

図 3. マルコフモデル概念

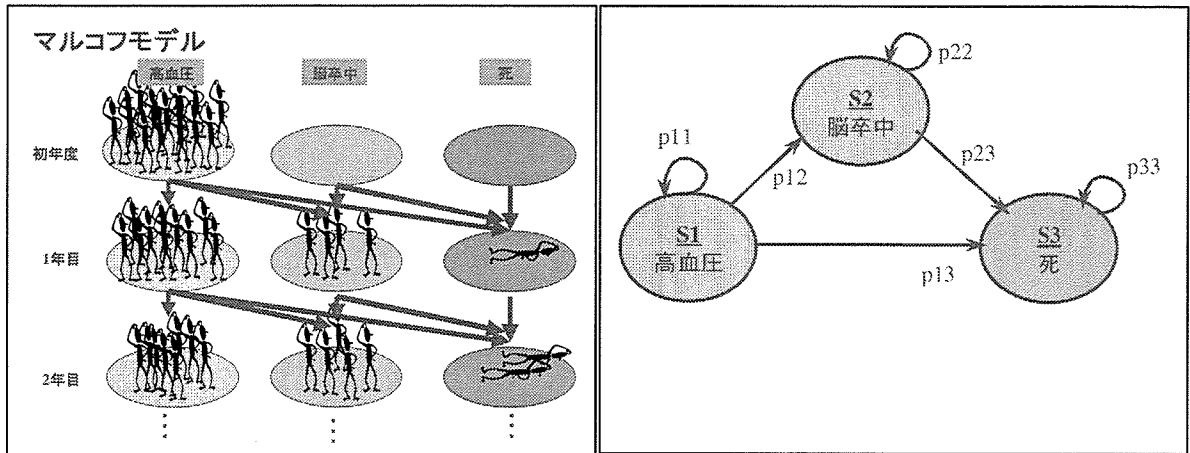


図 4. マルコフ移行確率行列

移行確率行列

	S1 高血圧	S2 脳卒中	S3 死
S1 高血圧	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$
S2 脳卒中	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$
S3 死	$p_{31}$	$p_{32}$	$p_{33}$

行列式で記述すると；

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{pmatrix}$$

図 5. 架空データによるシミュレーション

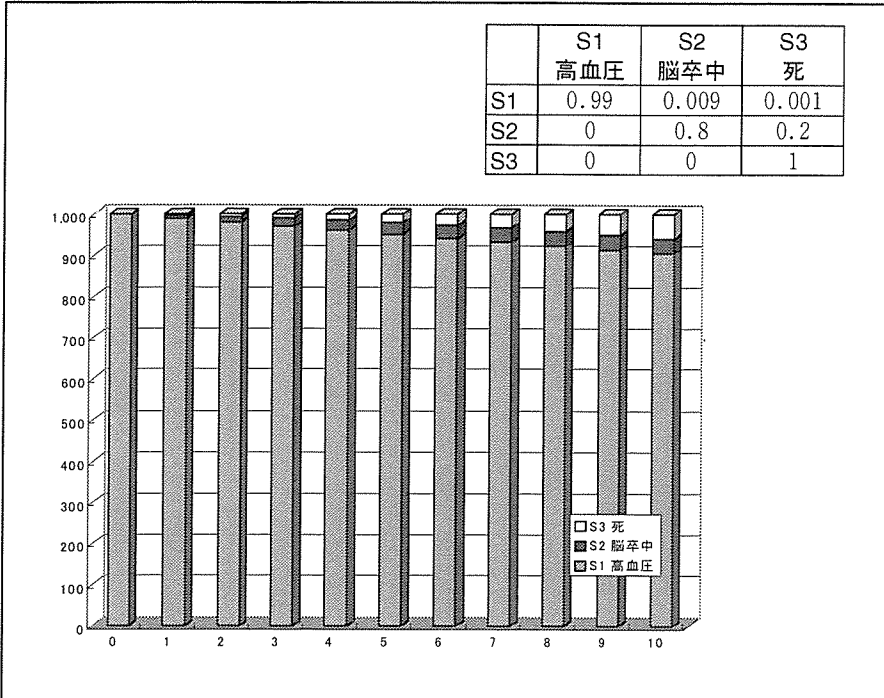


図 6. 高血圧のインフルエンスダイアグラム（要因相関図）

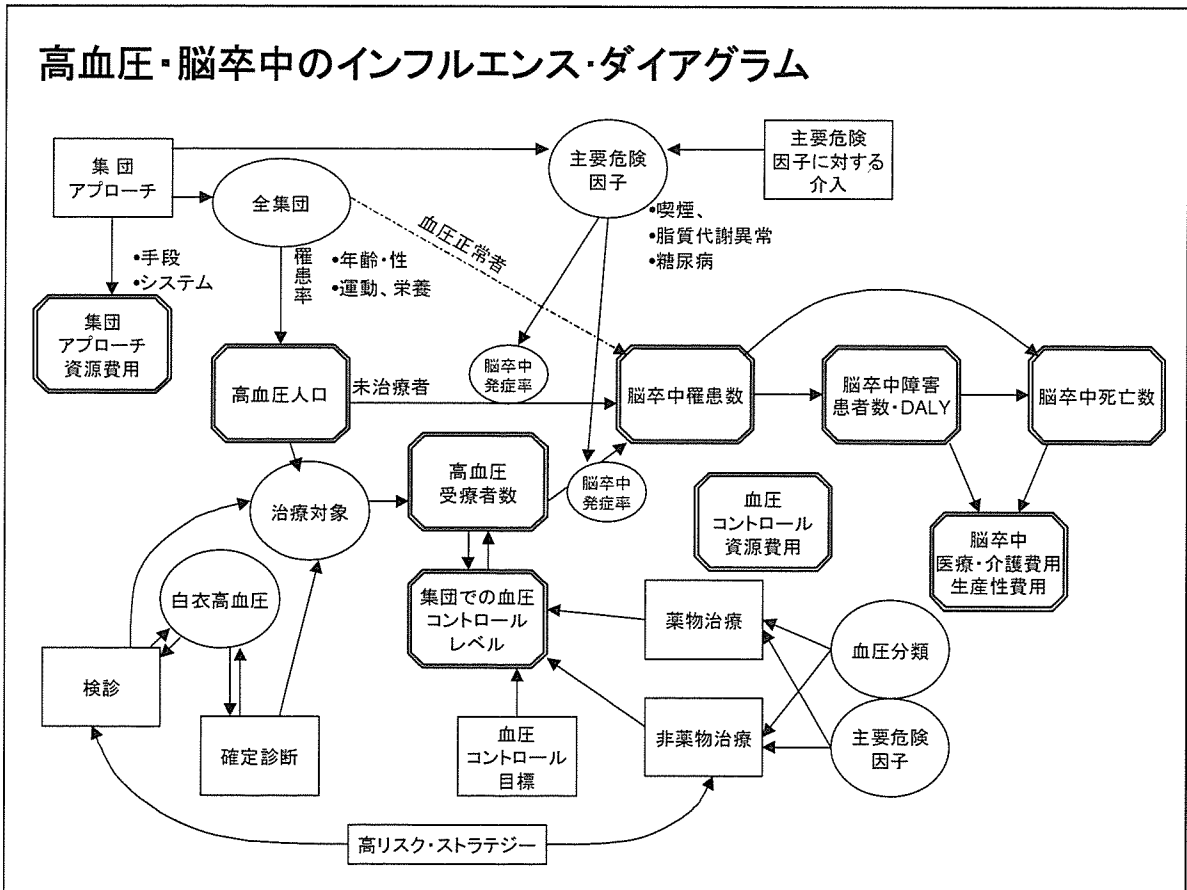


図8 シミュレーション結果(高血圧区分・治療・脳卒中ADL・累積死亡数)

