

歯科疾患SDモデル

島田 俊郎・福島 憲治

1. 研究の経緯

歯科医療のニード量が将来どのようになるか、歯科医師数は今後継続的に増加するが、それが口腔保健にどのような影響を与えるかなど、日本全体の歯科医療の将来を研究するためのモデル構成の研究が日本歯科医師会歯科医業シミュレーション調査研究部会により昭和53年にはじめられた。当研究部会は、日本歯科医師会調査室を中心とし、歯科医師会メンバー数名に外部から統計およびORのメンバー各1名を加えて構成され、ほぼ隔月に研究会をもって研究が進められた。

システムの基本部分は単純であるが、随所に非線形形の関係があるので、システム・ダイナミクス手法によってモデルが構成された。

2. 歯科疾患SDモデルの内容

2.1 モデルの部門別

本モデルを大きく2つの部門に分けて考える。人口部門と、う歯部門である。いずれも日本全体を1つのシステムと考え、その内の人口、う歯数を考える。

2.2 人口部門

日本総人口を永久歯がはえ揃う15歳を境にして、15歳未満を0～2歳、3～5歳、6～8歳、9～11歳、12～14歳の3歳間隔5階層に、15歳以上を15～19歳、20～24歳、25～29歳、30～34歳、……、70～75歳、75歳以上の5歳間隔13階層に分け、それぞれの階層人口を蓄積量(レベル)として設定、その各階層から年間死亡数(レート)がぬけ、次年度には各階層の最高年齢の人口が次の階層に移動するものとしてモデルを構

成している。

たとえばZ20, I20, S20, I25, Z25, I30の関係は図2に示してあるとおりである。

すなわち、20歳階層人口Z20に、19歳人口I20が入り、24歳人口I25と死亡数S20がぬけ、その差がZ20にたまる。右の25歳階層人口Z25についても同様であり、他の各階層人口に関しても図3に示されるようにすべて同様に考えられる。

ただし、Z0への流入人口I0は毎年の出生数で図2に示されているようにZ15, Z20, Z25, Z30, Z35, Z40の各人口にそれぞれの出生率を乗じて算出されている。

図3を作ったら、そのとおりにDYNAMO方程式を作ればよいので、人口部門モデルは簡単である。一般にSDモデルは、図3のようなフローダイアグラムを作ることが主要な仕事である。

ところで、本人口部門は、死亡率、出生率が仮定され、その数値によって、人口の将来値が計算されている。ほ

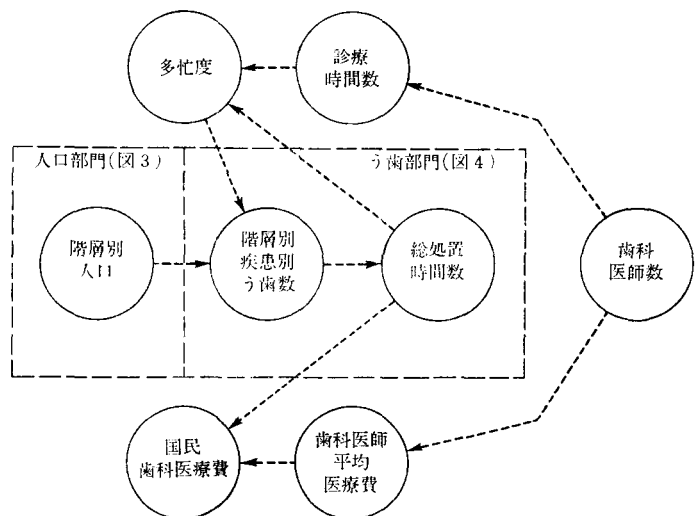
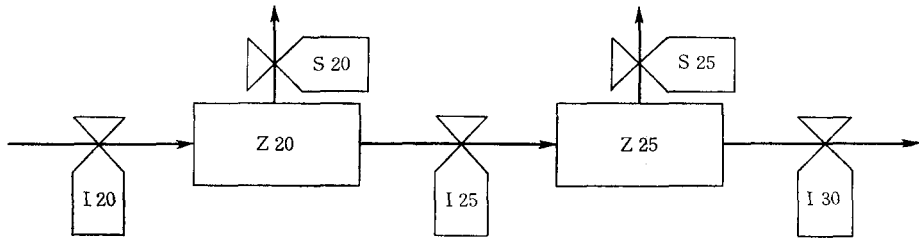


図1 歯科疾患モデル全体構造図

しまだ としろう 明治大学 商学部
 ふくしま けんじ 日本歯科医師会



長方形は蓄積量（レベル）， \bowtie は流入，流出量（レート）を意味する（ \bowtie と略記することもある）システム・ダイナミクスで用いられた図形である。

図 2

とんどの人口モデルが同様の構造になっていると思う。仮定された出生率，死亡率による人口未来値の算出である。本モデルは，15歳からはじまる5歳間階層モデルを研究の出発点としたので，15歳階層に入る14歳人口を，出生数の14年後の生存数として扱った。その後で0～14歳の3歳間階層を付加した。図3のとおり，Z0階層への流入人口の出生数は15歳以降の5歳間階層から計算され，以後Z3，Z6，Z12と順次計算され，Z12から14歳人口が再度出されるので，この値を前述14歳人口と比較して一種の検証を行なっている。モデル研究のためには何らかの方法を工夫して，モデルの検証をすることがのぞまれる。

