

5. Roberts, E. B. *Management Applications of System Dynamics*· MIT Press, 1978.
6. 小林秀徳「システム・ダイナミックス・アプローチ —Exposition と Extension—」『成城大学経済学部創立30周年記念論文集』昭和55年。
7. 同「生命保険の需要について」『経済研究』第92号 昭和61年3月。

なければならない、と結論されるのである。

註

- 1) 生命保険は、民間生命保険会社23社と、郵政省簡易保険局による供給の他に共済組合によるものがある。小論でとりあつかうデータは、民間保険会社のうちソニー・プルデンシャルと INA を除く21社についてのものである。
- 2) 保険研究所「昭和60年版 インシュアランス生命保険統計号」「事業概況表」および同『昭和57年版』から作成した。
- 3) 以後サンプルサイズは、16社×5年分=80に縮小される。会社数の減少は表2-1. の回帰係数が有意でないものを除いたためであり、年数の減少は手もとにある転換純増を含む新契約のデータがこの年度に限られたためである。
- 4) 社会問題の議論はモデルを示さずに論争化されることが多い。床屋談議や無責任な評論あるいはサロンの会話ならいざ知らず、科学と名がつけばモデルをきちんと示すことが最低限の要件であろう。
- 5) 計算機プログラムでモデルを表現すると、研究対象についての分析者の知識のうち論駁に晒して自ら主張すべき部分（すなわちここで言うモデル）と、分析者がそれにさまざまな変換を施す分析上の処理の部分とが明瞭に分離しがたくなる。技術的にはこの分離には何の問題も存在しないが、ヒトに対する伝達性を意識したプログラムをつくる努力は計算機に向かって良いプログラムを書こうとする指向とほとんど関連性をもたない。
- 6) もし依頼があれば特定の保険会社の現実を反映した経営モデルをつくることが可能であり、経営意思決定に助言し得る予測を引き出せるだろう。その場合のシステム変動のモードがこの基本ケースの予想と同じになるかどうかは全く不明である。

参 考 文 献

1. Forrester, J. W. *Industrial Dynamics*. MIT Press. 1961.
2. Kellner, S. and Mathewson, C. G. "Entry, Size Distribution, Scale, and Scope Economies in the Life Insurance Industry" *Journal of Business*. vol. 56 §1. 1983.
3. Pugh, A. L. III. *DYNAMO II User's Manual*, 4th ed. MIT Press. 1973.
4. Randers, J. (ed.). *Elements of System Dynamics Method*. MIT Press. 1980.

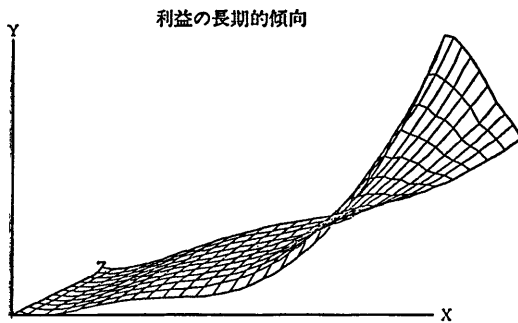


図4-9. 平滑化利益の長期的傾向

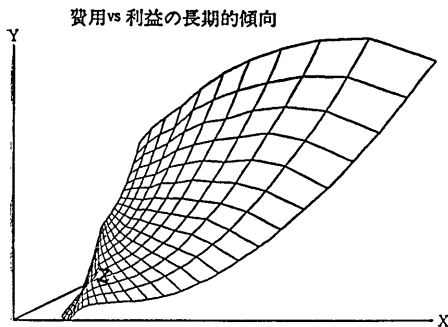


図4-10. 費用便益関数の長期的傾向

方向にシフトした曲線ほど傾きが立ってくる
ことが分かる。すなわち、限界的便益費用比率はZ軸方向でより高
くなって行くのである。このことは、経営規模
の縮小にもかかわらず（否それ故にか）、生命
保険経営が有利な投資
対象としての資金吸引
力を増大させているこ
とを意味し、保険会社
の効率性・営利性の増
進が予想されるのであ
る。

以上、われわれは外
生的成長要因を持たな
い純粹状態の生命保険

経営モデルによって、社会的変化の趨勢がもたらすと思われる方向でのパラメーターの変更が、いかなるインパクトをシステムの動学的変動に及ぼすかを見てきた。そこから結論的に引き出されるわれわれの予想は、長期的傾向としての『規模縮小による保険会社の生命保険離れと効率性増大による営利的性格の強調』である。すなわち、国民の不確実所得を確定化するものとしての福祉的性格を持った生命保険は時代の趨勢に最早適合せず、保険会社は営利企業としてこの傾向を受け入れるべきであり、それによって生じる必需財としての生命保険の供給不足は公共部門によって補われな

とられれば規模拡大・保険料率低下が一貫した予想であるが、パラメーターの複合的变化の方向に対して、拡大すべき規模の水準が低下し、低下すべき保険料率が横這いとなるのである。このことを『長期的傾向における経営規模の縮小』と呼ぶことにする。

