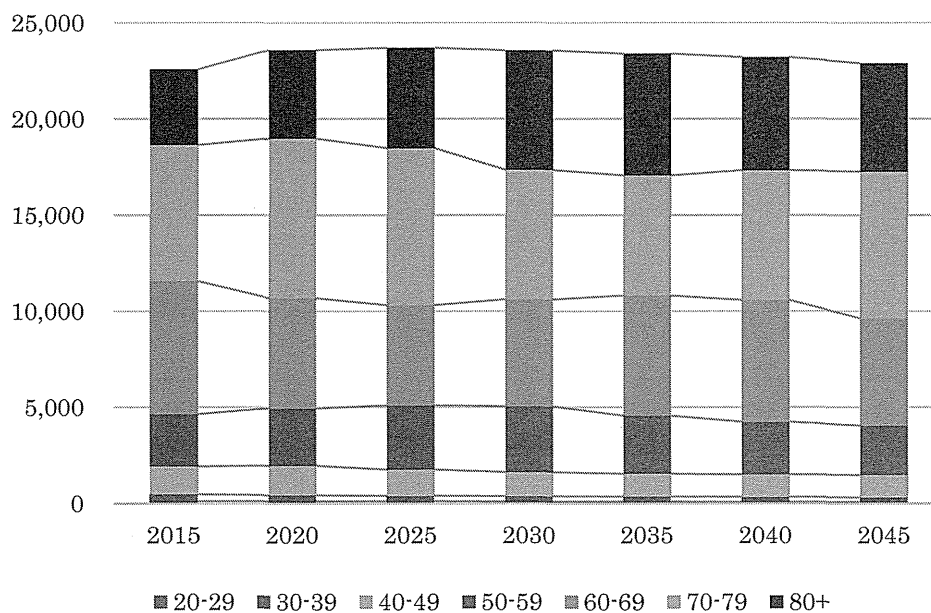


図4 がん医療費年齢階級別構成割合推移(2015年～2045年)、推計は年間医療費総額

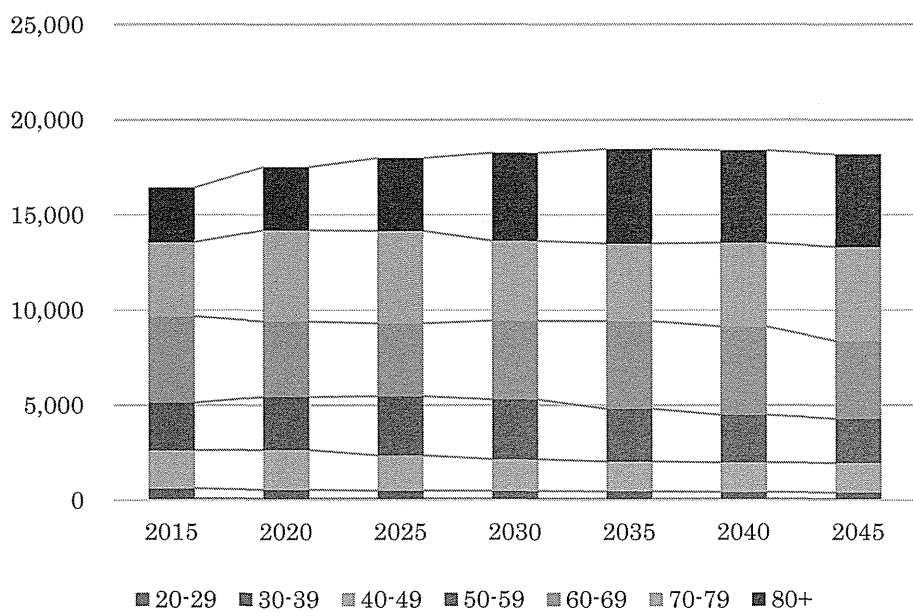
a) 男性(20歳以上)

推計額(億円)



b) 女性(20歳以上)

推計額(億円)



コホート研究における循環器疾患発症率・死亡率に関する検討

研究分担者 齊藤 功 愛媛大学大学院医学系研究科看護学専攻

研究要旨

循環器疾患患者数の将来推計を行うための基礎資料として、1999-2013年にかけて愛媛県O市における脳卒中の発症率と死亡率の推移を検討した。さらに同地域で実施してきた1996-1998年をベースラインとするコホート研究より、脳卒中に対する既知の危険因子のハザード比と集団寄与危険割合(PAF)を算出した。脳卒中の発症率、死亡率は1999年以降、男女とも減少していた。同地域の脳卒中に対する高血圧のPAFは20%程度と他の危険因子に比べて最も大きく、血圧レベルの低下が発症率と死亡率の低下に寄与している可能性が大きいことが示唆された。

A. 研究目的

地域における2000年以降の脳卒中の発症率と死亡率の動向、ならびに、それに及ぼす既知の危険因子の寄与の大きさについて検討することを目的とする。

B. 研究方法

愛媛県O市(人口約5万人)において1996年～1998年をベースラインとする約15年間の追跡期間からなるコホート研究を実施した(n=4,574)。さらに、同地域における循環器疾患発症調査から、1999年～2013年までの脳卒中の発症率の推移、ならびに1999年～2013年までの脳卒中(国際疾病分類[ICD-10]:脳血管疾患[I60-I69])の死亡率の推移を検討した(いずれも40歳以上を対象とした)。

脳卒中の発症は、WHOモニカ基準に基づき、市内主要病院において初回の発症

例から診断基準に合致する所見を把握した。

既知の危険因子である肥満、高血圧、糖尿病、高脂血症、喫煙、飲酒のハザード比についてCox比例ハザードモデルを用いて算出した。死亡率は、1985年のモデル人口を用いて直接法により標準化を行った。罹患率に関しては、ポアソン回帰分析による年齢調整済み発症率として算出し、さらに同モデルを用い調査年を独立変数とする回帰モデルから、年齢調整済み年間変化率とその95%信頼区間を算出した。

(倫理面への配慮)

本研究は愛媛大学大学院医学系研究科倫理委員会の承認を得て実施している。

C. 研究結果

表1に脳卒中における、1999年～2013

年の人口動態統計に基づく死亡率と発症率の変化について示した。男女ともに死亡率と発症率は有意に減少していた。発症率における男性の変化率は-12.3%、女性が-7.8%であった。死亡率も同程度の変化率で減少していた。

表 2 に全脳卒中、ならびに脳梗塞と脳出血に対する各危険因子のハザード比と集団寄与危険割合 (PAF) を示した。いずれの病型に対しても高血圧のハザード比は有意であり PAF は全脳卒中に対して 20.2%と最も大きかった。また、糖尿病のハザード比は、全脳卒中で 1.92 倍、脳梗塞で 2.37 倍と有意に上昇していた。しかしながら、PAF は 4~6%であった。肥満、高脂血症、喫煙、飲酒の各要因のハザード比はいずれも有意ではなかった。脳出血に対し、高脂血症は負の関連の傾向を認めた。

D. 考察

当地域では、1999 年以降、継続的に脳卒中の発症数を観察してきた。主に基幹病院の調査をベースにしてきたため、悉皆的な調査とは言えないが、経年的に観察することにより、近年の疾病の動向を知る上で貴重な資料になると考えている。

一方、死亡率に関しては、人口動態統計に基づく調査であり、悉皆性が担保されているものの、死亡診断の正確性の問題を含んでいる。とはいえ、その動向は概ね実態を表していると考えられ、死亡率の動向は地域の健康指標を把握する上で貴重な資料である。