できれば，産業，公害等を加えた国家モデルを構成し，人口を内生変数化することがのぞましく，SDを創案したMITのJ. W. Forresterが主催するSDグループは，ここ数年米国の国家モデル研究に主力を注いでいる[2]。

3歳階層人口は乳歯計算に，5歳階層人口はう歯計算に用いられる。

2.3 う歯部門

う歯部門は，人口部門の5歳階層人口，Z15，Z20，…，Z75，階層間移動量I15，I20，…，I75，階層死亡数S15，S20，…，S75等から導かれる。15歳階層人口からう歯数が導かれる様子は図4に示される。他の階層に関しても75歳階層を除きまったく同様である。

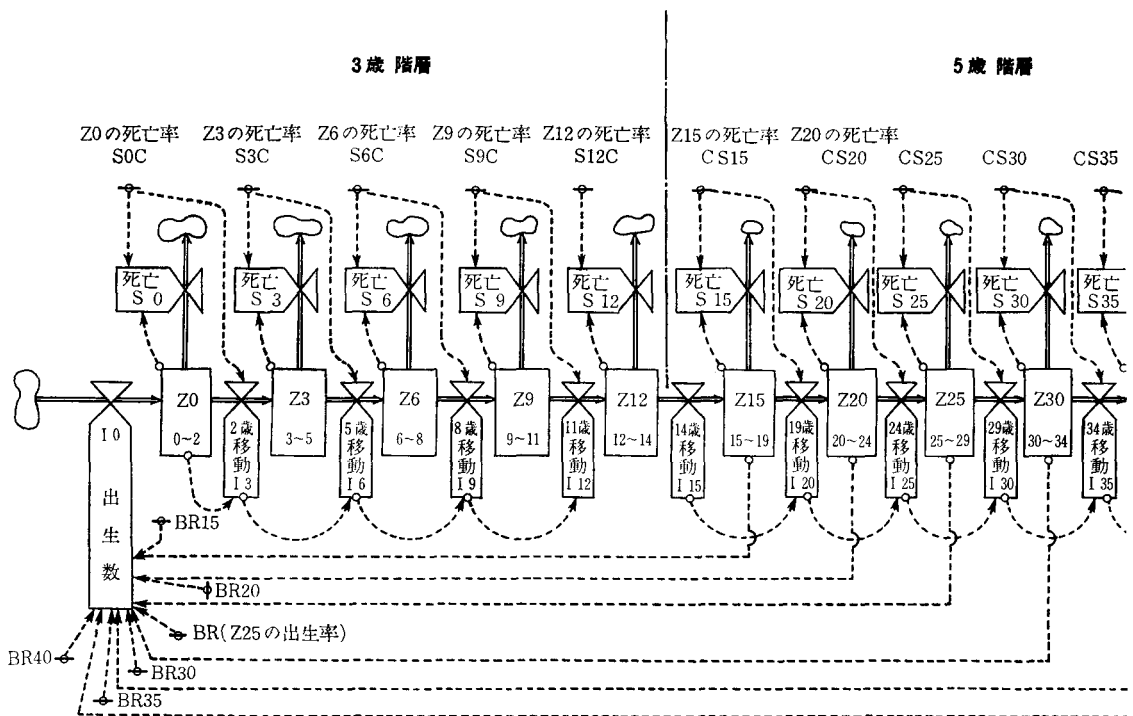


図 3 人口部門フロー・ダイアグラム

人口セクターの階層により、う歯部門も15歳階層から75歳階層までの13セクターからなっている。15歳階層セクターを例として説明するが、むし歯の分類は次のとおりである。

健全歯：う蝕および歯科的処置の形跡が認められないもの。

う蝕0度 (C_0)：健全歯に近く、う蝕とするかどうか検査者により判定が異なる程度の変化のもの。

う蝕1度 (C_1)：表面的な小う窩であり、充填などによって容易に治療処置完了のもの。

う蝕2度 (C_2)：う蝕1度より進行したう歯で、充填により機能を回復させることができ、歯髄処置が不要と思われるもの。

う蝕3度 (C_3)： C_2 より進行した状態で、断髄、抜髄または根管処置をほどこした後、軽度の場合は充填、一般には金属冠、前歯にあっては継続歯の終末処置を必要とするもの。

う蝕4度 (C_4)：う蝕の進行がいちじるしく、抜去を要し、抜去後は義歯を補綴するもの。

図4により変量の意味は理解できるが、変量名中に15の数字が入っているのは、15歳階層の量であることを意味する。他の年齢階層の場合も同様である。

(健全 $+C_0$)歯の数、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 それぞれの歯数、充填処置歯の数、(冠+継)歯の数、喪失歯の数、および補綴歯の数がレベル量である。

(健全 $+C_0$)、 C_1 、…、補綴等の昭和38年の値は実測データからあらかじめ定められているが、図4に示されているように、(健全 $+C_0$)の初期値に、15歳階層に入ってくる14歳の(健全 $+C_0$)の歯の数 ($H_0 C_{15}$) が足され、 C_1 への移出量 ($T_{15 C_0 1}$)、15歳階層から20歳階層へと移行する(健全 $+C_0$)の歯の数 ($H_0 C_{20}$)、(健全 $+C_0$)の喪失歯数 ($S_0 C_{15}$)の3量が引かれて、翌昭和39年の(健全 $+C_0$)歯数 ($YB_{15 C_0}$)が出る。これから C_1 歯数 $YB_{15 C_1}$ は図5のとおりに計算される。