以上までの保有規模および収入規模に関する指標においては、上に述べた意味における規模縮小が観察されたが、利益性・効率性に関する指標においてはどうかであろうか。

図4—9. に示される平滑化利益の3次元曲面においては、中期が終了する頃まではZ軸方向になだらかな上昇が見られる。この傾向が中期全体にわたる安定した傾向となっており、曲面が中期に台地を抱える形態を観察し得る。これが長期に入るや急速に手前がめくれ上がって行くのは、収入規模の減少傾向が費用の低下を圧倒するからに他ならない。しかしながら、図4—10. の費用便益関数（横軸に総費用を縦軸に平滑化利益をとった関数）を見てみると、一貫して左方向へとシフトして行く様が観察されZ軸

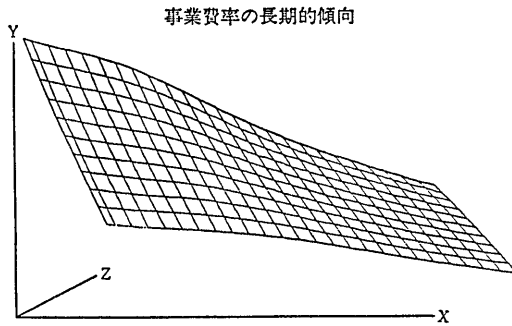


図4—7. 事業費率の長期的傾向

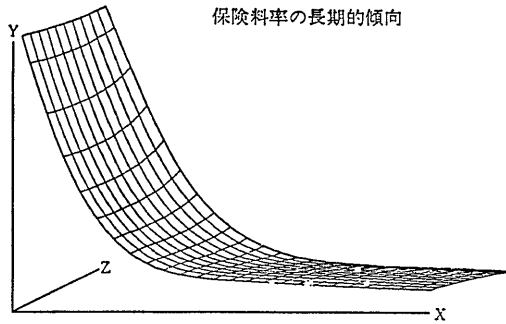


図4—8. 保険料率の長期的傾向

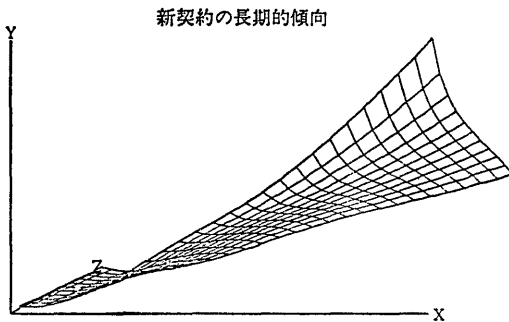


図4-5. 平滑化新契約の長期的傾向

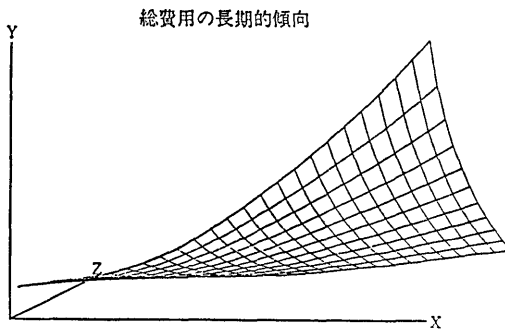


図4-6. 総費用の長期的傾向

期においては低下傾向を示す。システム変動のZ軸方向での変化の傾向として、短期的には余り差はなく長期において減少傾向が現れるというのは、このモデルが非線形・多重ループの構造を実験的にとりあつかうことに適したものであることの証でもある。

曲面の右手前の端がめくれ上がってくる現象は、保険料収入においても新契約においても観察されるが、他方、めくれ上がりのために中央がねじれる現象を

示さない指標もある。図4-6. の総費用と図4-7. の事業費率は、一貫してZ軸方向に減少する傾向を示し、図4-8. の保険料率は、短期ではZ軸方向に増加する傾向があるが、中期以降はほぼ横這い（微減）となる。

以上の指標のすべてが示している長期的傾向としてのZ軸方向での減少は、保有契約について述べた読み方の留意事項を踏まえた上で、「zの方向が現在における趨勢を適切に反映するものであれば、生命保険の経営規模は、長期的には『しからざれば到達し得たであろう水準』と較べて縮小される傾向にある」という一つの予想に解釈される。時系列的变化として

察する。

図4—1. に z の方向をZ軸とした場合の保有契約の曲面が示されている。短期では僅かであるがZ軸方向での増加が見られる。中期においてはこれが減少に転じ、長期になるほど減少傾向がはっきりとしてくる。但し、X軸方向での曲線の1本1本が各々の z の値に対する保有契約の時間的変動を表しているので、どの場合も時間軸の方向では増加していることを見落してはならない。Z軸方向で