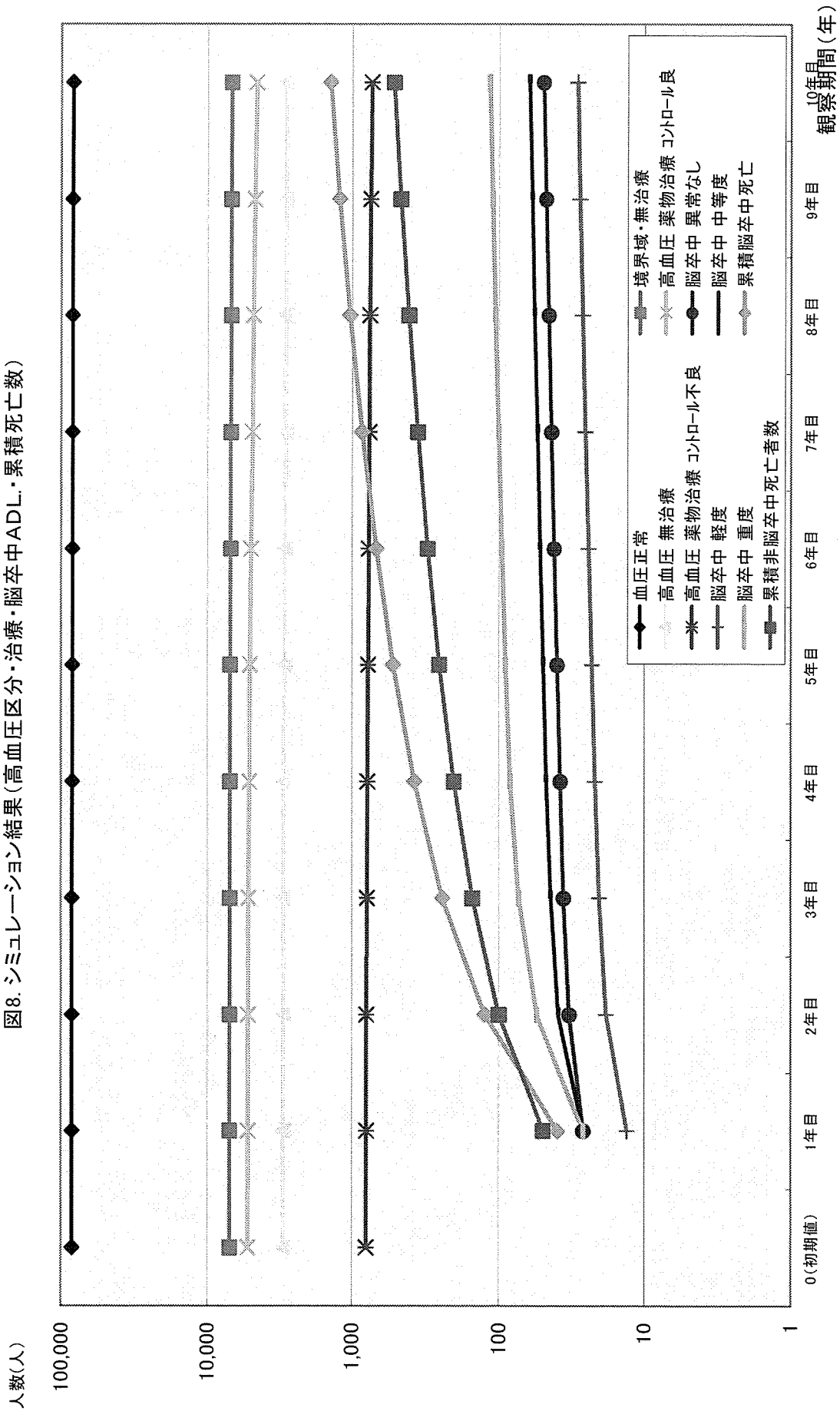


表 1. 高血圧モデル作成における前提

高血圧介入における課題とモデリングにおける前提	モデリングにおける課題とモデリングでの対応
血圧が下がれば、それに見合ってリスクが下がる。	・ 血圧とリスクの関係式が必要。・ 虚血性心疾患についてはフラミンガムスタディによる発症リスク予測モデルがあるが、脳卒中では関係式はない。 ・ 正常、境界域、高血圧の3段階区分でのモデル。
過去の血圧持続時間はリスクと関係ないと今回は考える。ただし、血圧の暴露とリスクの発生の間にタイムラグがある。できれば時間蓄積を織り込んだものを考えたい。	・ 高血圧持続時間は考慮に入れない。 ・ マルコフモデルにおいて、年齢による脳卒中発症リスク上昇に織り込む。 (年齢とともにリスクが上昇)
発見しても治療コンプライアンスに問題あり	・ 治療コンプライアンスは血圧コントロール不良に織り込まれているとする。 ・ 血圧コントロール不良の理由はコンプライアンス不良が原因との前提。
副作用が存在する(コンプライアンスの中に入れるかどうか、つまり治療成果を0から-にする)	・ 副作用は血圧コントロール不良に織り込まれているとする。
その他のリスク(たとえば糖尿病などについては今回は入れないが今後は入れるつもりで考えておく)	・ 性、年齢、糖尿病の有無を初期値として選択し、その集団でのシミュレーションモデルを考える

表 2. 介入可能性とモデリングでの取り扱いと意思決定への影響

要因	人数/割合/移行確率	データソース/計算方法	介入可能性 モデル上の取り扱い	帰結への影響	費用への影響
シミュレーション初期値	100,000人				
一次予防	血圧正常・境界域・高血圧割合	栄養調査データ、薬剤非服用者の割合 血圧分類:旧分類(栄養調査の分類に基づく)	集団アプローチ/高血圧区分割合による感度分析(今回は実施せず)	高血圧区分割合の減少	啓蒙活動の費用
	ライフスタイルにおいてリスクの高いものの割合	栄養調査における運動、喫煙、飲酒有無と血圧区分	集団アプローチ/高血圧区分割合による感度分析(今回は実施せず)	ハイリスク集団の減少 高血圧移行確率の減少	啓蒙活動の費用
二次予防	検診受診者の割合	老人保健事業年報 秋田県データ	検診受診者増加となるような啓蒙活動/(今回モデルには組み入れず)	治療高血圧患者数の増加	啓蒙活動費用
	検診実施による高血圧発見		検診による高血圧発見と無治療者割合の減少/(今回モデルには組み入れず)	治療高血圧患者数の増加	検診費用 医療費
	検診における偽陽性の高血圧	大迫町データ	家庭血圧計の普及/(今回モデルには組み入れず)		家庭血圧計費用
三次予防	無治療	栄養調査最新データ	高血圧者に対する啓蒙(無治療者の減少)	脳卒中患者増加	脳卒中医療費
	ライフスタイル修正	〃		ライフスタイルの効果と効果維持期間	ライフスタイル改善のための費用(初期費用、毎年の費用)
	薬物治療	〃	薬物の種類の違い、副作用、コンプライアンスは今回考慮せず	薬物の違いによる効果	薬価の違い、副作用治療費

表3. 初期高血圧区分モデル

	血圧正常、 服薬なし	境界域、 無治療	境界域、 ライズスタイル修正		境界域、 薬物治療		高血圧、 無治療	高血圧、 ライズスタイル修正		高血圧、 薬物治療		計
			コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良		コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	
血圧正常、 服薬なし	95.00%	0.00%	2.25%	0.00%	1.00%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	1.00%	0.00%	100.00%
境界域、 無治療	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
境界域、 ライズスタイル修正	コントロール 良好	0.0%	80.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	コントロール 不良	0.0%	0.0%	70.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	30.0%	0.0%	100.0%
境界域、 薬物治療	コントロール 良好	0.0%	0.0%	0.0%	95.0%	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	コントロール 不良	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.0%	20.0%	100.0%
高血圧、 無治療	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
高血圧、 ライズスタイル修正	コントロール 良好	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	70.0%	30.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	コントロール 不良	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	30.0%	65.0%	5.0%	100.0%
高血圧、 薬物治療	コントロール 良好	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
	コントロール 不良	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%