本研究から、地域集団において死亡率の動向と発症率の動向がほぼ同様の傾向を示していた。脳卒中は、脳梗塞、脳出血いずれも明らかに減少していた。

2000 年以降の脳卒中の減少に影響与えている要因は明らかではない。各危険因子の PAF の大きさからみれば、高血圧の減少が大きく影響しているとみなすことが妥当かもしれないが、そのみで全体を説明できるわけではない。一方で、近年、糖尿病の増加が報告されているが、糖尿病の PAF からすれば、それほど脳卒中、特に脳梗塞の増加が懸念されるほどではなかろう。

今後、高血圧減少の効果が全体のどの程度を説明できているのか、危険因子の影響評価を含めた検討が必要である。

E. 結論

脳卒中の死亡率と罹患率は、2000 年代に入って減少し続けている。高血圧の減少によるところが大きいと推察された。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表 1 愛媛県大洲市における脳卒中の死亡率・罹患率(人口千対)

		1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	2011-2013	%Change (95% CI)
Men	Mean population size	9,903	10,055	14,133	13,935	13,769	
	Deaths due to stroke†, n	74	79	110	108	82	
	Age-adjusted mortality rates, per 1,000 person-year						
	Total stroke	1.50	1.43	1.23	1.19	0.78	-13.5 (-19.1, -7.4)
	Ischemic	1.05	0.92	0.70	0.69	0.45	-16.3 (-22.8, -9.3)
	Hemorrhagic	0.45	0.47	0.44	0.48	0.33	-8.8 (-19.9, 3.9)
	Stroke events surveyed, n	126	72	87	137	105	
	Age-adjusted incidence rates, per 1,000 person-year						
	Total stroke	3.18	1.73	1.37	2.40	1.59	-12.3 (-17.6, -6.6)
	Ischemic	2.52	1.21	1.01	1.56	1.10	-14.7 (-20.6, -8.4)
	Hemorrhagic	0.66	0.51	0.36	0.83	0.49	-3.9 (-15.6, 9.4)
	Women	Mean population size	11,707	11,896	16,753	16,545	16,314
Deaths due to stroke†, n		80	100	123	134	114	
Age-adjusted mortality rates, per 1,000 person-year							
Total stroke		0.85	0.83	0.60	0.65	0.45	-10.7 (-16.1, -5.0)
Ischemic		0.51	0.42	0.33	0.35	0.26	-10.5 (-16.9, -3.5)
Hemorrhagic		0.31	0.37	0.28	0.29	0.18	-11.3 (-20.7, -0.8)
Stroke events surveyed, n		81	83	71	113	101	
Age-adjusted incidence rates, per 1,000 person-year							
Total stroke		1.31	1.19	0.63	1.07	1.21	-7.8 (-13.9, -1.4)
Ischemic		0.90	0.76	0.44	0.63	0.68	-14.5 (-21.3, -7.1)
Hemorrhagic		0.40	0.42	0.19	0.44	0.53	7.0 (-5.1, 20.6)

†Based on death certificates.

表 2 脳卒中罹患に対する各危険因子のハザード比及び集団寄与危険割合

Risk factors		All strokes (n=313)	Ishemic stroke (n=222)	Hemorrhagic stroke (n=88)
Overweight	Cases	79	55	23
	Sex and age-adjusted HR	1.04 (0.80-1.34)	1.04 (0.77-1.41)	1.02 (0.64-1.65)
	Multivariable-adjusted HR	0.95 (0.72-1.24)	0.92 (0.67-1.27)	1.00 (0.61-1.65)
	PAF (%)	-1.5 (-9.7, 4.8)	-2.2 (-12.4, 5.2)	-0.03 (-17.0, 10.2)
Hypertension	Cases	193	136	55
	Sex and age-adjusted HR	1.51 (1.19-1.90)	1.44 (1.09-1.89)	1.74 (1.12-2.72)
	Multivariable-adjusted HR	1.49 (1.17-1.89)	1.38 (1.04-1.84)	1.86 (1.17-2.97)
	PAF (%)	20.2 (9.0, 29.1)	17.0 (2.5, 27.9)	28.9 (8.9, 41.4)
Diabetes	Cases	29	24	5
	Sex and age-adjusted HR	2.07 (1.41-3.04)	2.46 (1.61-3.77)	1.25 (0.51-3.09)
	Multivariable-adjusted HR	1.92 (1.29-2.86)	2.37 (1.53-3.68)	0.98 (0.36-2.68)
	PAF (%)	4.4 (2.1, 6.0)	6.3 (3.7, 7.9)	-0.1 (-10.3, 3.6)
Hyperlipidemia	Cases	151	110	38
	Sex and age-adjusted HR	0.95 (0.76-1.19)	1.06 (0.81-1.38)	0.68 (0.45-1.05)
	Multivariable-adjusted HR	0.92 (0.73-1.16)	1.02 (0.77-1.34)	0.66 (0.42-1.02)
	PAF (%)	-4.4 (-18.2, 6.6)	0.8 (-14.6, 12.6)	-23.0 (-60.1, 0.8)
Smoking	Cases	53	42	11
	Sex and age-adjusted HR	1.16 (0.84-1.60)	1.19 (0.83-1.72)	1.16 (0.58-2.35)
	Multivariable-adjusted HR	1.21 (0.87-1.67)	1.23 (0.86-1.78)	1.26 (0.62-2.57)
	PAF (%)	3.0 (-2.6, 7.1)	3.7 (-3.3, 8.6)	2.7 (-8.0, 8.0)
Alcohol drinking	Cases	96	78	17
	Sex and age-adjusted HR	1.04 (0.77-1.38)	1.13 (0.81-1.57)	0.77 (0.41-1.46)
	Multivariable-adjusted HR	0.98 (0.73-1.32)	1.07 (0.77-1.50)	0.72 (0.38-1.38)
	PAF (%)	-0.5 (-11.6, 7.7)	2.5 (-11.0, 12.1)	-7.8 (-33.2, 5.5)

疾病構造の将来予測のためのツール開発

研究分担者 横山徹爾 国立保健医療科学院生涯健康研究部 部長
研究協力者 逸見 治 昭和大学研究推進室／国立保健医療科学院専門課程

研究要旨

健康日本21（第2次）で第4次となる国民健康づくり運動を、より長期的に効果的に推進していくためには、今後数十年間という長期における人口構成の変化等を踏まえて疾病構造の変化や経済的負担について予測することが必要である。本分担研究では、生命表の「特定死因を除去した場合の平均余命の延び」の計算原理を応用して、リスク因子等の改善、およびそれによって期待される循環器疾患・悪性新生物等の年齢調整死亡率の低下の結果として、長期的に生じる死因別死亡の状況の変化、平均寿命の延伸、循環器疾患発症率、人口構成の変化について、将来推計を行う方法を検討し、計算ツールを開発した。本研究成果は、将来予測に基づいた健康日本21（第二次）および地方計画の目標設定に役立つことが期待される。

A. 研究目的

健康日本21（第2次）で第4次となる国民健康づくり運動を、より長期的に効果的に推進していくためには、今後数十年間という長期における人口構成の変化等を踏まえて疾病構造の変化や経済的負担について予測することが必要である。本分担研究では、健康日本21（第二次）で目標としているリスク因子等の改善、およびそれによって期待される循環器疾患・悪性新生物等の年齢調整死亡率の低下の結果として、長期的に生じる死因別死亡の状況の変化、平均寿命の延伸、循環器疾患発症率、人口構成の変化について、将来推計を行う方法を開発することを目的とする。

B. 研究方法

1. 使用したデータ

健康日本21（第2次）の指標の設定年に合わせて、第21回生命表（2010年完全生命表）²⁾、2010年人口動態統計（性・年齢別・死因別死亡数）、2010年国勢調査人口（日本人人口）を用いて男女別に将来推計を行った。死因別死亡と循環器疾患発症の相対危険は、日本人を対象としたコホート研究から報告された値を用いた。