保有が減少するというのは、 z の値がもう少し手前であったなら実現していたであろう保有契約の高さよりも低かった、という読み方をしなければならない。

図4—2. に資金についての同様の曲面を示す。長期におけるZ軸方向での減少傾向と、中期におけるなだらかな山とが観察される。中期におけるX軸方向での尾根にあたる曲線が z の範囲の中ほどに現れている(基本ケース)。この尾根道の存在は、図4—3の最大保有水準の曲面を見ればもっとはっきりと読み取れる。いずれの場合もこれは中期の現象であり、長

最大保有水準の長期的傾向

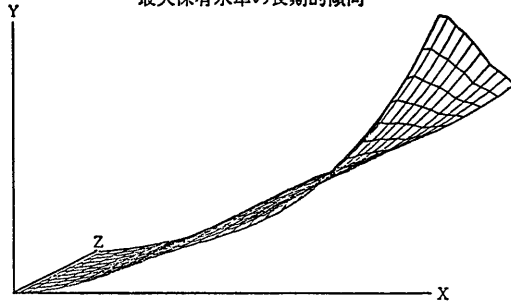


図4—3. 最大保有水準の長期的傾向

保険料収入の長期的傾向

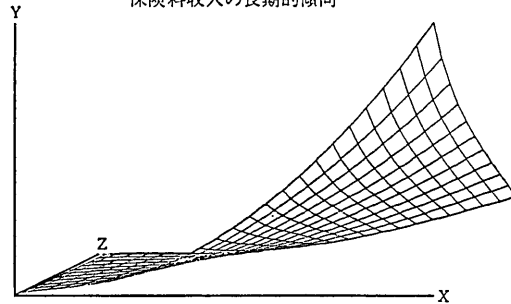


図4—4. 保険料収入の長期的傾向

代替があるから、基本ケースの値 60287 の $\pm 50\%$ の負の方向を考えている。

z_3 : 死亡率

高齢化の背景は死亡率の低下であるから、基本ケースの値 0.003 の $\pm 50\%$ の負の方向を考えている。

z_4 : 配当率

低金利時代に保険会社がどのような配当政策で臨むかは不明であるが、生保の強みを生かして、基本ケースの 0.04 に対して $\pm 50\%$ の正の方向と

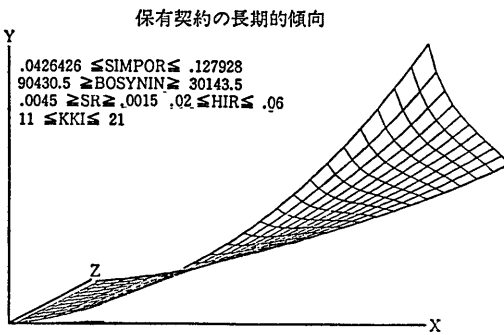


図 4-1. 保有契約の長期的傾向

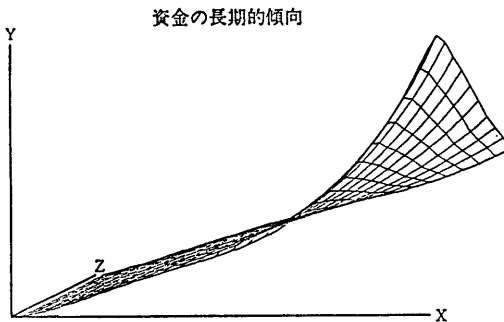


図 4-2. 資金の長期的傾向

した。

z_5 : 契約期間

平均期間は長くなると前に予想しているので、11年から21年への正の方向をとる。

以上のように定義されるベクトル z の方向を Z 軸とするときの 3 次元曲面を考察しよう。すなわち、技術進歩が速く、募集人の数が少なく、死亡率が低く、配当が大きく、契約期間が長い場合には、システム変動がどのように変わってくるか、を観

ダイナモが不可欠の装備となろう。それでもなお、結果を見て得られるファクトファイディングや政策上のインプリケーションには、すべて解釈の余地がある。重要なのは、代替的な解釈を議論の俎上に載せることである。その議論から、次のパラメーターの値の設定、ダイナモ方程式の変更、フロー・ダイアグラムの改訂を引き出し、モデルを継続的に更新して行く分析過程のフィードバック・ループを定着させることができれば、その過程を通して、分析者自身と議論参加者との問題に対する理解を深化させて行くことが可能となるだろう。

4. 生命保険の未来予測

前節では生命保険の動学モデルを作成し、改良されたダイナモの利用に基づく感度分析を試みた。それは、他を一定とした1つのパラメーターの変更がシステム変動をどのように変えるか、という間に導かれる実験として計画された。社会の変化の傾向に添って、これらパラメーターが一斉に変更される場合にはシステム変動にどのような傾向が現れるであろうか。この問題を考察して小論の締めくくりとしたい。

次のようなベクトル \dot{z} を考える。すなわち：

$$\begin{aligned} \dot{z} = (z_1, z_2, z_3, z_4, z_5) = t \times [& (0.127928, 30143.5, 0.0015, 0.06, 21) \\ & - (0.0426426, 90430.5, 0.0045, 0.02, 11)], \\ & \text{但し } 0 \leq t \leq 1. \end{aligned}$$