正常から境界域、高血圧に移行する場合は、いずれの治療方法でもコントロール良とする。

無治療のものは無治療を継続

ライズスタイル修正でコントロール良のものが、高血圧になったり、薬物療法への変更はない。  
ライズスタイル修正の効果は少なくとも1年持続するとの前提。

境界域でコントロール不良のものは、コントロール良になることはない。  
境界域にとどまるか高血圧薬物療法に移行する。薬物療法でのコントロールは良とする(1年間は効果は持  
続)。

薬物治療でコントロール良のものが、高血圧になったり、薬物療法への変更はない。  
薬物治療の効果は少なくとも1年持続するとの前提。

ライズスタイル修正でコントロールできなくなる率  
境界域でコントロール不良のものは、境界域にとどまるか高血圧薬物療法に移行する。

無治療のものは無治療を継続

コントロール不良のものがコントロール良にはならない。  
ライズスタイル修正でコントロール不良のものは、そのまま継続するか、薬物療法に移行。

コントロール良のものはそのままコントロール良とする。  
(副作用/コンプライアンスは考慮していない)

コントロール不良のものがコントロール良にはならない  
(コンプライアンスに起因している)

表3-(2). 初期高血圧区分モデルにおけるシミュレーション例

年齢区分

シミュレーション人数

100,000

脳卒中を考慮しないモデル

	血圧正 常 服薬なし	境界域・ 無治療		境界域・ ライフスタイル修正 コントロール 不良		境界域・ 薬物治療		高血圧・ 無治療		高血圧・ ライフスタイル修正 コントロール 不良		高血圧・ 薬物治療		計
		コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	
0(初期値)	80,000	3,000	3,000	4,000	2,000	1,500	500	2,000	2,000	2,000	1,000	3,700	300	100,000
1年目	76,000	3,000	5,000	2,200	2,225	2,275	275	2,000	2,000	2,000	900	5,950	450	100,000
2年目	72,200	3,000	5,710	2,540	2,874	221	200	2,000	2,000	1,970	870	8,065	550	100,000
3年目	68,580	3,000	6,193	2,920	3,452	232	200	2,000	2,000	1,921	852	10,203	638	100,000
4年目	65,161	3,000	6,497	3,283	3,965	265	200	2,000	2,000	1,859	832	12,412	727	100,000
5年目	61,902	3,000	6,664	3,597	4,419	304	200	2,000	2,000	1,790	807	14,695	821	100,000
6年目	58,807	3,000	6,724	3,851	4,817	343	200	2,000	2,000	1,717	779	17,039	923	100,000
7年目	55,867	3,000	6,702	4,040	5,164	378	200	2,000	2,000	1,643	749	19,426	1,030	100,000
8年目	53,074	3,000	6,619	4,169	5,464	409	200	2,000	2,000	1,569	718	21,835	1,143	100,000
9年目	50,420	3,000	6,489	4,242	5,722	437	200	2,000	2,000	1,496	686	24,246	1,261	100,000
10年目	47,899	3,000	6,326	4,267	5,940	461	200	2,000	2,000	1,426	655	26,644	1,383	100,000

各割合は米薬師会最新データによる

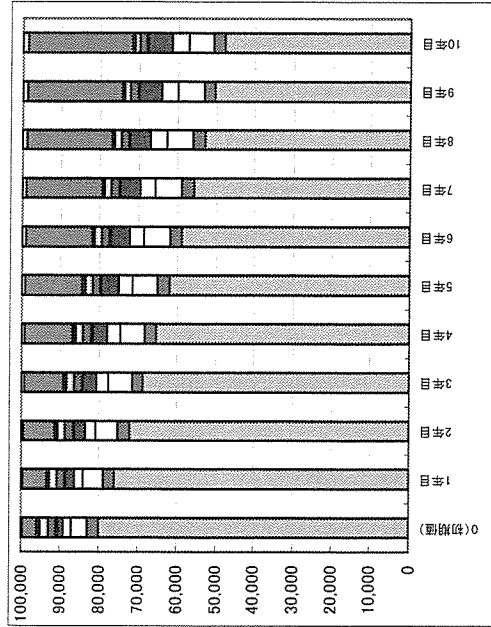


表4. 脳卒中モデル

年齢区分

シミュレーション人数

100,000

0(初期値)	血圧正常・ 常服薬なし	境界域・ 無治療		境界域・ 薬物治療		高血圧・ 無治療		高血圧・ 薬物治療	
		コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好	コントロール 不良	コントロール 良好
	84,000	7,000	3,000	5,200	800				
1年目	81,000	7,200	2,900	8,175	725				
2年目	77,910	7,510	2,870	10,939	771				
3年目	74,783	7,841	2,852	13,655	870				
4年目	71,658	8,141	2,832	16,377	992				
5年目	68,566	8,387	2,807	19,113	1,126				
6年目	65,531	8,568	2,779	21,856	1,265				
7年目	62,569	8,683	2,749	24,590	1,408				
8年目	59,693	8,738	2,718	27,299	1,553				
9年目	56,909	8,738	2,686	29,968	1,698				
10年目	54,225	8,693	2,655	32,584	1,844				

加齢調整	脳卒中発症率				非脳卒中 死亡率	
	血圧正常	境界域・ 無治療	高血圧			
			無治療	薬物治療		
			コントロール不良	コントロール良好		
1	0.10%	0.20%	0.50%	0.30%	0.45%	0.05%
1.01	0.10%	0.20%	0.51%	0.30%	0.45%	0.05%
1.02	0.10%	0.20%	0.51%	0.31%	0.46%	0.05%
1.03	0.10%	0.21%	0.52%	0.31%	0.46%	0.05%
1.04	0.10%	0.21%	0.52%	0.31%	0.47%	0.05%
1.05	0.11%	0.21%	0.53%	0.32%	0.47%	0.05%
1.06	0.11%	0.21%	0.53%	0.32%	0.48%	0.05%
1.07	0.11%	0.21%	0.54%	0.32%	0.48%	0.05%
1.08	0.11%	0.22%	0.54%	0.32%	0.49%	0.05%
1.09	0.11%	0.22%	0.55%	0.33%	0.49%	0.05%
1.1	0.11%	0.22%	0.55%	0.33%	0.50%	0.06%

表1-②. 脳卒中モデルにおけるシミュレーション例

高血圧区分別患者数(人口)と脳卒中罹患・死亡数(脳卒中以外)

	血圧正常	境界域・ 無治療	高血圧			脳卒中発 症者数	非脳卒中 死亡者数	累積 脳卒中 発症者数	累積 非脳卒中 死亡者数	合計
			無治療	薬物治療 コントロール 良好	薬物治療 コントロール 不良					
0(初期値)	84,000	7,000	3,000	5,200	800	0	0	0	0	100,000
1年目	83,874	6,983	2,984	5,182	796	132	132	50	50	100,000
2年目	83,751	6,964	2,967	5,153	792	139	271	101	101	100,000
3年目	83,632	6,945	2,951	5,114	788	146	418	152	152	100,000
4年目	83,517	6,925	2,935	5,065	784	154	572	203	203	100,000
5年目	83,405	6,904	2,919	5,005	779	162	734	255	255	100,000
6年目	83,297	6,882	2,903	4,935	773	170	904	308	308	100,000
7年目	83,193	6,859	2,887	4,854	766	178	1,081	361	361	100,000
8年目	83,092	6,836	2,870	4,762	759	186	1,267	414	414	100,000
9年目	82,995	6,812	2,854	4,658	750	194	1,461	468	468	100,000
10年目	82,902	6,788	2,838	4,544	741	202	1,663	523	523	100,000