2. 平均寿命の将来予測

(1) 計算式

主要な死因別の年齢調整死亡率（または年齢別死亡率）が変化したときに、将

来の平均寿命の変化を予測することを考える。

類似の方法として、生命表と人口動態統計（死亡）に基づいて計算される「特定死因を除去した場合の平均余命の伸び」がある¹⁾。これは、悪性新生物や脳血管疾患などの特定の死因が完全に（100%）除去された場合に期待される平均余命の伸びを推計したものであり、現実にはこれらの死因が100%除去される状況はあり得ないが、同じ計算原理を用いれば、健康日本21（第2次）で目標としているように、特定の死因による年齢調整死亡率が一定割合で改善した場合（例：75歳未満の悪性新生物年齢調整死亡率を12%低下）の平均余命の伸びや人口構成の変化等を推計することが可能と考えられる。

「特定死因を除去した場合の平均余命の伸び」では、 x 歳以上 $x+n$ 歳未満における第 i 死因および全死因による死亡数（人口動態統計の死亡数）をそれぞれ ${}_nD_x^i$ 、 ${}_nD_x$ と表すと、第 i 死因を除去した場合の生命表における死亡率は、

$${}_nq_x^{(-i)} \approx 1 - \exp \left\{ \left(1 - \frac{{}_nD_x^i}{{}_nD_x} \right) \log {}_np_x \right\} \quad \dots \textcircled{1}$$

と近似される¹⁾。ここで、 ${}_np_x$ は生命表における生存率である。「特定死因を除去した場合の平均余命の伸び」では第 i 死因として、悪性新生物、脳血管疾患等の一般的な死因分類が用いられているが、例えば「悪性新生物のうちの12%」を第 i 死因と定義すれば、「悪性新生物が12%減少した場合の平均余命の伸び」も同様の原理で計算可能と考えられる。複数死因を組み合わせた場合も同様である。すなわ

ち、様々な死因 i について x 歳以上 $x+n$ 歳未満における死亡率が RR_x^i 倍（例えば12%減少ならば0.88倍）に変化した場合、①

式で ${}_nD_x^i$ を $\sum_i \left((1 - RR_x^i) \times {}_nD_x^i \right)$ に置き換えて、

$${}_nq_x^{(-i)} \approx 1 - \exp \left\{ \left(1 - \frac{\sum_i \left((1 - RR_x^i) \times {}_nD_x^i \right)}{{}_nD_x} \right) \log {}_np_x \right\} \dots \textcircled{2}$$

とすればよい。

（2）死因別死亡率が目標を達成した場合

健康日本21（第2次）では「主要な生活習慣病の発症予防と重症化予防の徹底に関する目標」として、「75歳未満のがんの年齢調整死亡率の減少」および「脳血管疾患・虚血性心疾患の年齢調整死亡率の減少」が示されている。これらの目標が2022年までに達成されて、その後2050年まで一定だった場合（シナリオ『3目標達成』：表1）と、2010年の年齢調整死亡率が将来も不変と仮定した場合（シナリオ『現状維持』）の両シナリオについて、②式によって2010～2050年までの生命表（年齢別死亡率）を作成し、平均寿命を推計した。なお、「75歳未満のがんの年齢調整死亡率の減少」はがん対策推進基本計画に合わせて健康日本21（第2次）でも2015年までの達成を目指しているが、本研究では2022年までに達成した場合について推計した。また、「年齢調整死亡率の減少」が指標とされているが、該当年齢の全ての年齢別死亡率が同じ比率で減少すると仮定した。

（3）リスク因子が改善した場合

主要なリスク因子の改善とともに死

因別死亡率が低下した場合の平均寿命を、(2)と同じ方法で推計した。リスク因子の改善による死因別死亡率の低下は以下のように推定した。

リスク因子が連続変数の場合、比例ハザードモデルにより+1単位あたりの相対危険(ハザード比)が RR_1^i であったとすると、k単位変化した時の相対危険は、

$$RR_x^i = (RR_1^i)^k \dots \textcircled{3}$$

である。リスク因子がカテゴリー変数の場合も同様に、コホート研究により要因あり vs.なしの相対危険が RRC_x^i であったとする。ベースライン時の要因保有率を P_0 、目標を P_1 とすると、

$$RR_x^i = \frac{1 \times (1 - P_1) + RRC_x^i \times P_1}{1 \times (1 - P_0) + RRC_x^i \times P_0} \dots \textcircled{4}$$

である。③④式を用いて、リスク因子が改善した場合の RR_x^i を②式に代入して、2010~2050年までの生命表(年齢別死亡率)を作成し、平均寿命を推計した。

3. 人口の将来予測

y年(y = 2011~2050)のx歳人口は、

$$N_{y,x} = N_{y-1,x-1} \times (1 - {}_1q_{y-1,x-1}^{(-i)}) \dots \textcircled{5}$$

により推計した。ここで、 ${}_1q_{y,x}^{(-i)}$ はy年の生命表における死亡率であり、上記1の(2)(3)によって計算した2010~2050年までの生命表(年齢別死亡率)により得られる。なお、単純化するため、出入国による人口の移動は考えず、出生と死亡だけで人口が変化する(封鎖人口)と仮定した。

4. 死因別死亡数の将来推計

y年のx歳の死因別死亡数 $M_{y,x}^i$ は、

$$M_{y,x}^i = N_{y,x} \times {}_1q_{y,x}^i \dots \textcircled{6}$$

により推計した。ここで、死因iによる死

亡率 ${}_1q_{y,x}^i$ は、

$${}_1q_{y,x}^i \approx {}_1q_{y,x} \times \frac{{}_1D_x^i \times RR_x^i}{\sum_i ({}_1D_x^i \times RR_x^i)} \dots \textcircled{7}$$

とした。

5. 都道府県別の将来推計

上記1~5の推計方法を応用すると、都道府県レベルでも将来の平均寿命、人口構成、死因別死亡数を推計できる。ただし、人口が少ない県の場合、上記と同様の方法では誤差が大きくなる。そこで、都道府県別の推計では3次のポアソン回帰、

$$\ln(\lambda^i) = \beta_0^i + \beta_1^i x + \beta_2^i x^2 + \beta_3^i x^3 \dots \textcircled{8}$$

により2010年の年齢x+0.5歳における死因iの死亡率の予測値を算出し、これに⑤式で計算した都道府県別人口 $N_{y,x}$ を乗じた値を、 ${}_1D_x^i$ と ${}_1D_x$ として用いた。

6. 循環器疾患発症率の将来推計

国内3地域で報告された脳血管疾患、急性心筋梗塞の1999~2010年の性・年齢階級別発症率が全国でも同じであると仮定して、リスク因子の改善にともなう2050年までの脳血管疾患、急性心筋梗塞の発症数を試算した。

3地域の発症数は少ないため都道府県別推計と同様に誤差が大きくなりやすい。そこで、3次のポアソン回帰

$$\ln(\lambda^i) = \beta_0^i + \beta_1^i x + \beta_2^i x^2 + \beta_3^i x^3 + \beta_4^i y \dots \textcircled{9}$$

により2010年の年齢x+0.5歳における疾患iの発症率の予測値 I_x を算出した。③④式によるリスク因子が改善した場合の RR_x^i を I_x に乗じて、2010~2050年までの発症率を推計した。これに各年の全国の $N_{y,x}$ を乗じて、発症数の将来推計値を得た。