ここで、

z_1 ：技術進歩率

このパラメーターはマイナスをつけて事業費関数の時間の指数である。技術進歩が速ければこの値は大きくなる。推定値 0.0852853 の ±50% の正の方向を考えている。

z_2 ：募集人の数

技術進歩が募集生産性を向上させる背景には、機械設備による労働の

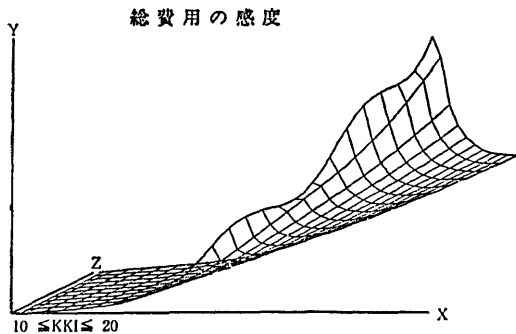


図3-8.(3) 総費用の平均契約期間に対する感度

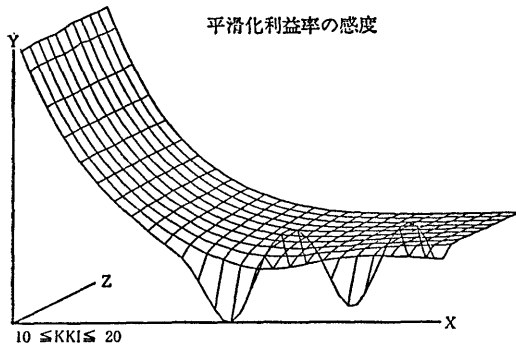


図3-8.(4) 平滑化利益率の平均契約期間に対する感度

これらの観察から分かることは次のように要約される。すなわち：保険会社にとって平均契約期間を短くするメリットは何もなく、すべての指標に照らして、長期の展望に立つ保険会社の行動は商品構成における長期性商品へのシフト傾向を示すであろう。

同様にして、すべてのパラメーターに対する感度分析を、DYNAMOPⅢの機能を使って視覚的に明瞭に展開することができる。

1つのパラメーターについて11回のリランを繰り返し、任意の変数についての3次元曲面を出力できるようになるまでのシミュレーションにかかる計算時間は、PC-98XAのDYNAMOPⅢを用いてDT=0.1/LENGTH=50で、約10分間である(デルタタイムを倍にすれば時間は単純に半分になる)。このリランが終了していれば、任意の変数を選んで3次元曲面を画面に描かせるのは瞬時である。

すでに述べたごとく、SDのリランによる感度分析は、どのパラメーターをどの範囲で動かすかを分析者が選ぶ際にメノコで見当をつけなければならぬので、短い応答時間で画面上にこういった出力をする改良された

である (DTは同じ0.1)。

KK1 \geq 11 に対しては振動解は現れずすべて一様な増加曲線になっている。しかし中期および長期においては、Z 軸方向に保有契約が減少する傾向が現れ、曲面の右側手前の端がめくれ上がった形になっている。直観的には契約期間が長くなると単位時間当りの満期が減るので保有契約は多くなる筈であるが、そのような静態的な偏微分的変化に基礎をおく直観は、動態的な長期の予想には通用しないことが分かる。

資金の変動に関しては、図3-8.(2)に見られるようにZ軸方向に逡減的增加傾向がある。KK1=15の辺りを境に、これより大きい範囲では資金は余り増加しないのに対し、これより平均期間が下がると資金が急速に低下し中期における中だるみ傾向が顕著になる。同様にして、総費用はZ軸方向に対して低下傾向、利益率は、KK1 \geq 12に対してはすべての時点で横這い傾向を示す、といったことが図3-8.(3)および(4)から見てとれるであろう。

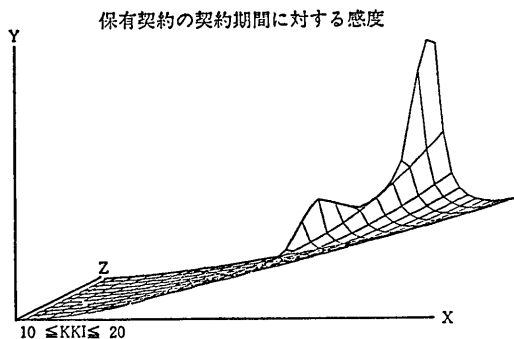


図3-8.(1) 保有契約の平均契約期間に対する感度

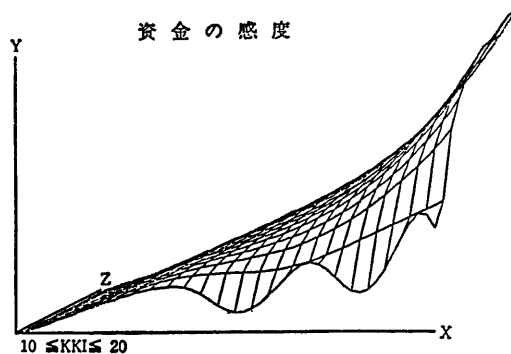


図3-8.(2) 資金の平均契約期間に対する感度

間の分布を3次の指数遅れと仮定した場合に、期間の平均値が15になるように適当にバラついた期間で満期脱退が起こるというように定式化されているということである。同じ保有契約高に対し契約期間が短くなると満期保険金支払が増加する。モデルではフルコストをカバーするように保険料率を決めるという想定になっているが、そこには遅れが存在している。図3-7. (1)には平均契約期間を10年とした場合の資金の時間軸上での変動が示されている。