すなわち、 C_1 歯数 ($YB_{15 C_1}$) の初期値に、 $YB_{15 C_0}$ からの移入量 ($T_{15 C_0 1}$)と14歳からの C_1 量 ($H_1 C_{15}$) が足され、一方、20歳階層へぬける19歳の C_1 量 ($H_1 C_{20}$)、 C_2 へ移る量 ($T_{15 C_1 2}$)、 C_1 で充填される量 ($J_{15 C_1}$)、および C_1 で喪失する量 ($S_{1 C_{15}}$)の四者が引かれて、次年度の C_1 歯数 ($YB_{15 C_1}$)が計算される。以下図6に見られるとおり、ほとんど同様の展開で、 C_2 歯数、 C_3 歯数、 C_4 歯数、充填歯数、(冠+継)歯数、喪失歯数および補綴歯数と計算される。

点線は、う歯以外の理由による喪失である。

以上は図4のZ15人口階層のう歯セクターの説明であるが、Z20、Z25、…、Z70それぞれのう歯セクターもまったく同様であり、Z75セクターも、次のセクターへの移動量がないこと以外、ほとんど同様である。

う歯部門のデータ収集、その整理はすべて日本歯科医師会調査室が行なった。さらにそのデータから C_0 、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、充填、冠、継続義冠、喪失歯、補綴歯の年齢階層別数値の導出、それぞれの間の転移率の統計計算等もすべて調査室によって行なわれた。

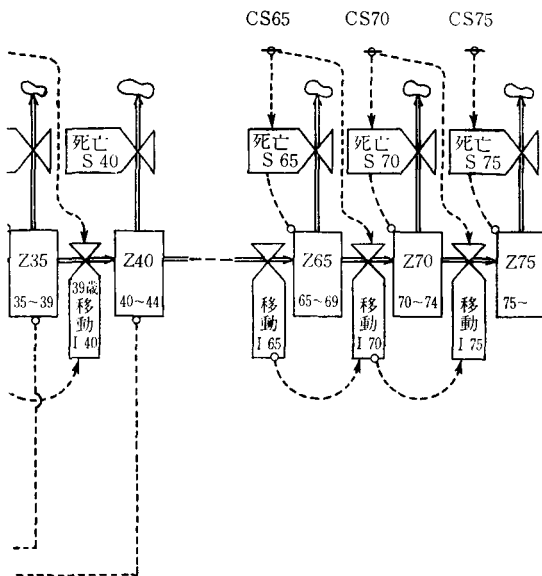
2.4 歯科医師数の増加と多忙度の変化

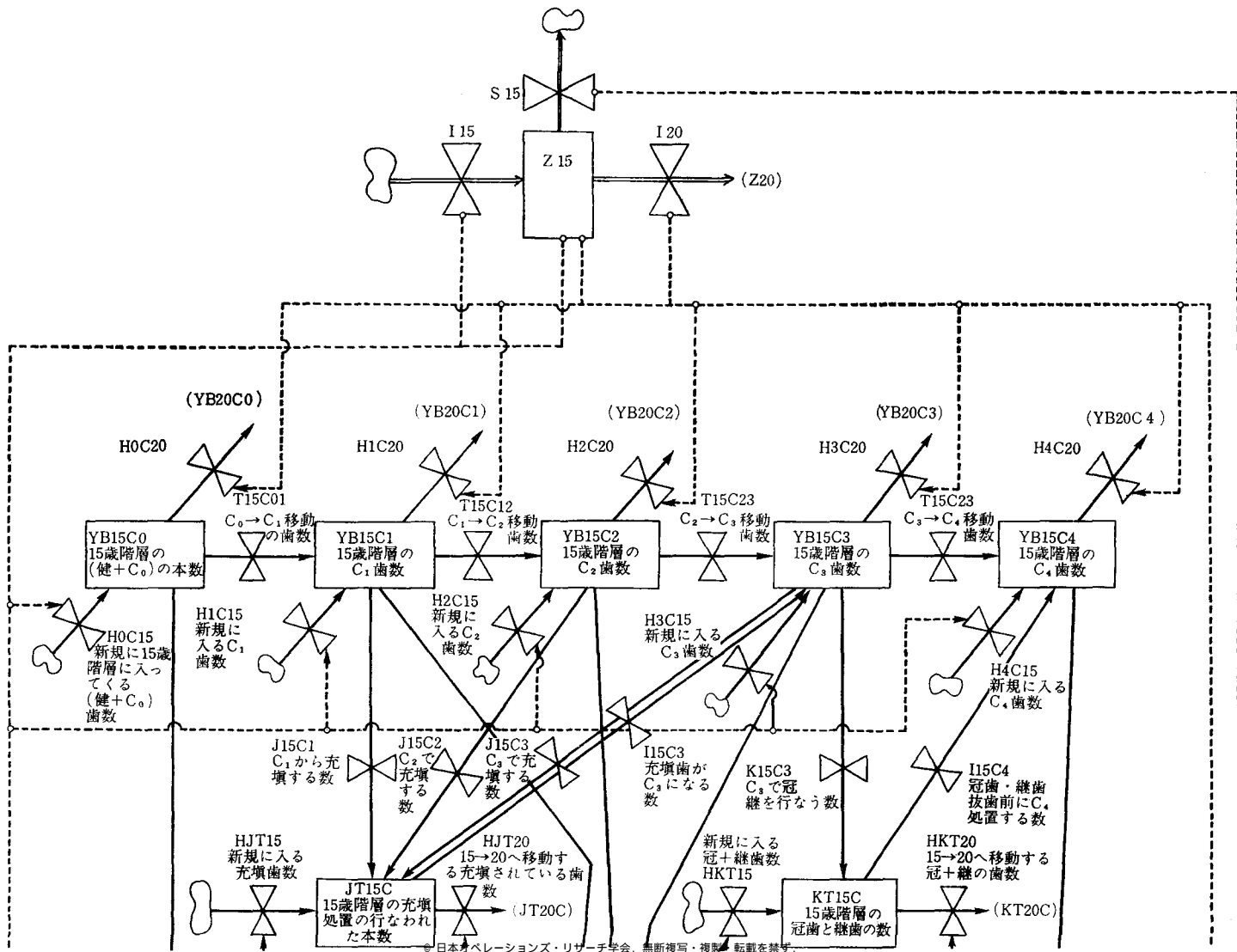
歯科医師数は将来かなり増加する。昭和38年の33,700人から昭和85年には3.5倍以上になると予想されている。