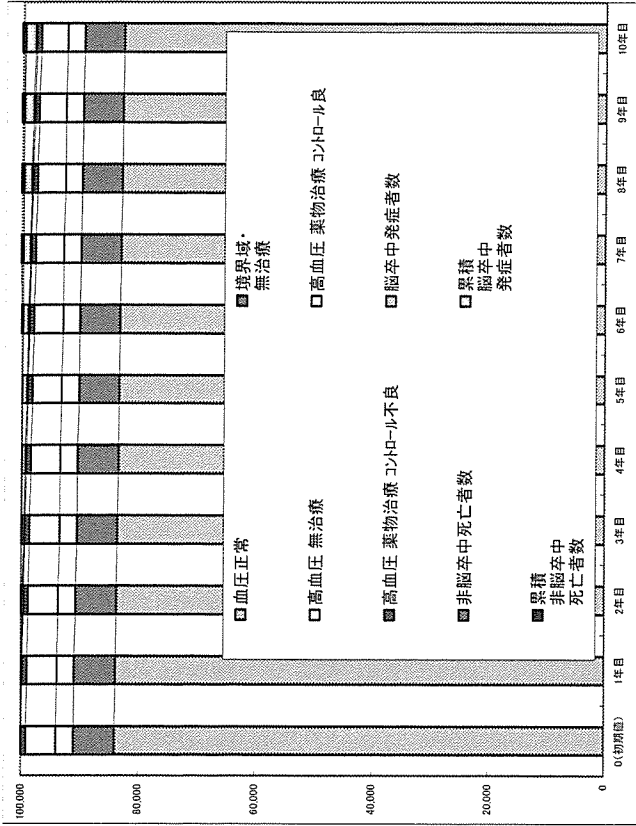




表5. 脳卒中死亡モデル

脳卒中移行確率マトリックス

	異常なし	軽度	中等度	重度	死亡	合計
異常なし	20.0%	10.0%	20.0%	20.0%	30.0%	100.0%
軽度	0.0%	15.0%	20.0%	30.0%	35.0%	100.0%
中等度	0.0%	0.0%	12.0%	40.0%	48.0%	100.0%
重度	0.0%	0.0%	0.0%	30.0%	70.0%	100.0%
死亡	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%

	脳卒中発症者数	異常なし	軽度	中等度	重度	死亡	合計
0(初期値)	0	0	0	0	0	0	0
1年目	132	26	13	26	26	40	132
2年目	139	28	14	28	28	42	139
3年目	146	29	15	29	29	44	146
4年目	154	31	15	31	31	46	154
5年目	162	32	16	32	32	49	162
6年目	170	34	17	34	34	51	170
7年目	178	36	18	36	36	53	178
8年目	186	37	19	37	37	56	186
9年目	194	39	19	39	39	58	194
10年目	202	40	20	40	40	61	202

表6. 各状態の推移数(総合表)

	血圧正常	境界域・ 無治療	高血圧			脳卒中 発症者数	脳卒中 発症者数	脳卒中ADL・死亡					脳卒中 死亡者数	脳卒中 死亡者数	合計
			無治療	薬物治療				軽度	中等度	重度	脳卒中 死亡者数				
				コントロール 良好	コントロール 不良										
0(初期値)	84,000	7,000	3,000	5,200	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,000
1年目	83,874	6,983	2,984	5,182	796	132	132	26	26	26	40	40	50	50	100,000
2年目	83,751	6,964	2,967	5,153	792	139	232	33	39	56	85	125	101	101	100,000
3年目	83,632	6,945	2,951	5,114	788	146	293	36	44	74	118	243	152	152	100,000
4年目	83,517	6,925	2,935	5,065	784	154	329	38	47	84	137	380	203	203	100,000
5年目	83,405	6,904	2,919	5,005	779	162	354	40	50	91	149	530	255	255	100,000
6年目	83,297	6,882	2,903	4,935	773	170	374	42	53	96	159	688	308	308	100,000
7年目	83,193	6,859	2,887	4,854	766	178	393	44	55	101	167	855	361	361	100,000
8年目	83,092	6,836	2,870	4,762	759	186	412	46	58	106	175	1,031	414	414	100,000
9年目	82,995	6,812	2,854	4,658	750	194	431	48	60	111	183	1,214	468	468	100,000
10年目	82,902	6,788	2,838	4,544	741	202	449	50	63	116	191	1,406	523	523	100,000

---

## 参考文献

- i 森田道也：経営システムのモデリング学習.牧野書店, 1997, 東京
- ii Plocher DW: Disease Management, Kongstvedt PR eds *The Managed Health Care Handbook*. Aspen Publishers Inc. 1996
- iii 坂巻弘之：疾病管理の導入. 医療経済研究機構 監修：医療白書 2000 年版. 日本医療企画.2000, 127-135
- iv Drummond MF et al: *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. Oxford Medical Publications 1997

---

# 高血圧医療対策のための基盤モデル構築—システムダイナミクスを用いて

大野 ゆう子

---

## 1. 研究目的

日本の高血圧対策は今大きな局面を迎えていると言っても過言ではない。

まず日本における高血圧者数の問題があげられる。現在の高血圧者数(最高血圧 140mmHg 以上または最低血圧 90mmHg 以上の人)は約 3,500 万人、日本人のおよそ 4 分の 1 といわれ、50 歳以上では 2 人に 1 人が高血圧者といわれるほど人数が多い。

次に 2000 年の日本高血圧学会における高血圧治療ガイドラインの変更である。今までの高血圧定義では最高血圧 160mmHg 以上または最低血圧 95mmHg 以上であったが、新定義により最高血圧 140mmHg 以上または最低血圧 90mmHg 以上と変更された。この定義変更に伴い、高血圧者数が一気に 2,000 万人も増加したという指摘があり、今後の高血圧施策にこの定義変更による影響を検討、反映させる必要がある。

高血圧者個人の問題としては、高血圧治療に対するコンプライアンスの低さがあげられる。高血圧症で実際に治療を受けている人は高血圧者数の約半分といわれ、さらに治療を受けていて血圧コントロールが良好な人はその半分、つまり高血圧者数の約 4 分の 1 といわれている。高血圧症には自覚症状がほとんどないため放置する人が多く、また薬の飲み忘れ、副作用や過度の血圧低下への不安による服薬拒否などの問題がある。高血圧症は循環器疾患、脳血管疾患発症の高リスク因子であり、これらの疾患発症による身体障害発生率、寝たきり率の高さは医学的、医療経済的問題だけでなく社会的問題としても重要である。以上のことから、人口構成の高齢化が急速に進んでいる日本社会においてこの問題は早期に対策を構すべき問題であり、また高血圧対策を効率的、かつ有効に進めるためにも科学的根拠に基づいた保健医療システムの構築が不可欠である。

本研究では、高血圧対策の有効性検討およびシステム構築の一助となるシミュレーションモデルの構築を目的とした。医療政策、疾病管理を検討、確立させていく上で、例えば集団アプローチの介入検証、薬物・非薬物療法の効果検討、医療費の動向検討などは事前にモデルによる数理的検討が可能であり、またこのような検討が必要である。

今回は高血圧政策検討モデルが備えるべき要件として

- (1) 性、年齢階級別、血圧区分別人口の把握、追跡可能
- (2) 性、年齢階級別高血圧移行率の変更可能
- (3) 性、年齢階級別死亡率の変更可能
- (4) 新規世代(将来推計)人口を投入、変更可能
- (5) 疾病負担モデルの追加など、モデルの拡張性

を挙げ、まず基本となるべきモデルをシステムダイナミクス理論を用いて構築し、その妥当性を検討した。最後にモデルの有効性、今後のモデル拡張性について検討した。

## 2. 研究方法

### 1) システムダイナミクス理論

システムダイナミクス理論は、フィードバックを含むシステムの動的挙動を扱い、社会システムの有効なシミュレーションモデルとして知られる。システムダイナミクス理論では、ある状態(ストック)からパラメータ(ストック間移行係数)により制御される変化量(レイト)に従って変化(フロー:本研究では人数の変化)が生じるとしている。モデルの基本構成要素は以下のとおりである。

- ・ストック：一般に人、資金、情報などの累積（そこに流れ込み、流れ出るもの）を表す。  
「ストックの値」というのは、その時点で累積している量のことを指す。
  - ・フロー：ストックに流入・流出する経路を表す。
- モデル内では、システム構成要素ごとの挙動を変化率の形で線形、非線形に関わらず記述可能であり、その統合結果としてシステムの動的表現が可能となる。