なお、脳血管疾患発症と脳血管疾患死亡、急性心筋梗塞発症と虚血性心疾患死

亡の相対危険は、それぞれ共通の値を用いた。

6. 計算ツールの開発

以上の計算を都道府県等の担当者が簡単に行えるツール（エクセルのワークシート）を開発した。

（倫理面への配慮）

人口動態統計の利用にあたっては、厚生労働省統計情報部に必要な利用申請を行って許可を得た。

C. 研究結果

開発した計算ツールを用いて、リスク因子の改善を、血圧等の連続変数の場合は平均値で、喫煙率等のカテゴリ変数の場合は割合で入力すると、2010～2050年までの全国および都道府県別の死因別死亡数、人口、平均寿命の変化が容易に推計されるようになった。また、同期間の全国の脳血管疾患と急性心筋梗塞発症数も推計される。

表1に、3死因に関する目標が達成された場合に期待される平均寿命の伸びを示した。男女ともに悪性新生物と脳血管疾患の改善による平均寿命への寄与が大きく、特に男性で大きい。

表1. 健康日本21（第2次）における3死因に関する目標と期待される平均寿命の伸び

指標	目標(減少率)		平均寿命の伸び(歳)	
	男性	女性	男性	女性
脳血管疾患の年齢調整死亡率の減少	-16%	-8%	0.14	0.07
虚血性心疾患の年齢調整死亡率の減少	-14%	-10%	0.09	0.05
75歳未満のがんの年齢調整死亡率の減少	-12%	-12%	0.25	0.20
3目標達成※			0.49	0.31

※単純な和ではない。

図1に、3死因の『目標達成』と『現状維持』の場合の、2022年と2050年における全死因および死因別・年齢別死亡数の予測値を示した。高齢人口の増加に伴

って、80歳以上の死亡数が大幅に増加するが、『目標達成』の場合には、脳血管疾患・虚血性心疾患の死亡数がやや少ない。全死因の死亡数の減少率は小さい。

図2は、人口構成の変化の予測である。3死因の『目標達成』では、平均寿命の伸びによって、『現状維持』に比べてごくわずかに高齢側にシフトする。

図3は、リスク因子の改善にともなう死因別死亡数の予測である。収縮期血圧は平均4 mmHg低下、血清総コレステロールは平均6 mg/dL低下、喫煙はやめた人がやめたとして、糖尿病の有病率は不変とした。

図4は、前記と同じリスク因子の改善にともなう脳血管疾患と急性心筋梗塞の発症数の予測である。死亡に比べて発症人数の年齢分布は若い方に多い。

図5は、都道府県別の将来予測の一例である。都心に近く高齢化の速度が速いと予想されている県であり、全国推計に比べると高齢者での死亡数の増加が際立っている。

D. 考察

生命表の「特定死因を除去した場合の平均余命の伸び」の計算原理を応用して、リスク因子の改善にともなって死因別の年齢調整死亡率が改善した場合の、平均寿命の伸び等について将来推計を行う方法を検討し、健康日本21（第2次）の目標を例として試算を行った。

2022～2050年には、高齢人口の増加によって、3死因による高齢者の死亡数が大幅に増加することが示され、これを抑えるために健康日本21（第2次）の目標達成の重要度があらためて確認できた。

悪性新生物については現在のがん対策推進基本計画に合わせて 2015 年までの 75 歳未満の年齢調整死亡率を指標にしているため、改善幅は小さめに設定されており、2022 年までの改善幅は今後の計画に依りてより大きくなることが予想される。

悪性新生物や循環器疾患の死亡率の低下に伴って平均寿命が延び、高齢人口の増加が加速する可能性もあるが、今回の試算では人口構成に与える影響はごくわずかであった。

国立社会保障人口問題研究所の『日本の将来推計人口（平成 24 年 1 月推計）』では、死亡率の将来推計に、年々改善傾向にある「死亡の一般的水準（死亡指数）」をパラメータとして用いているが、死亡指数自体がその時々々の死因別死亡率を反映するものであるため、死因別死亡率の変化に伴う将来予測を行う本研究では、死亡指数は考慮しなかった。

脳血管疾患と急性心筋梗塞は国内 3 地域における性・年齢別発症率を用いて全国の推計を行っているため地域の影響を受けている可能性があるため注意が必要である。また、人口推計では出生と死亡だけで人口が変化する（封鎖人口）と仮定したため、特に社会増減の大きい都道府県別推計の場合には現実に合わない可能性がある。リスク因子の改善による人口構成への影響は小さいので、国立社会保障人口問題研究所の『日本の地域別将来推計人口』を将来人口として用いる方がよいかもしれない。

本研究の計算はエクセル上で可能であり、全国だけでなく都道府県別の推計が可能であり、将来予測に基づいた健康日本 21（第二次）地方計画の目標設定に

役立つことが期待される。

E. 結論

生命表の「特定死因を除去した場合の平均余命の延び」の計算原理を応用して、リスク因子等の改善、およびそれによって期待される循環器疾患・悪性新生物等の年齢調整死亡率の低下の結果として、長期的に生じる死因別死亡の状況の変化、平均寿命の延伸、循環器疾患発症率、人口構成の変化について、将来推計を行う方法を検討し、計算ツールを開発した。本研究成果は、将来予測に基づいた健康日本 21（第二次）および地方計画の目標設定に役立つことが期待される。

<参考文献>

- 1) 厚生労働省. 平成 22 年簡易生命表.
- 2) 厚生労働省. 第 21 回生命表（平成 22 年完全生命表）.

F. 健康危険情報

（総括研究報告書にまとめて記入）

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

逸見治, 横山徹爾, 井上真奈美. 健康日本 21(第 2 次)の生活習慣病予防対策による疾病構造の将来予測. 第 7 回日本臨床試験学会学術集会総会, 名古屋, 2016.