このような歯科医師数の増加の診療に対する影響をみるために、多忙度(TBD)という量を考える。多忙度は各年齢階層のう歯処置時間をまとめた総処置時間と医師の総診療時間との比である。すなわち、

$$TBD = \frac{\text{総必要処置時間}}{\text{総診療時間}}$$

各年齢階層 C_1 充填歯数に1本当たり平均処置時間1.33時間を乗じた C_1 充填総必要処置時間と、同様にし





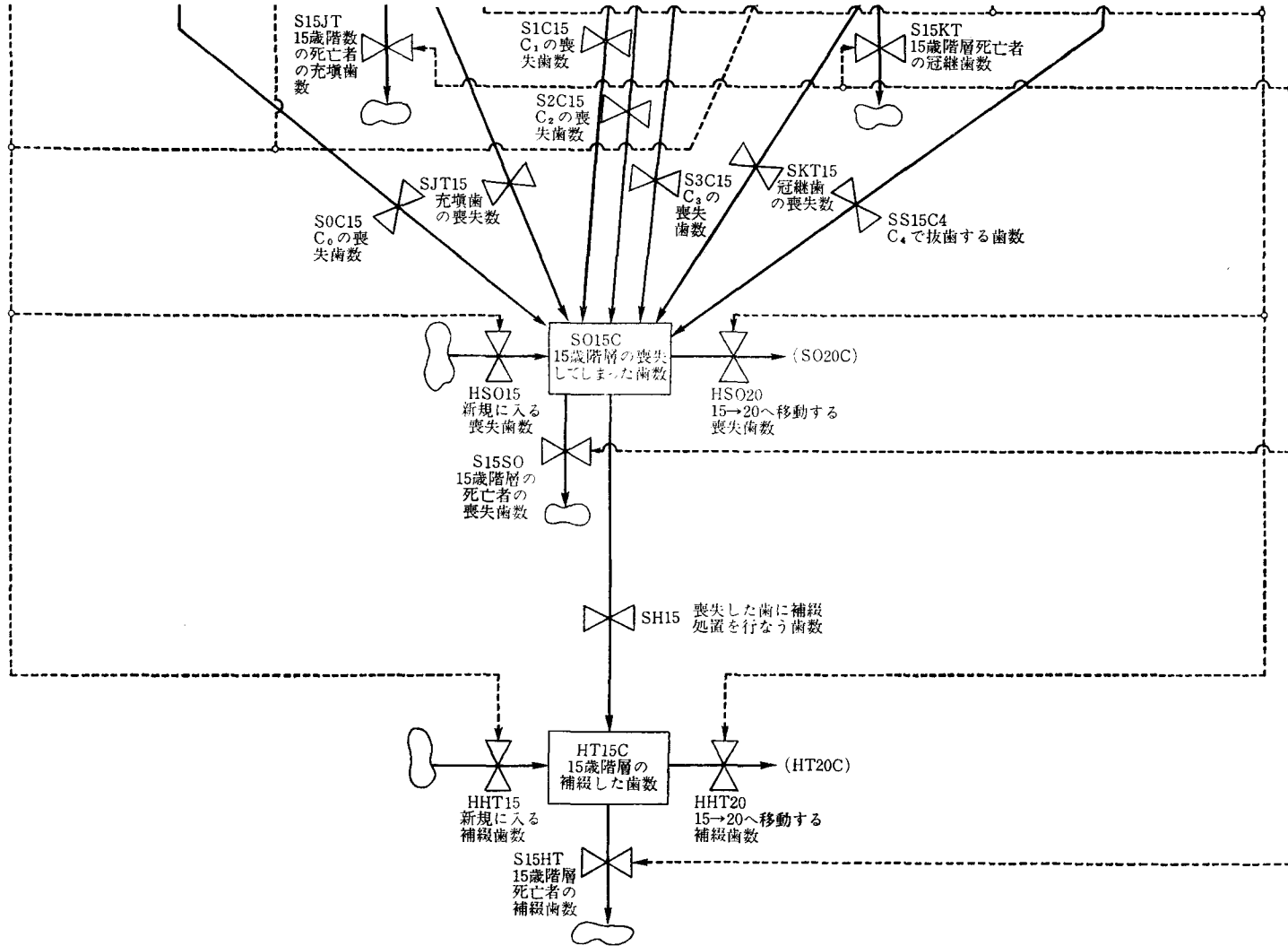


図4 う歯部門Z-15エタカサチ学会口無断複写複製や転載を禁ず(15~19歳)