## 2) 性、年齢階級別、血圧区分別人口動態モデル

本研究ではモデル作成にあたり、高血圧移行の自然史になるべく近い、専門家だけでなく異なった立場の人にも理解されやすい、パラメータ等の投入により様々なシミュレーションを実行できる、政策提言への実用可能なモデル構築を目的とした。そこで今後のモデル拡張を踏まえ、まずは基盤モデルとして『性、年齢階級別、血圧区分別人口動態モデル』を構築した。

本モデルは正常血圧から軽症高血圧へ、軽症高血圧から中等症高血圧へという高血圧移行への自然史に則ったシンプルな人口動態モデルを想定し、モデルのストック数を日本高血圧学会ガイドラインの血圧分類をもとに次の3つとした。

### (1) 正常血圧群

収縮期血圧 140mmHg 未満または拡張期血圧 90mmHg 未満

### (2) 軽症高血圧群

収縮期血圧 140-160mmHg 未満または拡張期血圧 90-100mmHg 未満

### (3) 中等症以上高血圧

収縮期血圧 160mmHg 未満または拡張期血圧 90mmHg 未満

年齢階級については10歳階級とし、男女別に30-39歳から100歳以上までの8階級を設定した。年齢階級を10歳階級としたため、モデルの1回実行を10年経過と仮定し、シミュレーション実行ごとに次の新しい30-39歳人口が投入されるよう設定した。

## 3) モデルを用いたシミュレーション方法

本モデルは2000年を初期状態とした。よってモデルの基礎資料、および各ストックからのレイト初期値には、厚生労働省2000年人口動態統計、2000年国民栄養調査結果を用いた(表1)。死亡率のパラメータについては、2000年男女別10歳階級別死亡率を補正して用いた。これは10歳階級ごとのcohortが次の階級に移行する際に10年を必要とするため、率の補正が必要となるからである。血圧変化に関するパラメータについては、本モデルが基盤モデルとの位置付けからまずはシンプル性を追求し、今回は正常血圧から軽症高血圧へ、軽症高血圧から中等症以上高血圧への移行のみを想定し、2000年国民栄養調査の男女別、年齢階級別、血圧区分別割合より遷移確率を算出し使用した。

作成したモデルの妥当性を検討するため、モデルの初期値である2000年から今後50年間の人口動態を検討した。各パラメータは2000年時点のパラメータ値と変化なしとする。50年間(シミュレーション回数5回)に新規流入してくる30-39歳人口については、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14年1月推計)」の30-39歳人口を用いた(表2)。

本研究ではビジュアル的にモデル構築が容易であるHigh Performance Software社のシミュレーションソフト、STELLAを用いた。

## 3. 研究結果・考察

### 1) モデルの妥当性

#### (1) 現人口動態の反映

作成した『性、年齢階級別、血圧区分別人口動態モデル』モデルを図1に示す。

モデルの妥当性を検討するため、このモデルの初期設定を2000年として50年間の人口動態を調べたところ、10年ごとの30歳以上人口は2010年9,007万人、2020年9,014万人、2030年8,584万人、2040年7,998万人、2050年7,307万人となり、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14年1月推計)」の30歳以上人口、2010年

9,004 万人、2020 年 9,091 万人、2030 年 8,773 万人、2040 年 8,279 万人、2050 年 7,673 万人と比べほぼ近い値となった（図 2）。

血圧区分別人口については、総数、男性、女性について、実数では図 3、図 4、図 5 のように、百分率（%）では図 6、図 7、図 8 のようになった。高血圧人口（血圧区分：軽症高血圧人口＋中等症以上高血圧人口）は、総数、男性、女性とも人口のピーク時と同じ 2020 年でピークを向かえ、その時の人数は各々 3,762 万人、1,934 万人、1,828 万人となった。現在の我が国の高血圧患者数が一般に 3,500 万人と言われているため、これらの結果は現実的な高血圧人数を表していると考えられる。

以上の結果から今回、性、年齢階級別、血圧区分別人口動態モデルを作成することができた。本モデルのパラメータで現実の人口動態とほぼ近い動きをとることから、本モデルを基盤モデルとして高血圧関連問題の分析に用いることが可能と考える。

## （2）今後 50 年間の高血圧人口 — 大きく変動しない

今回の本モデルを用いたシミュレーション結果から、今後 50 年間は高血圧人口が大きく変動しないということが分かった。正確には、これからの人口増加とともに高血圧人口も増加し、2020 年をピークに人口減少が始まり高血圧人口も減少するが、現時点より人口が減るであろう 50 年後において高血圧人口は現在の高血圧人口より多いということである。これから人口減少社会を迎えるから高血圧人口も減少するような錯覚を受けるが、シミュレーション結果から図 9 のように人口、正常血圧人口は大きく減少するが、軽症高血圧、中等症以上高血圧はあまり変化が見られないことが分かった。これを確認すべく、各血圧区分別人口を従属変数に、シミュレーション年を独立変数に設定して各々重回帰分析を行った結果、正常血圧のみが年の独立変数に対して偏回帰係数検定で有意確率 0.02 となり、軽症高血圧人口、中等症以上高血圧では有意確率 0.94、0.90 となった。この結果から軽症高血圧、中等症以上高血圧では年が各人口に対して影響を及ぼしていない、つまり時間経過に対してあまり変化していないことが判明した。今後高齢者人口が増加していく間は高血圧人口が減少しないと考えられ、反対に高血圧割合が増加すると考えられる。例えば高血圧者を治療している臨床医にとっては、診察に訪れる高血圧人口の増加について、高血圧人口が現在または今後とも増加するであろうと錯覚するかもしれない。しかしそれは高血圧者割合が増加するだけで実数が増加するわけではないことがシミュレーション結果より判明した。

## 2）モデルの有効性・今後の拡張性

### （1）「cohort 介入」影響評価と「period 介入」影響評価

「cohort 介入」では、どの年齢階級から介入を行うかによって効果がどのように変化するかを検討することが可能である。本モデルでは 30 歳から 10 歳階級ごとに 100 歳以上までの 8 階級を設定しており、各 cohort を追跡することが可能である。

「period 介入」では、いつの時点から介入を行うかによって総人口においてどのように効果が異なるのかを検討することが可能である。今後の人口、高齢化率の動向によっていつ、どのような介入を始めることが最適なのかを検討することは十分意義がある。この場合の効果指標としては全年齢階級、血圧区分別人口、死亡数等を用いることが可能である。

### （2）性、年齢階級別、血圧区分別人口・要介護者数の推定

本モデルでは性、年齢階級別に正常血圧から軽症高血圧へ、軽症高血圧から中等症以上高血圧への遷移確率を推定し、性、年齢階級別の血圧区分別人口を把握できる。モデルに寝たきり率、身体障害率を組み込むことで性・年齢階級別・血圧区分別要介護者数の推定が可能となる。

### （3）新規世代（将来推計）人口の投入、変更可能

新規世代人口の投入が可能という点で、今後の人口増加・減少、高齢化を反映したシミュレーションが可能である。今後国立社会保障・人口問題研究所の推計値より精度が高い将来推計人口値を投入予定である。さらにパラメータ検討により、将来的には世界レベル、都道府県レベル、市町村レベルの高血圧政策検討モデルが構築可能である。

#### (4) 疾病負担モデル追加などのモデル拡張性

本モデルに医療費、DALY、QALY等の計算モデルを組み込むことで、介入結果を血圧区分別人口等から評価するだけでなく、医療費、DALY、QALY等からも比較検討が可能であり、費用効果分析、費用効用分析、医療経済分野への拡張が可能となる。医療費については治療モデルとの混合も可能であり、薬剤費等の計算も可能となる。最近行われた高血圧者に治療を行っている医者に対するアンケートによれば、高血圧定義が新定義に変更された場合、新たに高血圧と定義される 2,000 万人の半分がすぐに投薬されようとしているという結果が出たとのことである。よって医療費についてのシミュレーションは急務である。

#### 4. 結論

- 本研究で構築したモデルは現実の人口動態をほぼ反映しており、高血圧関連の基盤モデルが完成した。
- 本モデルを用いたシミュレーション結果より、2020年に総人口、高血圧人口ともピークを迎えその後減少するが、2050年では現時点よりも高血圧人口が多いことが分かった。
- 本モデルでは政策上の「cohort 介入」や「period 介入」の影響評価を行えるとともに、今後モデルの拡張を試み、合併症患者数の予測や要介護者数の予測を行うことが可能である。

#### 参考文献

Takashi Hasegawa, Mieko Oshima. Non-Linear Trends in the Blood Pressure of Japanese Adults. *Hypertension Research* 2001;24(3):215-219.  
Toshihiko Hasegawa, Yoko Hori, Hiroyuki Sakamaki, et al. Meta-analysis on the Therapeutic State of Hypertensive Population in Japan: Focusing on the Impact of New Diagnostic Criteria of Japanese Guideline for the Management of Hypertension 2000. *Journal of Epidemiology* 2002; 12(2):112-119.