これは、基本ケースの成長曲線とは異なり振動解になっている。しかもその振動は振幅が段々と増して行く発散的振動である。このような解は、状況がそのまま推移した場合にはシステムに壊滅的なダメージを与えるので、何らかの政策変更が要請されるケースである。したがってこのパラメータに対するシステムの感度も、前と同じような手続きによって詳細に

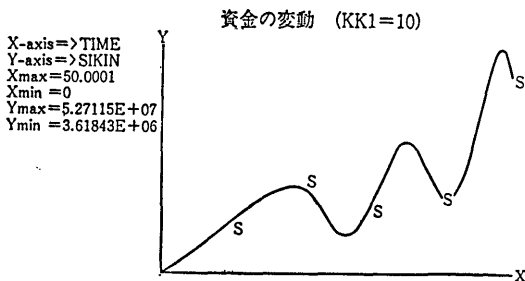
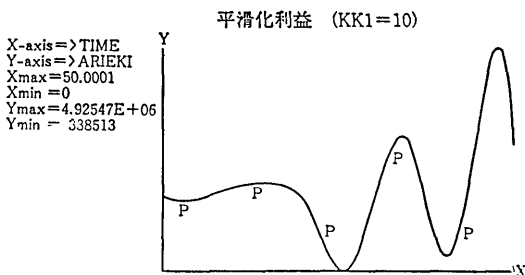


図3-7. (1) 短い契約期間に対する資金

検討する価値があると考えられる。

図3-8. (1)は、平均契約期間 $KK1$ を Z 軸にとり10から20まで変化させた場合の、リランにおける保有契約の時間軸 (X 軸) 上での変動の変化を3次元曲面として表したものである。一番手前にある振動解が折れ線のように見えるのは、メモリーの制約によるプロット間隔の増大のため



(2) 同じく平滑化利益

においては GRR の比較的小さい部分を除いて利益率は変化しなくなる。

保険会社としては、それが私企業として営まれるかぎり、保有契約の極大化を目指すよりは利益を追求して当然であろう。この感度分析の結果から、長期展望のもとで保険会社は保有契約を極大にするマークアップ率を超えて保険料率を高く設定するであろう、という予想が導き出される。生命保険が、国民の死亡危険による所得不確実性を回避する唯一の手段であったことを思い出せば、何らかの公共的介入がなされなければ厚生損失が生じるという命題が、動学的展開においても妥当することを示していると言えよう。