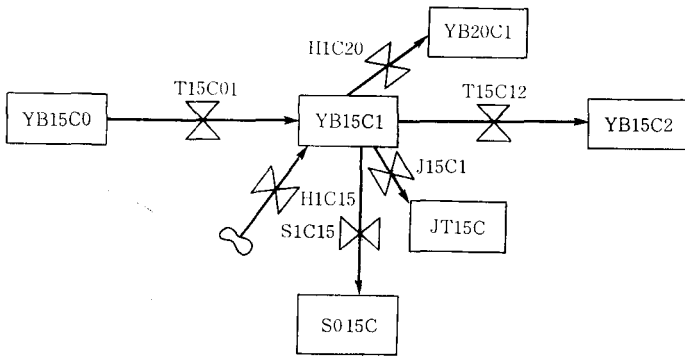


図 5

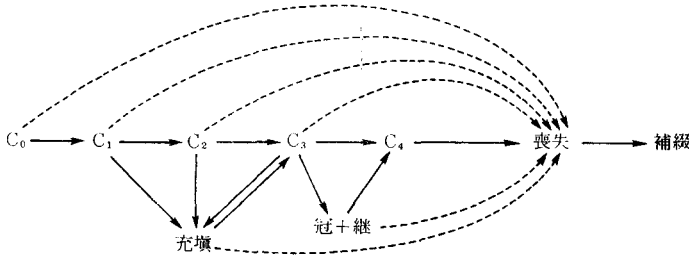


図 6

て求められる C_2 充填, C_3 充填, 冠+継, 補綴の総必要処置時間との和が, 上式分子の総必要処置時間である。分母の総診療時間は, 歯科医師数と 1 人年間 2,400 時間の診療時間との積である。 $TBD = 1$ の時, 診療時間が必要処置時間と等しくなり, 1 を越すと, 必要処置時間が診療時間を上まわるので歯科医師が忙しくなる。 1 より小になると, この逆となり, 歯科医師に余裕が生じることになる。

歯科医師は忙しくなると, 治療時間を減らす可能性が考えられるし, 余裕があると, 治療時間を増すかもしれない。このような多忙度の処置時間に対する影響を治療時間乗数という変量として, モデルに導入してある。

2.5 将来の国民歯科医療費

国民歯科医療費の計算には, 粗利益 (SORI) (歯科医師 1 人平均 1 分当り医療費) を求めることが必要であるが, われわれの別のモデルである歯科診療所モデル [1] に 1 分当り利益を計算させ, これを粗利益として利用する。この粗利益を診療所モデルの基本変数の 1 つである歯科医療補助公務員給与ベースの数値によって実質化する。それによると, 名目粗利益は増す一方であるのに実質粗利益は 53 年をピークとしてどんどん減ってゆく。

国民歯科医療費の計算手順は図 7 のとおりである。

国民歯科医療費の内容は次のとおりである。

(a) 国民歯科医療費相当額 (CHIH)

前述の粗利益に, 本モデルで計算される全国歯科医療総分数を乗じたものである。すなわち,

$$CHIH = SJ \times SORI \times 60$$

ここに SJ は総処置時間数である。

(b) 歯科医師 1 人当り医療費 (CHII)

これは (a) の CHIH を歯科医師数で割ったものである。

(c) 国民 1 人当り歯科医療費 (CIHIZ)

(a) の国民歯科医療費を 15 歳以上の全人数で割ったものである。すなわち,

$$CIHIZ = CHIH / (ZW \times 1,000)$$

ZW は 15 歳以上の人口で左右両辺の単位をあわせるために, 右辺を 1,000 で割ってある。

以上の 3 種の医療費は, 医療補助公務員ベースを使って実質化される。

2.6 フィードバック・ループ

本システムには各種のフィードバック・ループが存在する。それらのループが各歯科疾患歯数の増減, 多忙度の大小, 医療費の変動等に関与する。ループの考察が政策変数, 政策パラメータ等の選定に寄与し, それらの変更による歯科疾患歯数の変動の特徴の究明に役立つ。