H. 知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む）

なし

図1. 3死因の『目標達成』と『現状維持』の場合の、2022年と2050年における全死因および死因別・年齢別死亡数の予測値（全国）

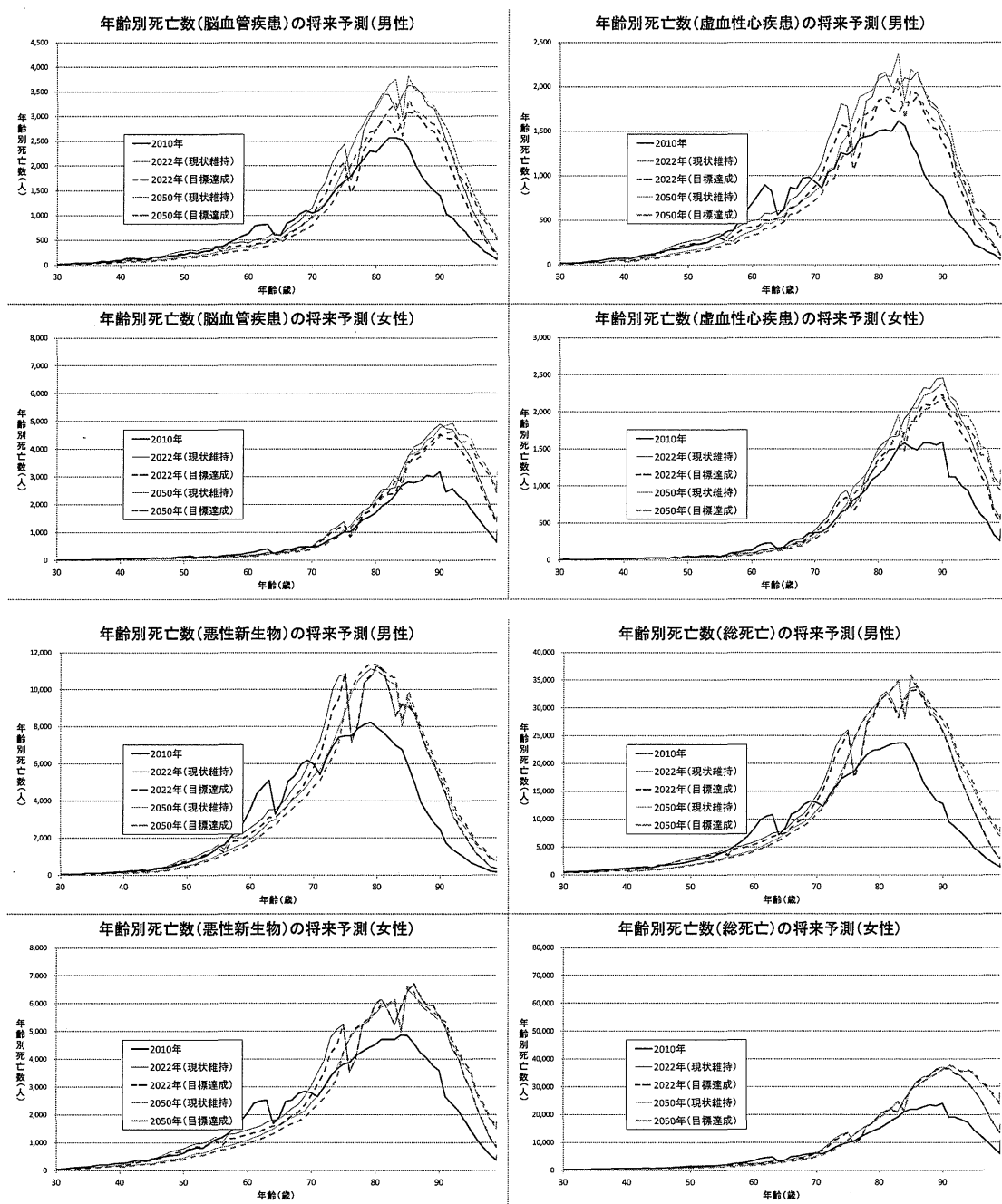


図2. 3死因の『目標達成』と『現状維持』の場合の、2022年と2050年における年齢別人口の予測値（全国）

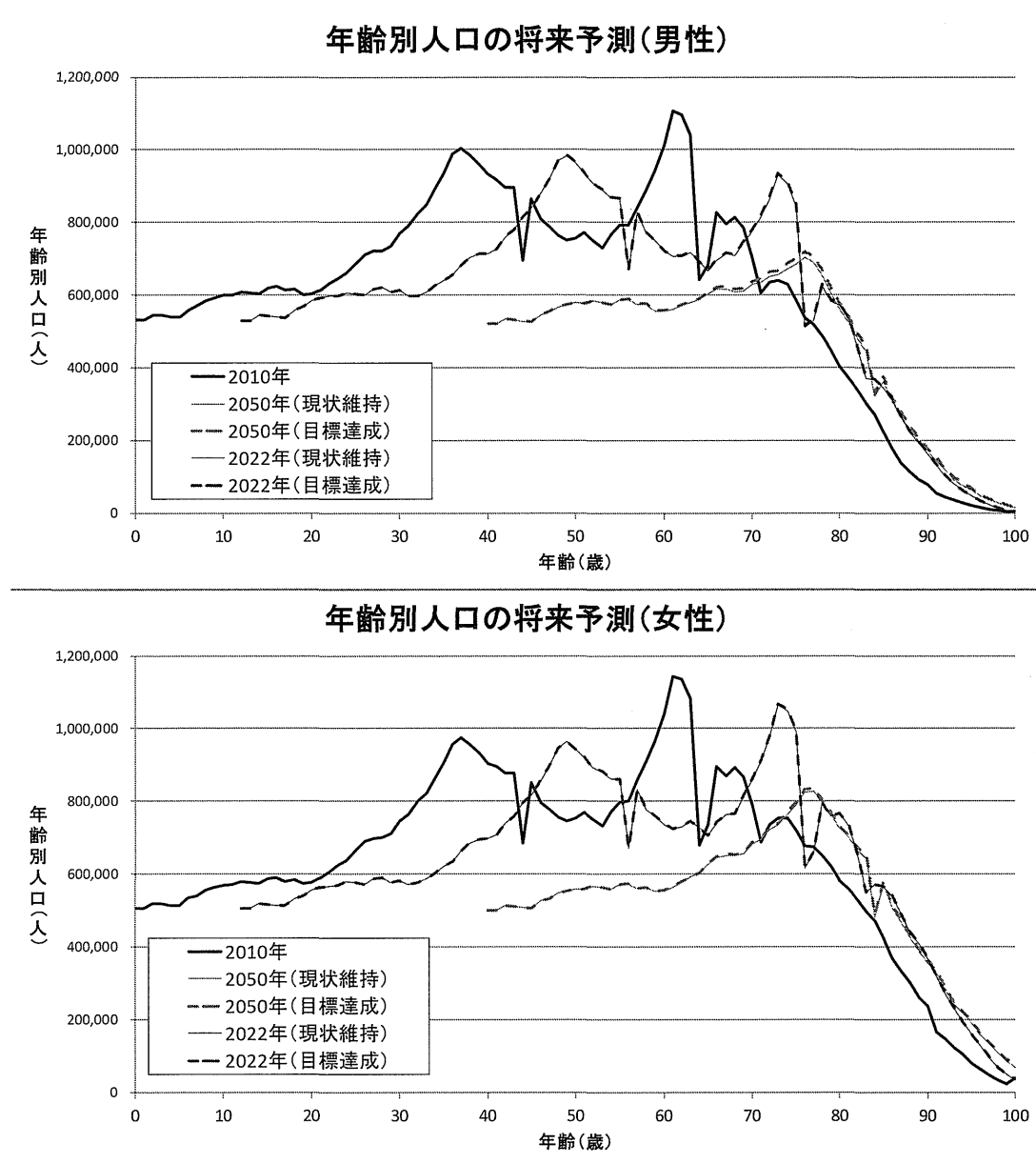


図3. リスク因子が改善した場合（収縮期血圧：平均4 mmHg低下、血清総コレステロール：平均6 mg/dL低下、喫煙：やめたい人がやめる、糖尿病：有病率不変）の、2022年と2050年における全死因および死因別・年齢別死亡数の予測値（全国）