3-3-2. 平均契約期間

基本ケースでは契約期間を平均15年としている。ここで平均という意味は、保有契約の中には10年満期も20年満期もあって、加入者による契約期

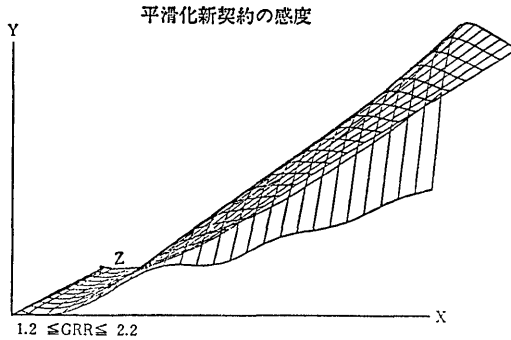


図 3-6. (3) 平滑化新契約のマークアップ率に対する感度

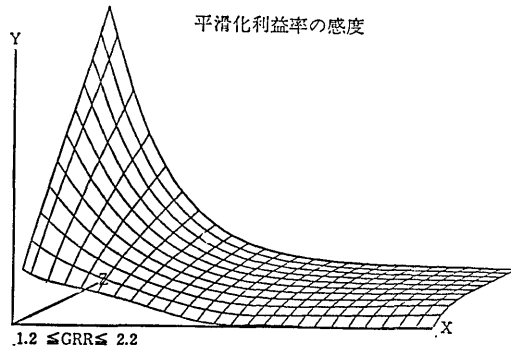


図 3-6. (4) 平滑化利益率のマークアップ率に対する感度

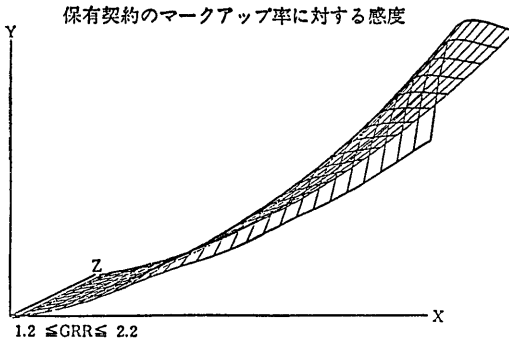


図3-6. (1) 保有契約のマークアップ率に対する感度

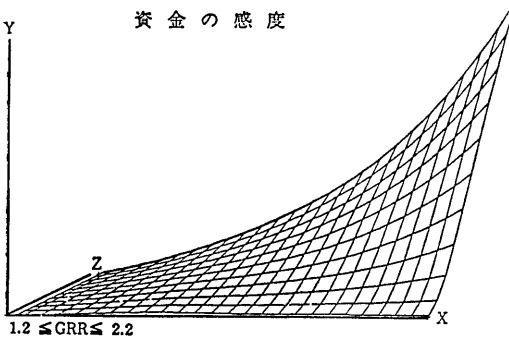


図3-6. (2) 資金のマークアップ率に対する感度

た GRR を Z 軸とする資金変動の曲面である。資金に対する GRR 増大の効果は、短期的には微増、中期的には線形的増加、長期的には逡増的增加となっている。これはマークアップ上昇により保険料収入が増加するのに対し、GRR の大きな範囲では保有契約が減少するために保険料率が更に高まるとともに保険金支払が減少するからであろう。したがって、資金増加のためには GRR は高いほど良いことになる。また、図3-6. (4)に見られるように、Z 軸方向に対し短期的には利益率の上昇があるが、その増加は逡減的であり、長期になるにつれて逡減傾向が強くなって、中長期に

が1.5と1.6の間の辺りで保有契約が極大になっている。マークアップを上げると、保険料収入が増加し資金を増大させる結果、最大保有水準が高まり、需要を増大させる場合と、被保険者価格が高まり需要を減退させる場合と、2通りの現れ方があり、GRR の比較的小さい範囲では前者が、大きい範囲では後者が実現し、その境目に最適水準が存在するというのである。

図3-6. (2)は、(1)と同じようにして描い

この変更が楽にできる), 図3—5. の(1), (2)のようになって, 図3—4. による直観的予想に反して, 資金も利益も一定水準に収束することなく, 50年を過ぎてから成長に転じるという結果を得る。

このことをSDによって得られる『システムの反直観的行動』と言う。結局これはもっと長いサイクルをもった振動解の一局面なのだということであるが, 百年を越すレンジでたとえどのような危機が待ち受けているようにもそれが現在の保険会社の意思決定に影響を与えるとは考えにくいので, この局面だけを問題としても許されるであろう。図3—5. (1)は図3—3. (1)で見た資金成長曲線の中期における中だるみが極端にでたケースであるとも考えられ, このようなケースにおいても生保資金の基本的変動モードが生きていると解釈することもできよう。

マークアップ率に対するシステムの感度をもっとシステムティックに観察するためには, このパラメーターを1つの軸とする3次元プロットを利用するのが良い(これもDYNAMOⅢ特有の機能である)。図3—6. (1)に保有契約のマークアップ率に対する感度として, 3次元の曲面が描かれている。これはZ軸方向にGRRを1.2から2.2まで等間隔に変化させた11回のリランによる保有契約の時間的変動をX軸方向に11本の曲線として描いたものである。DT=0.1/LENGTH=50は基本ケースと同一であるが, 時間軸上でのプロット間隔PLTPERが前までは0.1であったものがここでは0.2に設定されている(これは偶々曲面をプロットするベクトル配列の大きさがメモリーの制約に引っ掛かったためであるが, 見て分かるようにこの程度のなめらかさで十分であろう)。

時間軸を0~15, 15~35, 35~50の3期に分割して, それぞれ短期, 中期, 長期, と呼ぼう。短期においてはGRRの値を1.2から2.2まで連続的に変化させても余り大きな差は現れない。中期においては, GRRの増加に対して保有契約が単峰型の山になり, この効果は長期になるにつれてより大きくなる。時点を固定してZ軸方向へと曲面を切ってみると, GRR

行く。これは、図3-3.(1)の資金の成長と較べると極端に異なったものとなっており、振動しながら比較的低い水準へ向けてゆっくりと上昇して行く新契約の変動を見ても分かる通り、保険料率の低下が新契約の大幅な増大をもたらさなかった例となっている。また利益は収斂振動を示して