3. モデルの計算結果

本モデルの計算は次の条件で行なわれている。

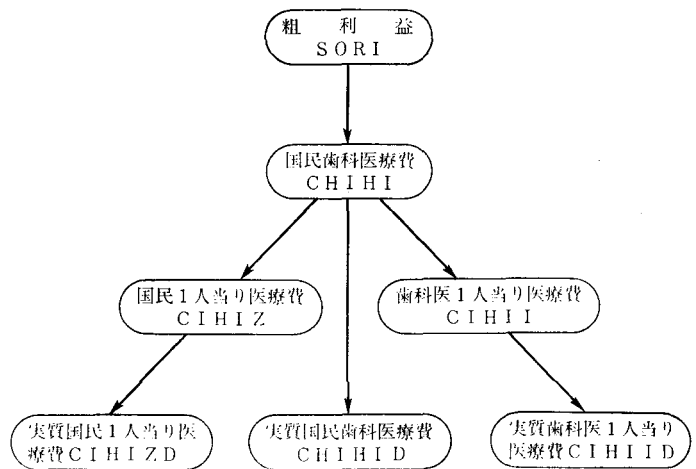


図 7 歯科医療費

1. 計算開始年は昭和38年である。同年の変数値は初期値であるが、これらは既存のデータによって定められ、これらの初期値から、以後の数値が計算される。
2. 計算間隔は1年である。
3. 計算期間は47年間である。昭和38年から85年までの間の数値が年ごとに計算される。

昭和38年から54年までの数値の大部分は既知であるので、この実測値とモデルの計算値を比較して、あてはまりができるだけよくなるように、各種の定数や補助変数の数値を選定した。あらかじめ重相関係数 R^2 を計算するマクロ関数を設定しておき、該当パラメータに関係ある主要なレベル変数などの計算値と実測値の R^2 を計算させ、パラメータ選定に便宜的に利用した。

3.1 人口部門

人口部門の計算結果の一部が図8に示されている。図8は3歳階層人口 $Z_0, Z_3, Z_6, Z_9, Z_{12}$ および5歳階層人口 $Z_{15}, Z_{20}, Z_{25}, Z_{30}$ を示している。計算値と実測値のあてはまりはほぼ満足のゆくものである。

3.2 う歯部門

う歯部門の計算結果は図9に示されている。

YBC_0 は ZW 人口に対応する(健+ C_0)の総本数、以下同様で $YBC_1, YBC_2, YBC_3, YBC_4, JTC, KTC, HTC, SOC$ は、 ZW 人口に対応する C_1, C_2, C_3, C_4 、充填、冠+継、補綴、喪失それぞれの総本数である。 YBC_3, YBC_4, SOC はそれぞれの実測値にかなりよい適合を示しているが、 $YBC_0, YBC_1, YBC_2, JTC, KTC$ はいずれも適合がなお不十分である。いろいろの角度から適合をよくするよう工夫し、モデルを改良する努力を重ねている。

3.3 多忙度

基礎モデルの多忙度(TBD)のシミュレーション結果は図10に示されている。多忙度には比較すべき実測値がないので、人口あるいは、う歯数の場合のように、実測値とのあてはまりの具合を調べるわけにはいかない。

