The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	システムダイナミクスモデルにおける推移確率行列の最尤推定法の開発に関する研究 : 高血圧人口動態モデルの構築を例に
Author(s)	村田, 加奈子
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45241
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【4】

氏　　名	村　田　加奈子（むら　た　か　な　こ）
博士の専攻分野の名称	博　士（保健学）
学　位　記　番　号	第　18560　号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 医学系研究科保健学専攻
学　位　論　文　名	**システムダイナミクスモデルにおける推移確率行列の最尤推定法の開発に関する研究－高血圧人口動態モデルの構築を例に－**
論文審査委員	（主査） 教　授　大野ゆう子 （副査） 教　授　早川　和生　　教　授　荻野　　敏

論文内容の要旨

［目 的］

システムダイナミクスモデル（以下SDモデル）は人口予測をはじめ保健医療分野の人口動態予測に有効なモデルとして知られる。しかし、推移確率を示す統計値は報告されていないことがほとんどであり、従来は既存の統計情報から試行錯誤的に決定されていた。そこで本研究は、最尤法により推移確率行列を推定する方法論の開発を目的とした。適用対象として従来の方法で構築した高血圧人口動態SDモデル（村田、2003）を選び、その推移確率行列について本方法を適用し、有効性および妥当性を検討した。

［方 法］

1. 高血圧人口動態SDモデル

日本高血圧学会ガイドライン（JSH2000）の血圧分類をもとに、血圧区分を「1：正常血圧（収縮期血圧140 mmHg未満、または拡張期血圧90 mmHg未満）、2：軽症高血圧（収縮期血圧140-160 mmHg未満、または拡張期血圧90-100 mmHg未満）、3：中等症以上高血圧（収縮期血圧160 mmHg以上、または拡張期血圧100 mmHg以上）」とし、30-39歳から100歳以上までの10歳年齢階級別血圧区分別に人口推移を表現した。時間単位は10年である。

2. 使用データ

血圧区分別割合は、国民栄養調査（1971-2000年）を用いた（ただし1974年は、血圧測定が行われていないため除外した）。年齢階級別人口は、総務庁統計局の推計人口（国勢調査実施年は国勢調査結果、1971-2000年）を用い、2010年から2050年までは国立社会保障・人口問題研究所の将来推計人口を用いた。

3. 最尤法による推移確率行列の推定

t年a年齢階級から$t+10$年$a+1$年齢階級への血圧区分・死亡間の推移確率行列をP_{at}とする。

$$P_{at}=\begin{bmatrix} (1-p_{1,a}-d_{1,at}) & 0 & 0 \\ P_{1,a} & (1-p_{2,a}-d_{2,at}) & 0 \\ 0 & P_{2,a} & (1-d_{3,at}) \\ d_{1,at} & d_{2,at} & d_{3,at} \end{bmatrix}$$

ここで、$p_{1,a}$は正常血圧区分から軽症高血圧区分への推移確率を、$p_{2,a}$は軽症高血圧区分から中等症以上高血圧区

分への推移確率を表し、$p_{k,a}(k=1,2)$は t に依存しないと仮定する。$d_{at}=(d_{1,at},\ d_{2,at},\ d_{3,at})'$ は各血圧区分の 10 年間の死亡率を表す。

a 年齢階級の血圧区分別観測度数ベクトル T年分$\{n_{a,t}\,;\,t=t_1,\cdots,t_T\}$とそれぞれの 10 年後の $a+1$ 年齢階級の観測度数 T年分$\{n_{a+1,t+10}\,;\,t=t_1,\cdots,t_T\}$を用い、最尤法により $P_{a,t}$ における推移確率 $p_{1,a}$ と $p_{2,a}$、各血圧区分の割合$\{q_{a,t},\ q_{a+1,t+10}\}$、各血圧区分の 10 年間の死亡率 $d_{a,t}$ を推定する。$p_{k,a}(k=1,2)$ と $q_{a,t}$ については$0\leq p_{k,a}$，$q_{a,t}\leq 1$、の条件があるため $p_{k,a}$ についてはロジット変換を行い、$q_{a,t}$ については多項ロジット変換を行った上でパラメータの推定を行った。

実例を用いての検討においては、原データの安定性、外れ値の影響について検討し、その結果をもとに 2050 年まで SD シミュレーションを行い従来の方法との比較を行った。

［成 績］

1. 推定値の安定性、外れ値の影響について

毎年報告される血圧区分別観測度数はサンプリングなどにより変動が見られるため、各年齢階級について 1971 年から 1990 年までを始まりとする $T=5,\cdots,10$ のデータに対して、最尤法により各場合の推移確率行列を推定し値の安定性を検討した。その結果、いずれの場合も収束し最尤解は得られたが、Tが小さいほど原データ年による変動が大きかった。年齢階級別血圧区分割合をみると、特に 50 歳代、60 歳代で 1989、1990、2000 年において正常血圧区分の観測割合が高くなっており、外れ値と考えられた。そこでこれらの年度を含めたままの場合と、これらの年度および対応する 10 年後を省いた場合とについて使用データ期間をずらして分析を行い、推定値の安定性について検討した。その結果、外れ値の年度を省いた場合の方が省かなかった場合に比べ安定した推移確率がえられた。

2. 推定推移確率行列による SD モデルによる将来予測と従来モデルとの比較

上で得られた推移確率を用いて 2000 年から 10 年ごとに 2050 年まで年齢階級別血圧区分別人口動態を推計した。従来の方法ではシミュレーション結果と将来推計人口とが異なってくるという現象があったが、それが本研究で解決された。

［総 括］

・最尤法による SD モデルの推移確率行列の推定は、推移確率にロジット変換、多項ロジット変換を行うことにより妥当な解が安定して得られた。

・原データの変動については、従来法では検討が困難であったが、本方法を用いることにより外れ値かどうかなどの検討が可能となり、推移確率の年次変動を考慮したモデル構築が可能となった。

論文審査の結果の要旨

保健社会施策検討において実験な困難であり、その代わりとしてシステムシミュレーションモデルが研究されてきた。システムダイナミクスモデルはその代表的モデルの一つであるが、モデルの推移確率について矛盾なく妥当な数値を設定することは難しく、モデル構築に大きな齟齬を来していた。

本研究は最尤法により既存データから統計的に推移確率を推定する方法を開発したもので、適用例として高血圧人口動態を検討している。1975 年から 2000 年までの国民栄養調査結果と推計人口をもとに、血圧区分別割合が多項分布に従うとしたとき、その対数尤度関数が最大となるような推移確率をシンプレックス法により求めた。元データのサンプリングの違いによる推移確率推定値の変動、推移確率の年次推移、元データにおける外れ値の検出なども併せて検討し、本方法による推移確率推定値が安定した結果となることを確かめた。

以上のように本研究は保健医療分野におけるシミュレーション研究に新たな方法論をもたらすとともに、今後の実用的手法としても貢献度が高い研究と考えられ、本論文は学位に値するものと認める。