#### 研究発表

##### 論文発表

Kanako Murata, Yuko Ohno, Satoko Kasahara et al. The Construction of the Population Dynamic Model for the Estimation of the Total Medical Care Needs in Japan. *Japan Hospitals* 2001;20:35-39.

##### 学会発表

村田加奈子, 大野ゆう子, 笠原聡子他: 高血圧症・脳血管疾患患者数推計のためのモデル構築. 第21回医療情報学連合大会論文集, 524-525, 2001, 横浜.

村田加奈子, 大野ゆう子, 中村隆他: 日本公衆衛生雑誌(第60回日本公衆衛生学会総会抄録集), 48(10), 222, 2001, 香川.

大野ゆう子, 中村隆, 長谷川敏彦他: 国民栄養調査に基づく日本人高血圧割合の Age-Period-Cohort 分析. 第20回医療情報学連合大会論文, 636-637, 2000, 静岡.

図表

図1 性・年齢階級別血圧モデル

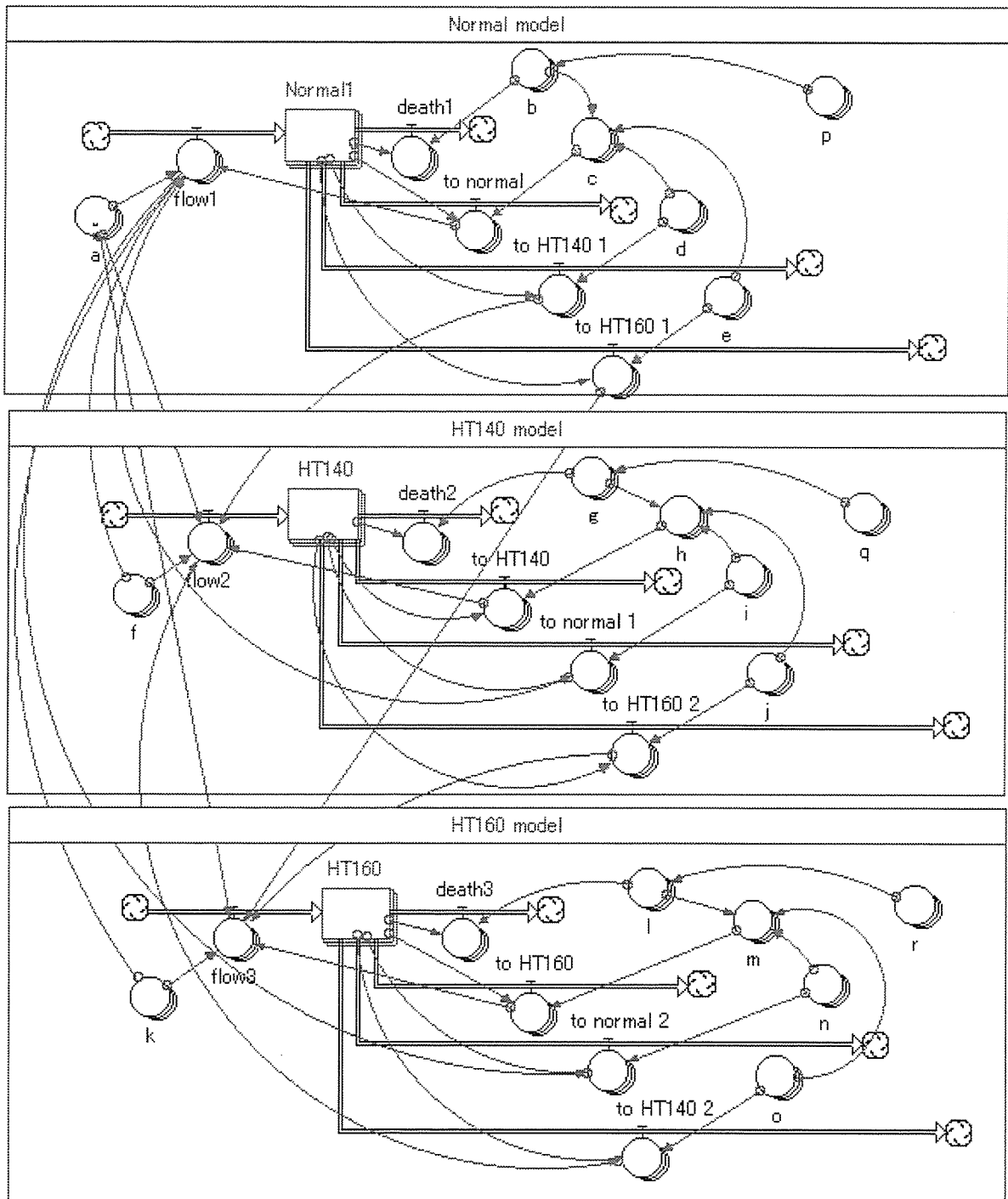




図2 シミュレーション結果（30歳以上人口）

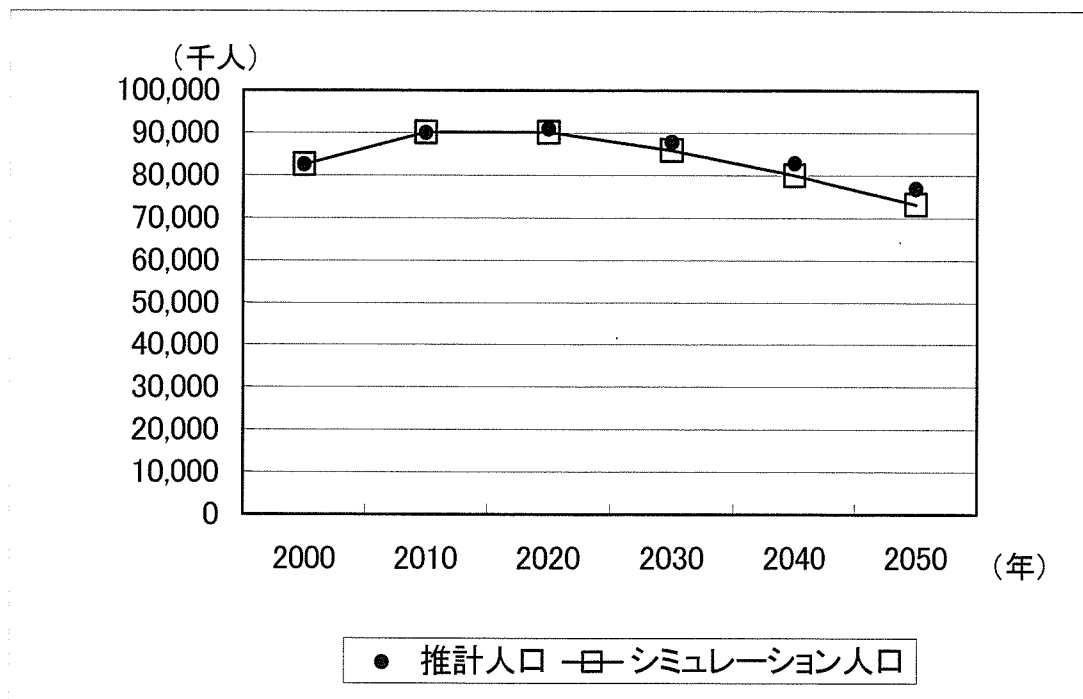


図3 血圧別人数シミュレーション結果 [実数] (総数)