しかしながら、図10は、多忙度が将来漸減していくことを明瞭に示している。

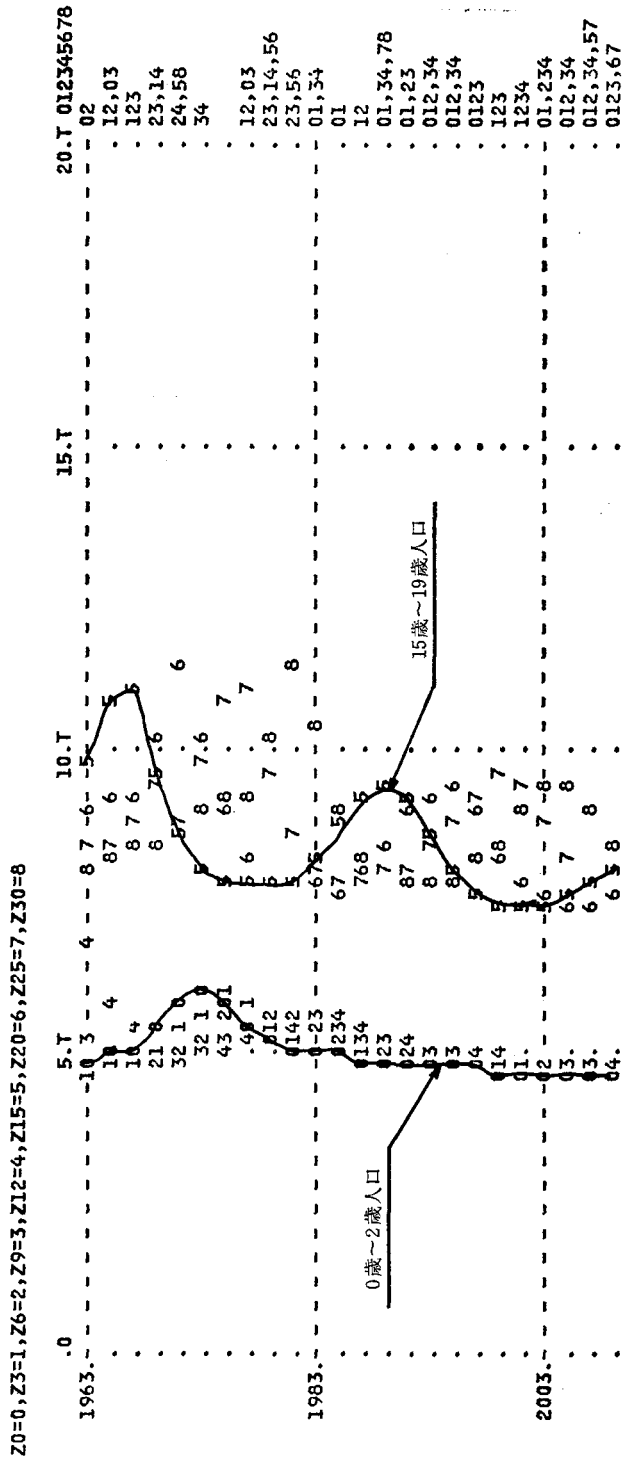


図8 階層別人口

昭和38年の多忙度は約1.33、すなわち総必要処置時間が診療時間を33%上まわる。年度が進むにつれて多忙度は増大、昭和43年に1.45の最大値を示し、以後多忙度は漸減して昭和63年に1を割り、その後さらに減少して昭

和85年には0.67に落ちる。

これは、必要処置時間は増加するが、歯科医師数増による診療時間の増大が上まわることを意味する。

上記の多忙度の数値の信頼性には疑問があるが、多忙度の低下傾向には疑う余地がない。

3.4 国民歯科医療費

国民医療費のシミュレーション結果は、図10に示されている。粗利益から、国民歯科医療費 (CHIHI)，歯科医1人当り医療費 (CIHII)，国民1人当り医療費 (CIHIZ) が計算される。

この三者から、それぞれの実質系列が計算され、この実質系列の時間的変化をわかりやすくするため、実質系列の昭和51年を基準とする指数が求められる。

すなわち実質国民医療費指数 (CHI-HIS)，実質1歯科医当り医療費指数 (CIHIIS)，および実質1人当り医療費指数 (CIHIZS) である。

基本モデルについて。

自由診療6%。単価倍率10。

実質国民医療費と実質1人当り医療費は、図10でみるとわかるように、ほとんど同じような傾向で、年度が進むにしたがいほとんど重なってしまう。もちろん数値はまったく異なるが、傾向としてはどちらか一方を考えればよいと思われるので、実質1人当り医療費だけを見ることにする。

実質1人当り医療費指数 (CIHIZS) は51年の100からだんだんふえて65年に125となり、それを頂点として減りはじめ、じりじり減って85年に104となる。一方、1歯科医当り実質医療指数 (CIHIIS) は51年の100から53年の110となり、これから単調に減少して85年には半分以下の約43になる。

自由診療割合、単価倍率を変更して種々のランを行なってみると、自由診療率を上げることにより1歯科医当り医療費は増加するが、当然のことながら国民1人当り医療費の増大をまねく。逆に国民の負担増を避けようとする、歯科医師数の増加は必然的に歯科医師1人当り収入のある程度の低落をまねかざるをえまいと思われる。