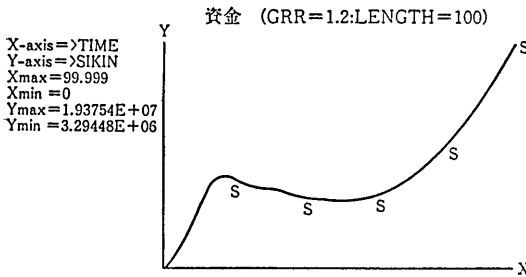
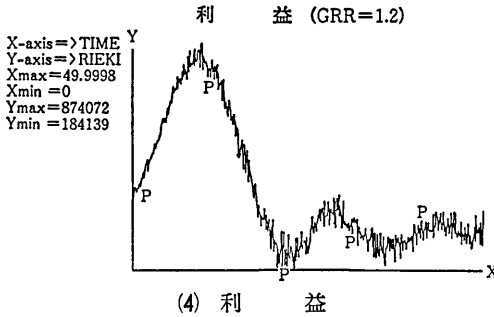
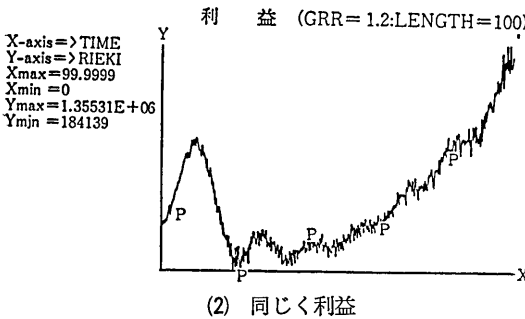


図3-5.(1) 百年予測における資金



いる。

この結果から、資金の増大あるいは利益の増加を目的とするのであれば、マークアップ率を下げ保険料率を安くしようとするインセンティブが保険会社にはない、ということが導けそうである。しかしそうではなくて、小さな資金規模のもと、低くとも一定水準に収束できる利益で、安い保険料率の商品を提供しようという保険会社も在って良いはずである。この利益の収束水準を見極めるために、LENGTH=50を100に変更して、向う100年間の予測に展開してみると(DYNAMOPIIIは

3-3-1. マークアップ率

マークアップ率の決定が重要な政策変項であることは、こういった分析による指摘を待つまでもなく当たり前の事実である。ここで問題としているのは、このパラメーターが、上で定式化されたモデルにおいて、確かに

感度の高いものであるかどうか、変化のシステム変動に及ぼす影響はどの方向にいかほどのものであるか、ということである。

図3-4. の(1)~(4)は、基本ケースの $GRR = 1.5$ を 1.2 に変更した場合の各変数の時間軸上での変動の予測である。保有契約は、基本ケースと比較して上反りの加減が小さくなったとはいうものの同じく上昇傾向にあり、変動のモードは余り変化してないように見える。しかし、資金は、最初のうち急速に成長するが15年程度で頭打ちになり、以降は振動しながら低下して

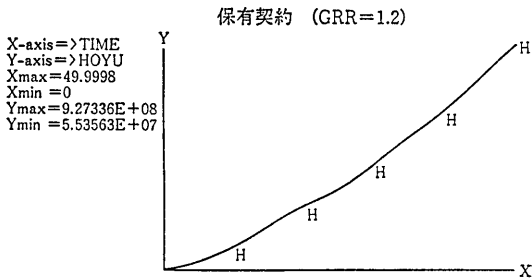
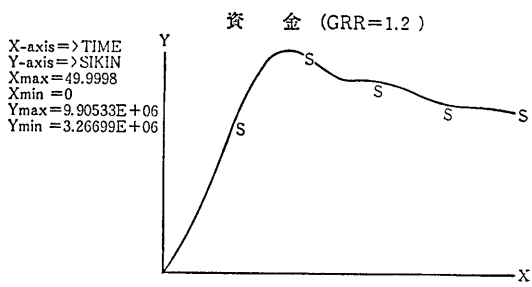
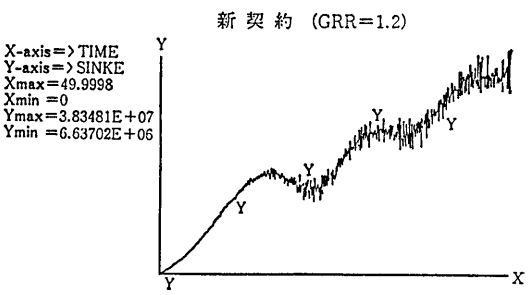


図3-4. (1) 低いマークアップに対する保有契約



(2) 同じく資金



(3) 新契約

ナミックな変動モードに対する外生的攪乱として吸収されてしまう場合が多い。しかしパラメーターのうちのあるものは、その値の連続的变化が変動モード自体を変化させてしまう。そのようなパラメーターを識別し、その変化がもたらす変動の変化の方向を確認することは、システムの動学的特性を把握するためにも、重要な戦略変数を抽出する上からも、重要かつ必要な作業となる。

(3-3) 感度分析

上で指摘したように、その変化が変動のモードを変えてしまうようなパラメーターが重要な戦略変数となる。通常のダイナモの“リラン”機能は、この戦略変数の識別に関し余り便利ではない。ここでは、マークアップ率と平均契約期間という2つの戦略変数を取りあげるが、これを抽出する作業は、1つのパラメーターの値を変更して“リラン”→出力結果を見て更に値を変えてまた“リラン”→出力結果を見て別のパラメーターを変更してまたまた“リラン”→……というものであり、基本的には「メノコ」に他ならない。