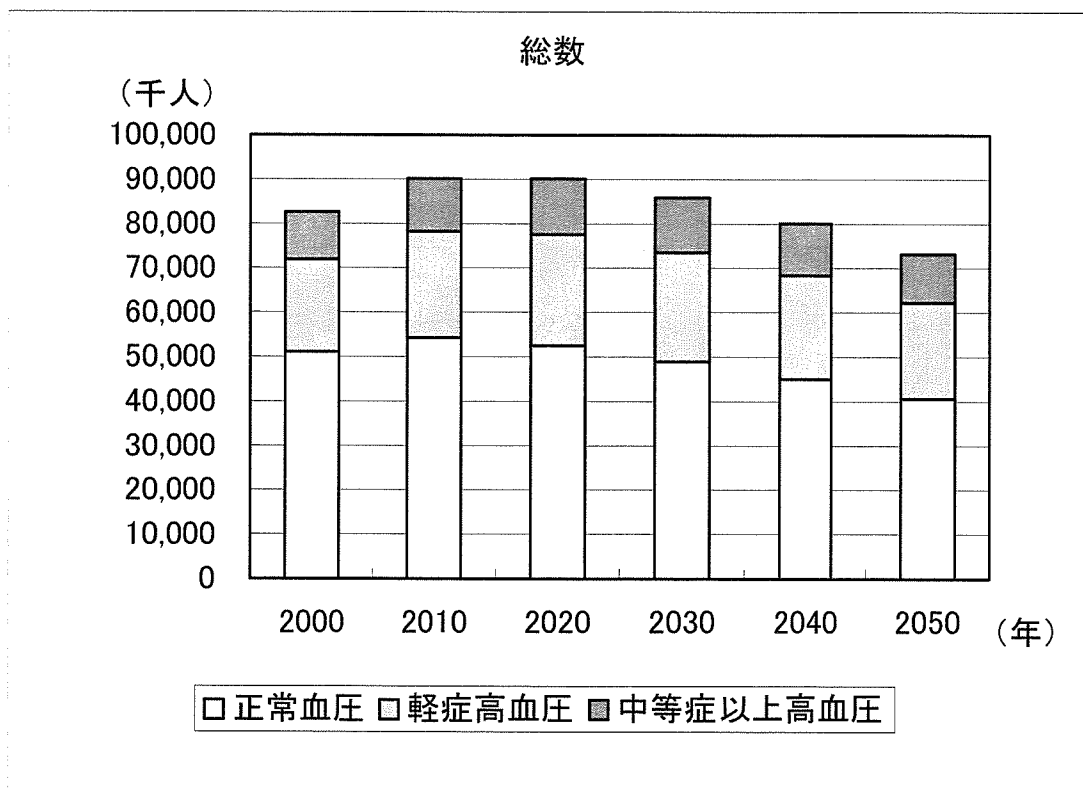


図4 血圧別人数シミュレーション結果 [実数] (男性)

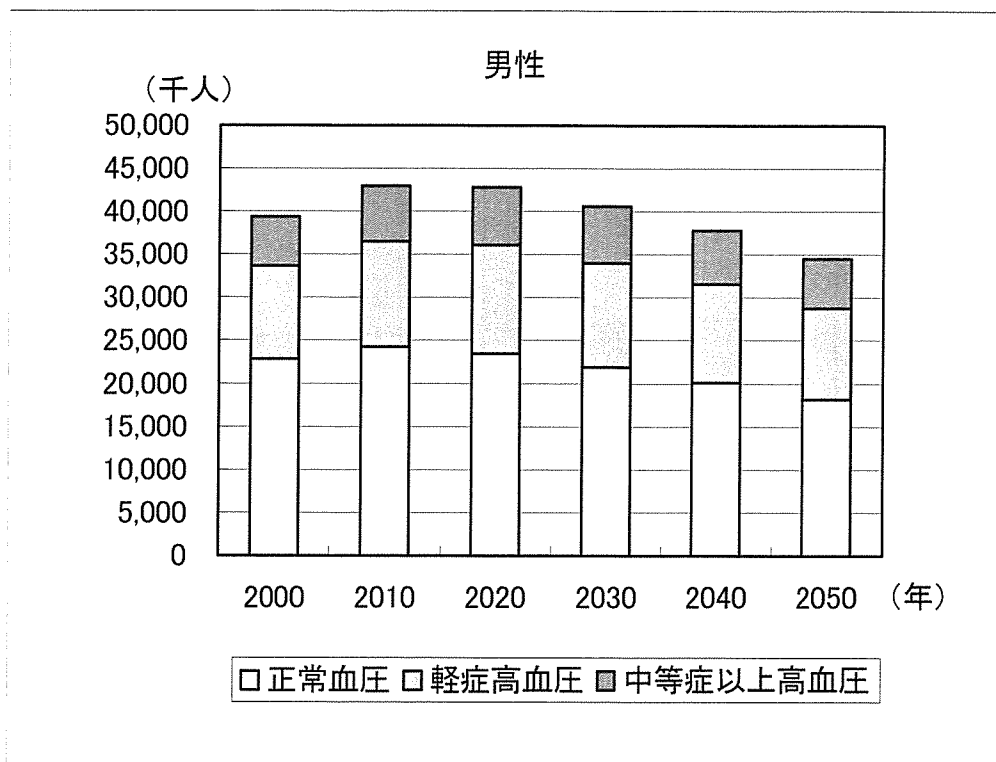


図5 血圧別人数シミュレーション結果 [実数] (女性)

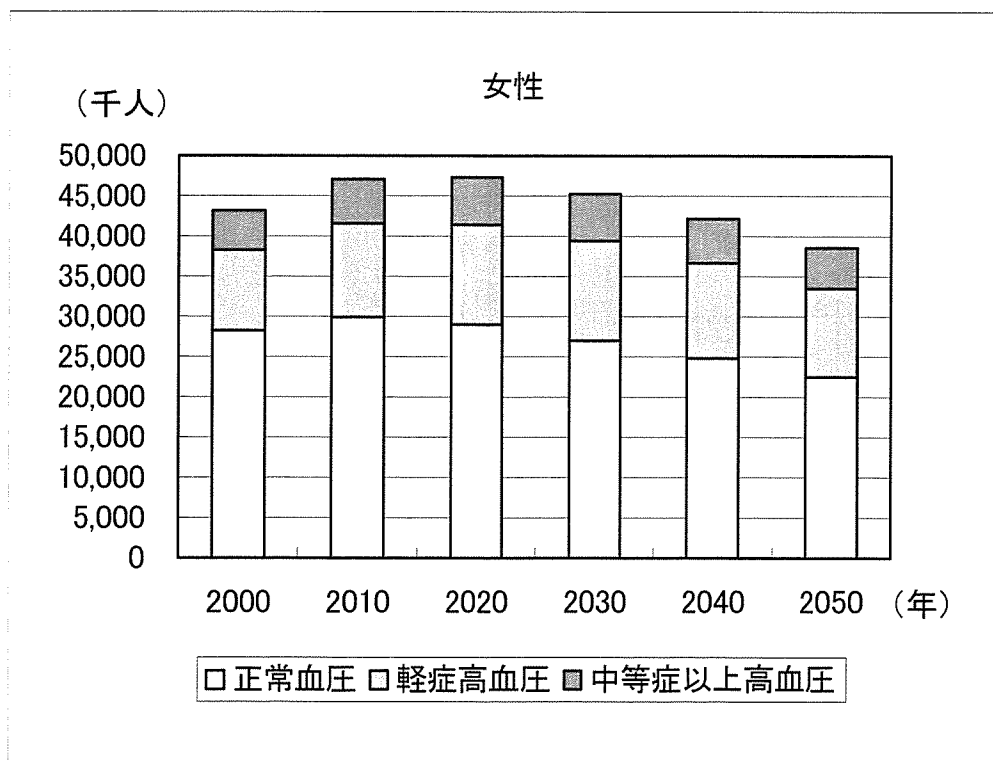


図6 血圧別人数シミュレーション結果 [%] (総数)