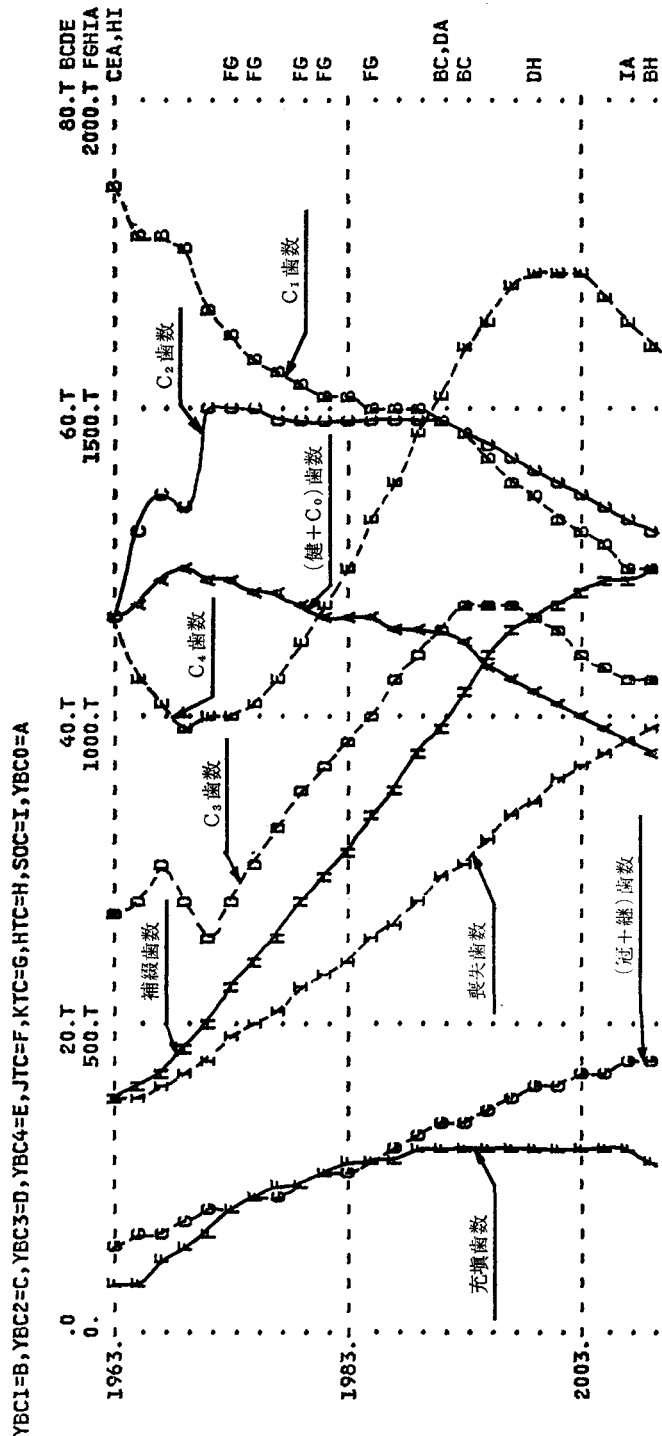


図9 疾患別歯数

4. むすび

本モデルは、15~19歳の5歳階層から75歳以上の階層までの13階層の47年間にわたる人口変動の研究から入

り、それらの5歳階層人口から、う歯の状態別本数を算出、それらから歯科医師の多忙度、国民医療費、1歯科医当り医療費等を計算した。

人口の数値は、かなりのあてはまりをみせており、実測データも豊富なので、計算値もある程度信頼できる。

一方、う歯の状態別本数には、まだまだ検討を要する点が多く残っており、モデル作成からかなりの時間を経過しながら、なお改善の努力がなされている。

幸いにして、医師の多忙度、国民医療費の計算などにより、モデル・シミュレーションに効果が予想されるようになったので、今後、次のような改良を企図している。

1. う歯状態別本数計算値による将来の口腔衛生状態の変化計算。
2. 歯周病をモデルに組み込むことを試みる。
3. 乳歯計算を行なう。
4. 福祉政策の国民歯科医療費に与える影響の計算。

参考文献

[1] 島田俊郎, 福島憲治: 歯科診療所経営研究のためのSDモデル, 日本OR学会春季研究発表会アブストラクト集, 1977.

[2] 島田俊郎他: 首都圏システム・ダイナミックス・モデルの研究, 明治大学科学技術研究所報告, 総合研究第1号, 1981. 本報告の末尾に1980年までのSD文献約700篇がのせられている。

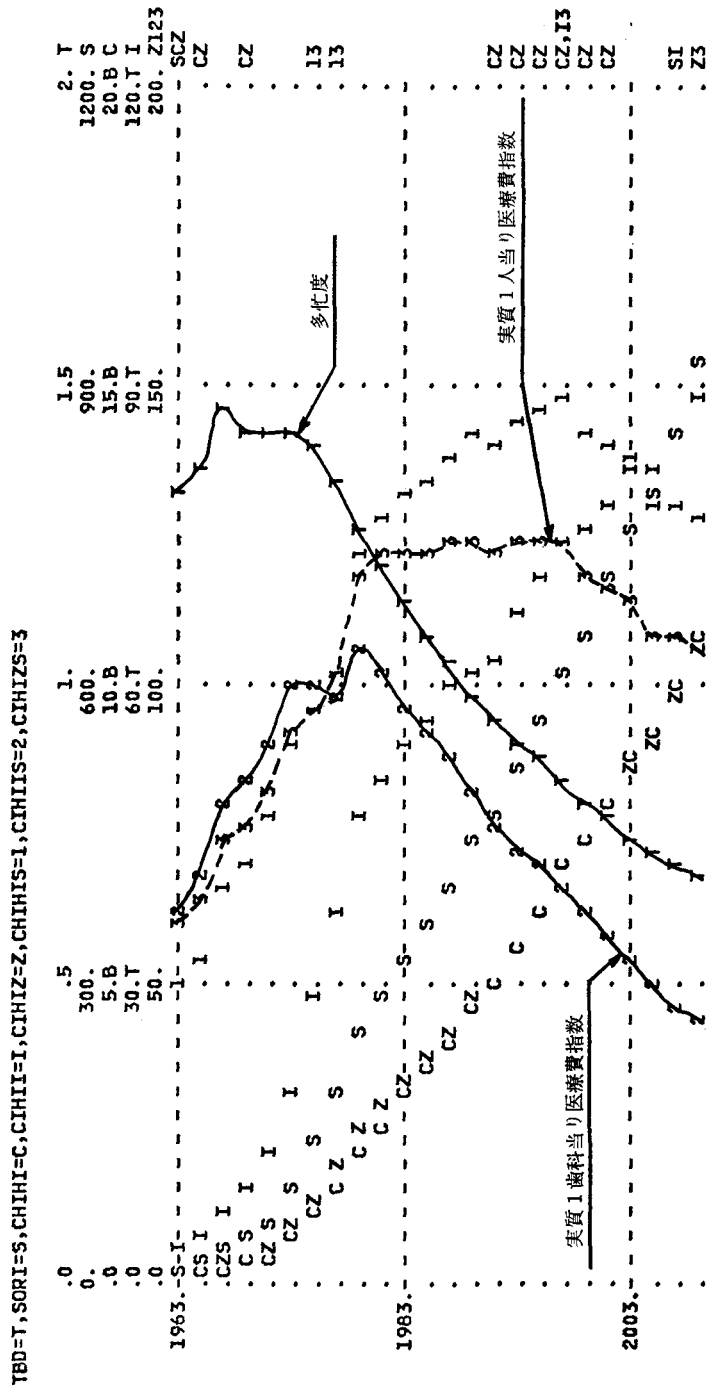


図10 多忙度および医療費指数