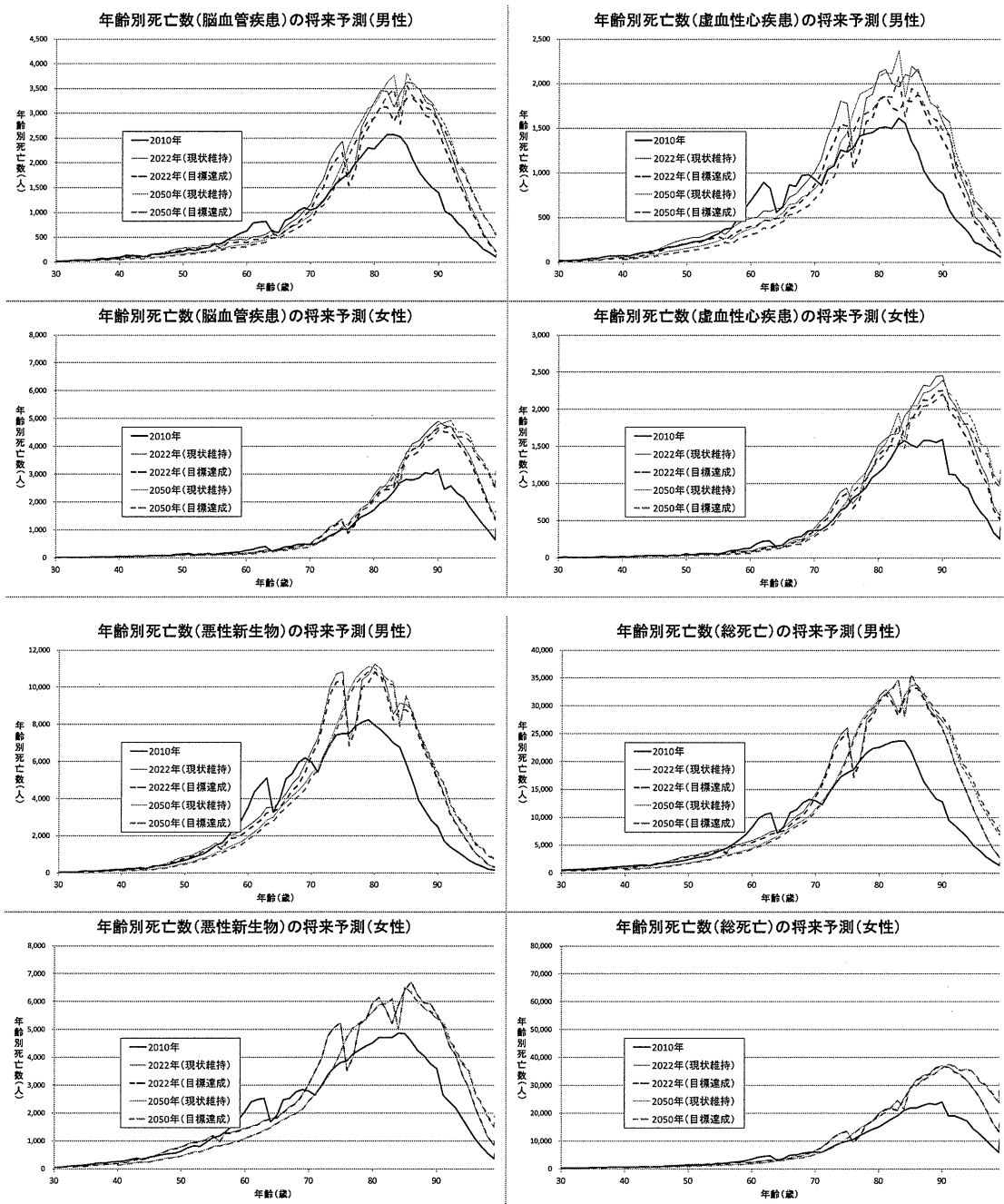


図4. リスク因子が改善した場合（収縮期血圧：平均4 mmHg低下、血清総コレステロール：平均6 mg/dL低下、喫煙：やめたい人がやめる、糖尿病：有病率不変）の、2022年と2050年における脳血管疾患と急性心筋梗塞発症数の予測値（全国：ただし国内3地域の発症率に基づいている）

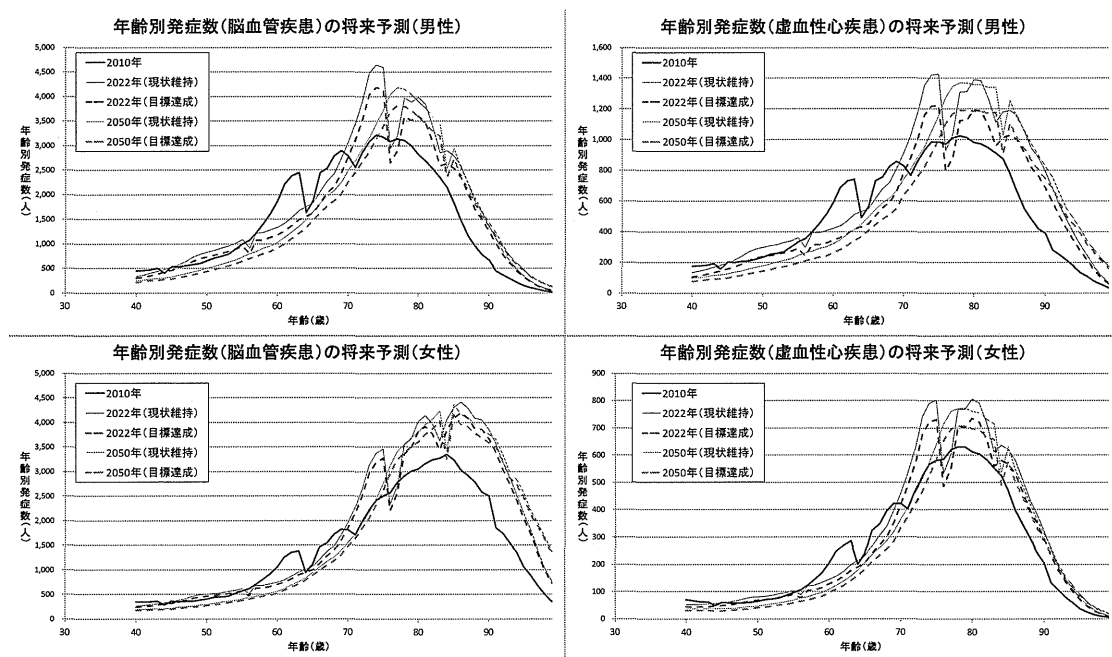
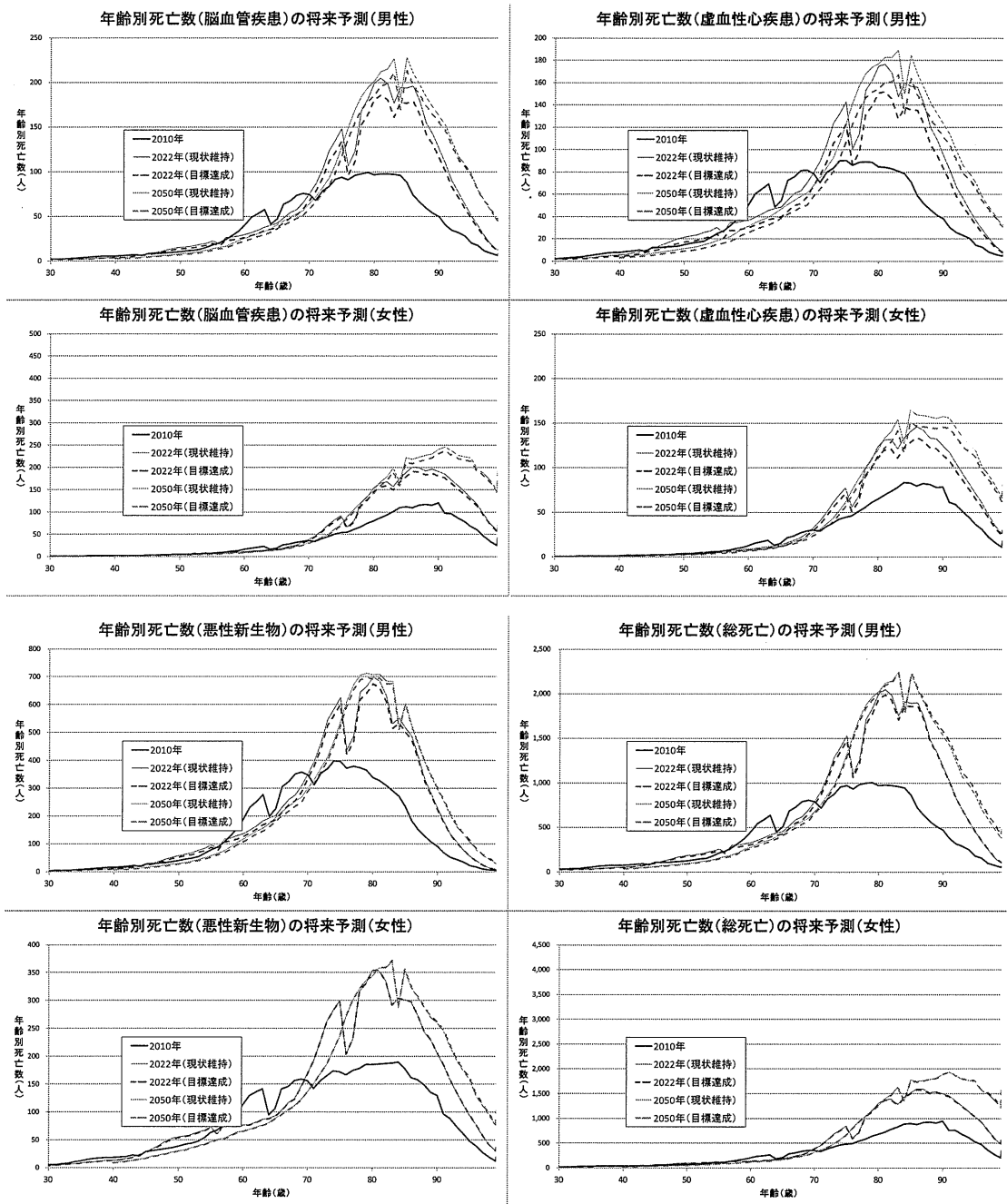