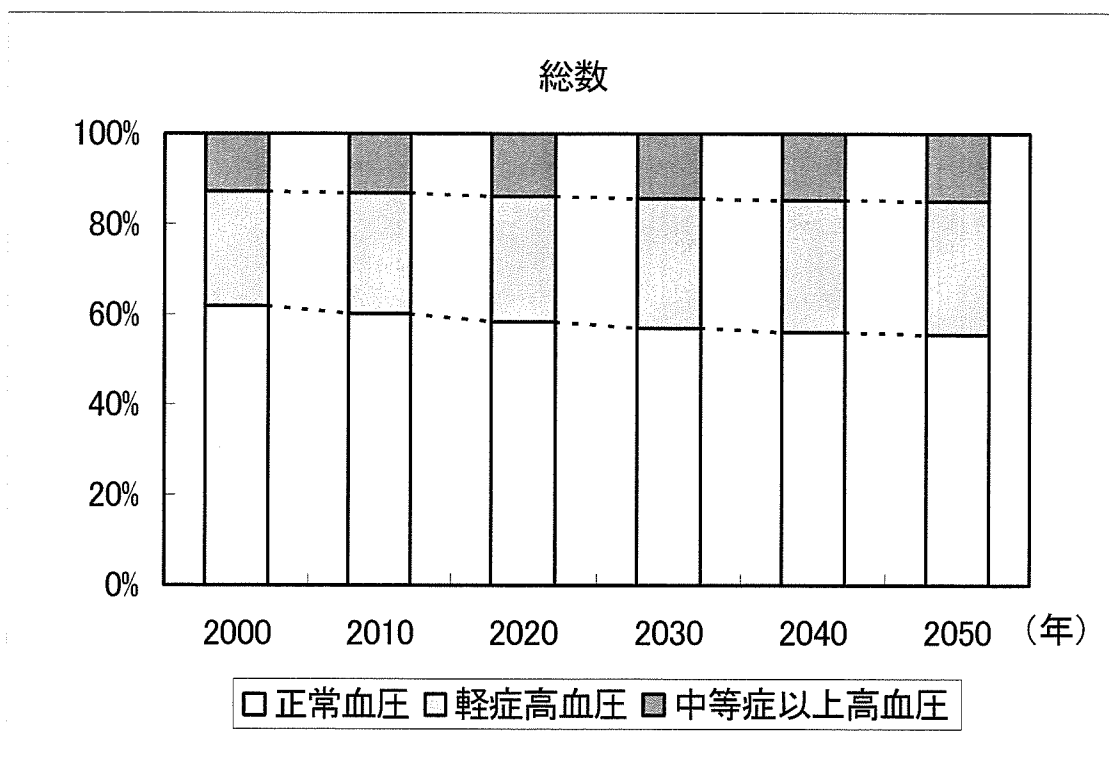


図7 血圧別人数シミュレーション結果 [%] (男性)

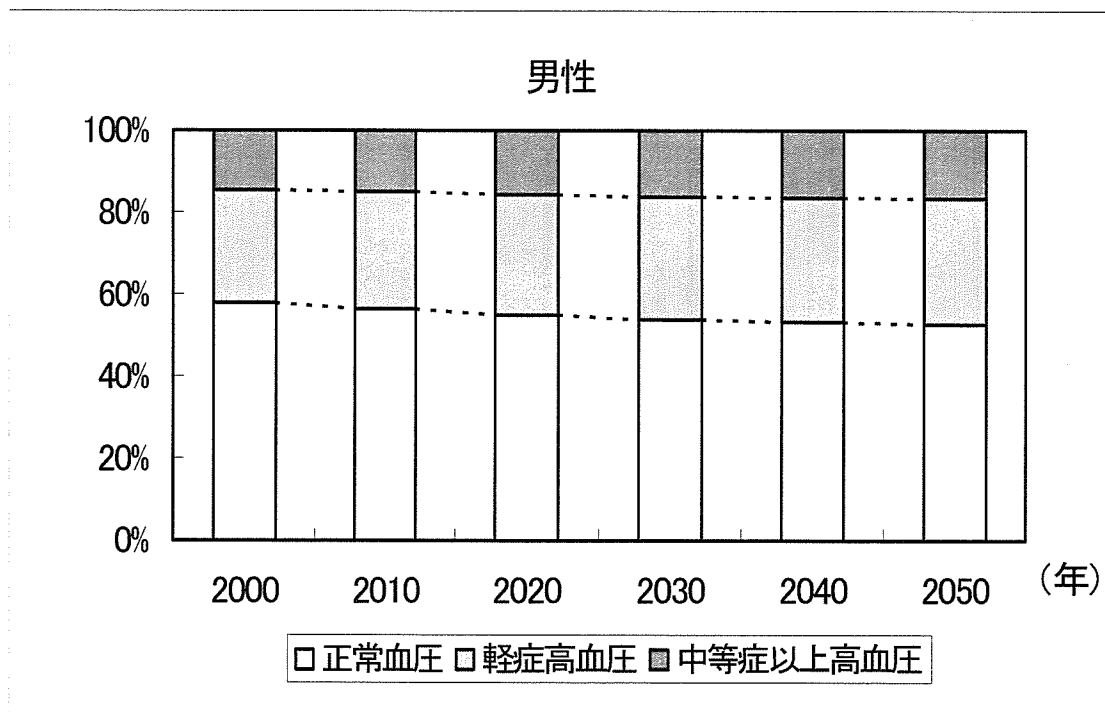


図8 血圧別人数シミュレーション結果 [%] (女性)

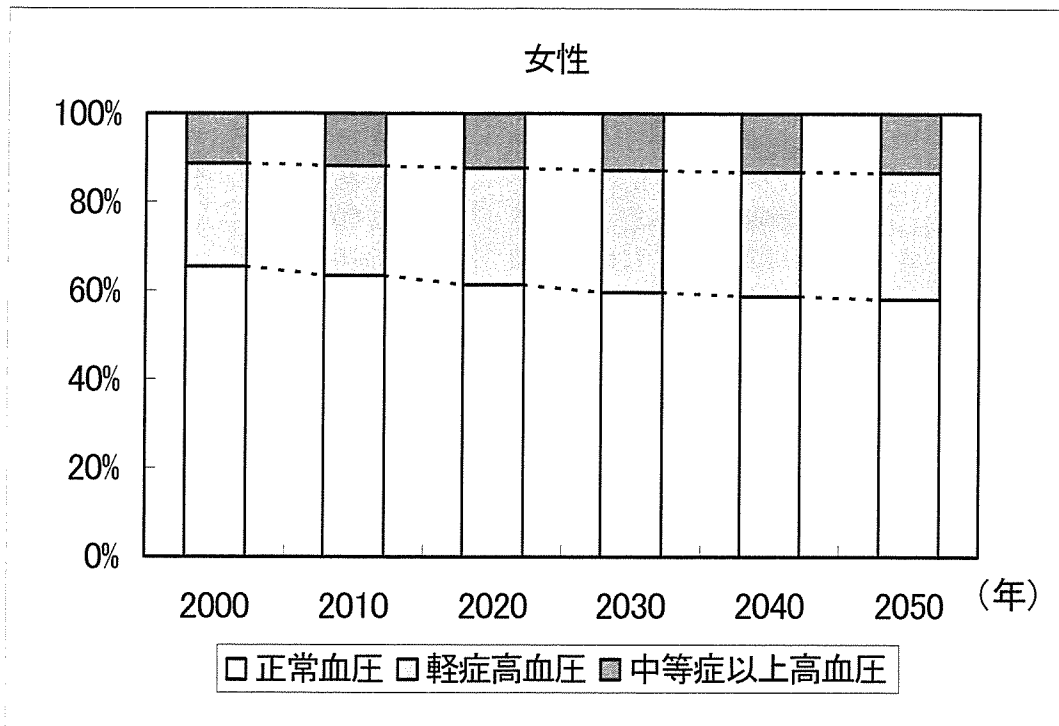


図9 シミュレーション結果 (総数)