図5. リスク因子が改善した場合（収縮期血圧：平均 4 mmHg 低下、血清総コレステロール：平均 6 mg/dL 低下、喫煙：やめたい人がやめる、糖尿病：有病率不変）の、2022 年と 2050 年における全死因および死因別・年齢別死亡数の予測値（都心に近く高齢化の速度が速いと予想されている県）



システム・ダイナミックスを用いた疾病構造の将来動向予測

研究分担者 西 信雄 医薬基盤・健康・栄養研究所 国際産学連携センター
研究協力者 杉山雄大 国立国際医療研究センター 臨床研究センター

研究要旨

本研究は、システム・ダイナミックスの手法を用いて我が国における循環器疾患の罹患数の将来動向を予測することを目的とした。世界保健機関と国際高血圧学会によるリスク予測チャート(2010)に基づき、男女別に 40 歳代から 70 歳代まで各 10 歳年齢階級において、循環器疾患罹患のリスクを 5 段階に分けたモデルを Vensim DSS 6.2 を用いて作成した。モデルの設定期間を 2003 年からの 30 年間とし、2003 年から 2013 年までの総務省統計局人口推計による人口および人口動態調査による死亡数、さらに 2003 年から 2010 年までの国民健康・栄養調査結果の収縮期血圧値、総コレステロール値、喫煙の有無、糖尿病の有無に基づき算出したリスク別の割合に対してパラメータを最適化してシミュレーションを行った。なお、循環器疾患罹患のリスクについては世界保健機関の西太平洋地域 A グループ(幼児と成人の死亡率がともに非常に低い国々)用のリスク予測チャートを用い、5 段階の年間罹患率はそれぞれ 1%、2%、3%、4%、6%でモデルの設定期間中は一定とした。さらに、仮に介入により年間罹患リスクが 1 段階分改善するとして、第 5 段階のみ改善するハイリスク戦略、第 2 から第 5 段階で改善するポピュレーション戦略について罹患数のシミュレーションを行った。男性では、循環器疾患罹患数は 70 歳以上では 2032 年まで増加し続けるのに対して、60 歳代では 2020 年頃に増加から横ばいに転ずることが明らかとなった。ハイリスク戦略では現状維持とほとんど差がみられないが、ポピュレーション戦略では罹患総数が 3 分の 2 程度まで減少することが明らかとなった。循環器疾患の罹患数は高齢化による増加は避けられないものの、ポピュレーション戦略が成功すれば大幅な減少が見込めることが示唆された。

A. 研究目的

循環器疾患の罹患には、喫煙のみならず、肥満、高血圧、糖尿病、脂質異常症などの病態を含む危険因子が関与し、これらは相互に関連することが多い。その

ため、循環器疾患の罹患リスクの評価においては、危険因子を個別に評価するのではなく、個人のリスクを全体として評価することが重要である。本研究は日本人における危険因子のデータをもとに

リスク予測チャートを用いて循環器疾患の罹患リスクを推定し、システム・ダイナミクスによるシミュレーションモデルを作成して将来動向を予測することを目的とした。

B. 研究方法

循環器疾患の罹患に関するリスク予測チャートは、世界保健機関と国際高血圧学会によるリスク予測チャート(WHO/ISH risk prediction charts, 2010)¹(以下、リスクチャート)を用いた。本リスクチャートは、性、年齢、収縮期血圧、総コレステロール、喫煙の有無、糖尿病の有無をもとに10年間の循環器疾患の累積罹患リスクを評価するもので、日本は世界保健機関の西太平洋地域Aグループ(幼児と成人の死亡率がともに非常に低い国々)に分類されている。このリスクチャートにおける10年間の累積罹患リスクは、10%未満、10%以上、20%未満、20%以上30%未満、30%以上40%未満、40%以上の5段階で設定されているため、各段階の年間罹患率をそれぞれ1%、2%、3%、4%、6%とした。

日本人における危険因子のデータについては、2003年から2010年まで各年の国民健康・栄養調査結果をもとに、対象者の性別、年齢、糖尿病の有無、喫煙の有無、収縮期血圧値、総コレステロール値から、循環器疾患罹患のリスク別の5段階に分類した。国民健康・栄養調査のデータの集計においては、IBM SPSS Statistics 22を用いた。

システム・ダイナミクスによるモデルは、男女別に40歳代から70歳代まで各10歳年齢階級について循環器疾患

罹患の5段階のリスクに分けてVensim DSS 6.2を用いて作成した。モデルの設定期間は2003年から2032年までの30年間とした。なお、循環器疾患の罹患リスクは、リスクチャート上、各危険因子の値等が同じである場合も、年齢階級が上がる度に大きく変化するため、2003年から2010年までの国民健康・栄養調査結果全体から年齢階級の変化にともなう循環器疾患の罹患リスクの移行状況を求め、主要なストック間をフローで結ぶ構造とした(図1)。

モデルの最適化においては、2003年から2010年までの国民健康・栄養調査結果にもとづく循環器疾患の罹患リスク別の割合とともに、2003年から2013年までの総務省統計局人口推計による人口および人口動態調査による死亡数に対してパラメーターを最適化してシミュレーションを行った。

シミュレーションのシナリオとして、循環器疾患の年間罹患率がモデルの設定期間中は一定とする「現状維持」だけでなく、仮に介入により年間罹患リスクが1段階分改善するとして、第5段階のみ改善する「ハイリスク戦略」、第2から第5段階で改善する「ポピュレーション戦略」について罹患数のシミュレーションを行った。

(倫理面への配慮)

国民健康・栄養調査のデータは、厚生労働大臣に調査票情報の二次利用申請を行い、承認を得て利用した。本研究はその他公的統計の公表値を利用してシミュレーションを行うもので、倫理面の問題は生じないと考える。

C. 研究結果

2003年から2010年の国民健康・栄養調査結果について、リスクチャートをもとに循環器疾患の罹患リスクを求めたところ、リスク別の割合は表1の通りとなった。リスク1の割合は、年齢が高いほど低く、70歳代では男性で24.1%、女性で62.8%であった。

シミュレーションの結果、男性では循環器疾患罹患数は70歳以上では2032年まで増加し続けるのに対して、60歳代では2020年頃に増加から横ばいに転ずることが明らかとなった(図2-1)。ハイリスク戦略では現状維持と顕著な差を認めなかった(図2-2)。ポピュレーション戦略では罹患リスクを5年間かけて低下させることにより罹患数は減少するが、その後70歳以上では再び増加する結果となった(図2-3)。

循環器疾患の罹患総数のシミュレーション結果を現状維持、ハイリスク戦略、ポピュレーション戦略の間で比較したところ、現状維持とハイリスク戦略の間では大きな差を認めないが、ポピュレーション戦略では罹患総数が現状維持の3分の2程度まで減少することが明らかとなった(図3)。

女性の循環器疾患罹患に関するモデルも男性と同様に作成したが、最適化で安定したパラメーターを得ることができず、結果を示すことができなかった。

D. 考察

本研究では、世界保健機関・国際高血圧学会のリスクチャートをもとに、循環器疾患の罹患数のシミュレーションを行った。日本では、循環器疾患の死亡・

罹患に関するコホート研究や循環器疾患登録が各地で実施されているが、動的なコホートとして循環器疾患危険因子の分布と循環器疾患罹患を把握した研究はなく、国民健康・栄養調査とリスクチャートをもとにしたシステム・ダイナミックスモデルは、循環器疾患の罹患のシミュレーションを行う上で有用と考えられる。

リスクチャートの利用にあたっては、性別、年齢以外に収縮期血圧、総コレステロール、喫煙の有無、糖尿病の有無のデータが必要であり、これらが一貫して得られる国民健康・栄養調査は貴重な情報源である。ただ、対象者が血液検査値のある者に限られるため、偏りが生じている可能性がある²。また、国民健康・栄養調査では2011年に喫煙に関する質問が変更されていたため、データは2003年から2010年までのものを使用することとした。世界保健機関・国際高血圧学会のリスクチャートはWHOのSTEPS Surveyのデータを利用することとしており、国民健康・栄養調査でも世界標準の調査項目を継続して使用する重要性が示された。

本報告では、男性の循環器疾患罹患に関するモデルの結果を紹介した。女性のモデルも男性のものと同様に作成したが、安定したパラメーターを最適化で得ることができなかった。国民健康・栄養調査結果をもとにしたリスク別の割合等について、精査が必要と考えられた。

E. 結論

システム・ダイナミックスの手法を用いて我が国における循環器疾患の罹患

数の将来動向を予測した。循環器疾患の罹患数は高齢化による増加は避けられないものの、ポピュレーション戦略が成功すれば大幅な減少が見込めることが示唆された。

引用文献

1. WHO/ISH Risk prediction charts for 14 WHO epidemiological sub-regions, 2010.

http://ish-world.com/downloads/activities/colour_charts_24_Aug_07.pdf

2. 西信雄, 吉澤剛士, 池田奈由, 坪田恵, 奥田奈賀子. 国民健康・栄養調査の血液検査への協力に関連する要因. 日本循環器病予防学会誌 2015; 50(1): 27 -34.

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

Sugiyama T, Goryoda S, Inoue K, Sugiyama-Ihana N, Nishi N.
Simulation Model of Diabetes and Diabetic Nephropathy-induced Dialysis in Japan through 2022: Evaluation of Possible Strategies. 第33回国際システム・ダイナミックス学会総会 (2015年7月19日～23日、米国・ケンブリッジ)

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

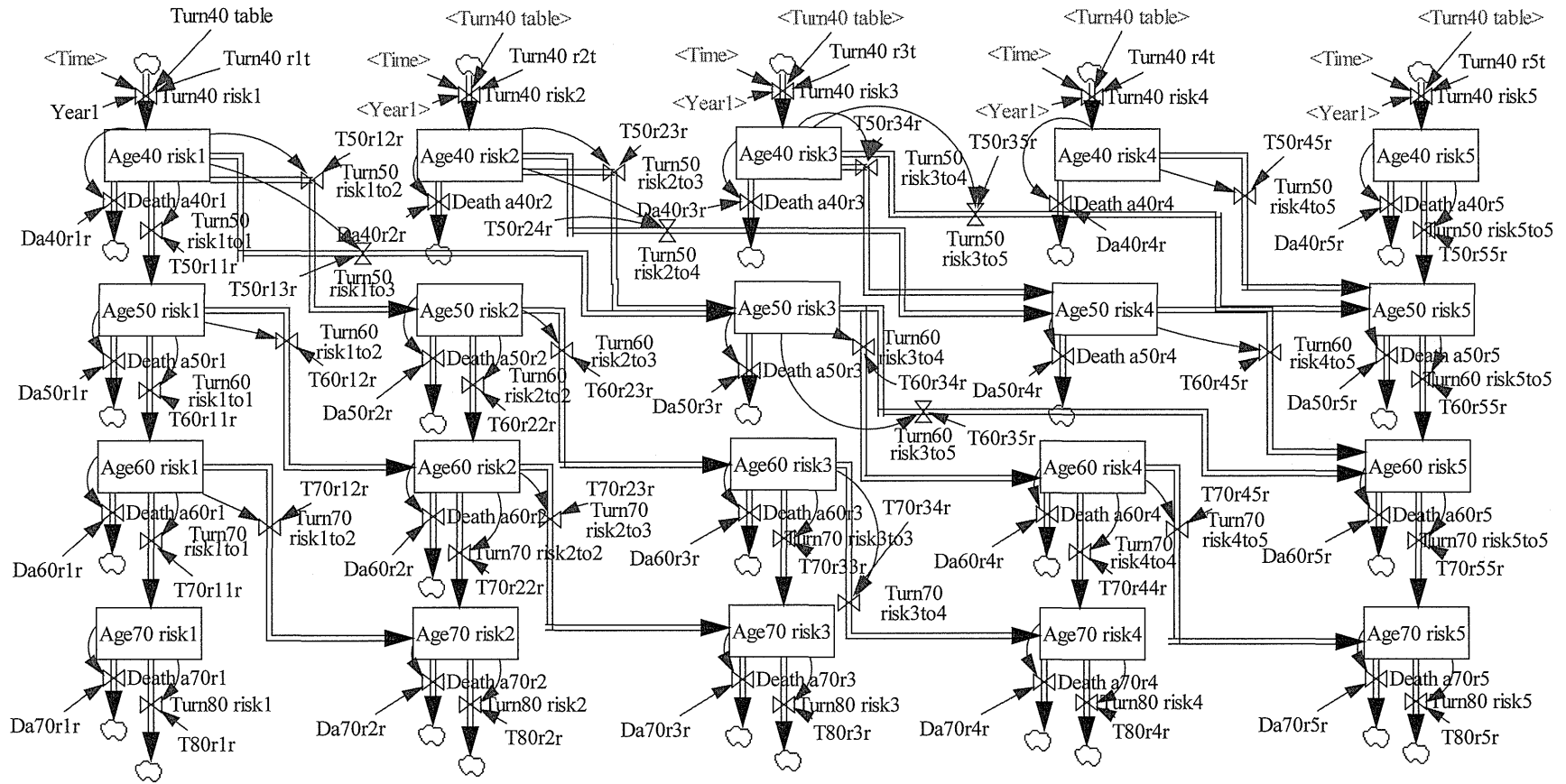


図1 システム・ダイナミクスによる循環器疾患罹患のシミュレーションモデル (男性)

表1 国民健康・栄養調査結果（2003年から2010年）にもとづくリスクチャートによる循環器疾患の罹患リスク別割合（％）

性別	年齢階級	循環器疾患の罹患リスク ¹				
		リスク1	リスク2	リスク3	リスク4	リスク5
男性	40～49歳	95.1	1.1	2.2	1.1	0.4
	50～59歳	82.3	10.8	3.3	1.8	1.8
	60～69歳	63.9	23.9	6.2	3.2	2.8
	70～79歳	24.1	49.3	14.5	7.7	4.4
女性	40～49歳	98.1	0.4	0.9	0.6	0.0
	50～59歳	95.9	1.7	1.2	0.8	0.5
	60～69歳	88.5	4.6	4.4	0.9	1.6
	70～79歳	62.8	27.1	7.8	1.1	1.3

¹（年間罹患率）リスク1:1%, リスク2:2%, リスク3:3%, リスク4:4%, リスク5:6%