DYNAMOⅢはこのメノコ過程を次の2つの点で改善している。すなわち：

- ① 結果を見て値を変えてその結果を見る、という分析者／計算機インターフェースを対話型にして、人間を含む相互応答のスピードを向上させている。
- ② パラメーターの値の変化がシステム変動に与える影響を、結果の詳細な検討を経なくとも瞬時に分析者に分からせるような画像出力を備えている。

この2つの機能を利用して感度分析を行うと、比較的短い分析期間で以下のような結果が得られる。

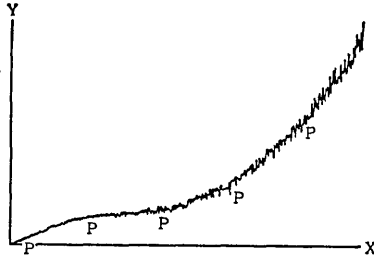
以上のような基本ケースのランの結果を見て、「現実には正にかくのごとく推移するであろう」と主張するのは妥当ではない。前に費用情報の欠落による事業費関数のブラックボックス化について述べたように、現実性をそなえた予測として出力結果を利用し得るようなモデルの作成は保険会社によるインハウス・スタディによらな

ければ不可能なのであって、本研究のような立場からこうしたアプローチを採用することの意義は、結果として出力される予測値を得て判断材料とすることではなく、このように生命保険の本質的側面をそなえたモデルが導き出すダイナミックな変動のモードを観察することによって、そのインプリケーションを解釈することである⁸⁾。

基本ケースでパラメーターに与えた値の内、回帰式の定数項にあたる部分で変動のモードを基本的に変化させないようなものは、結果が何らかの意味でもっともらしくなるように適当に増減させて構わない。以上のグラフにおいて、例えば、保有契約や最大保有水準などは、たとえ全体に1桁違っていたとしても、保険料率や利益率が1桁違う場合と較べて、変動モードの観察に対する支障が少ないであろう。初期値や定数項の値におけるエラーは、予測を小さなデルタタイムで長期に展開して行く過程で、ダイ

利 益

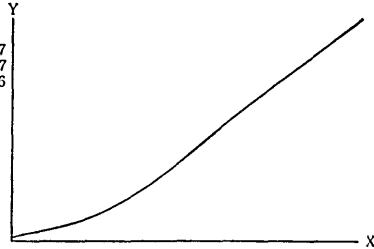
X-axis=> TIME
Y-axis=> RIEKI
Xmax=49.9998
Xmin=0
Ymax=1.01829E+07
Ymin=1.02536E+06



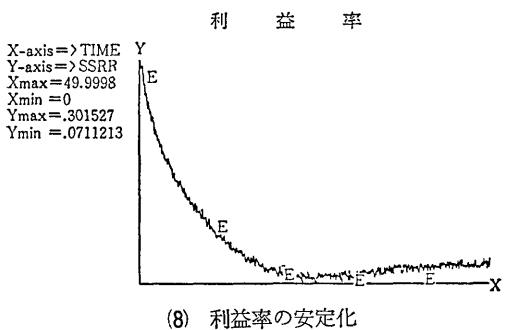
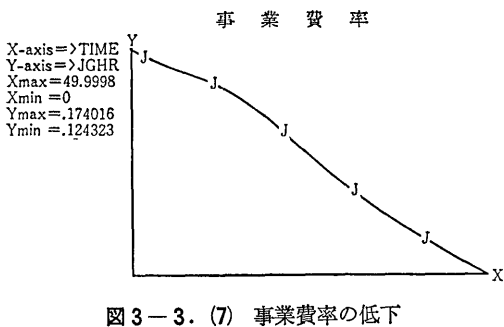
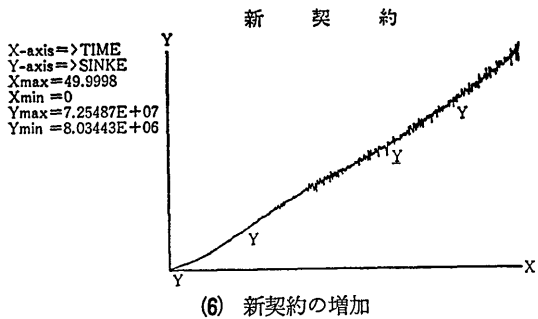
(9) 利益の“なかだるみ”

平滑化新契約と総費用

X-axis=> ASINKE
Y-axis=> COSIHA
Xmax=6.28198E+07
Xmin=1.02043E+07
Ymax=2.51994E+06
Ymin=836205



(10) 総費用関数



のであるが、利益がこの水準を抜けて成長へと転じる25年後以降では、当然、配当率の上方修正がなされるであろうから、後半における利益の成長は現実には起こらないであろう。しかし正にそのことを予想し前もって対処するという予測の目的に於て、この固定的配当率のもとにおける長期予想が意味をもつのである。

図3-3. (10)は、基本ケースのランの結果を用い、横軸に新契約をとり縦軸に総費用をとってX-Yプロットを試みたものである（この機能は通常のダイナモにはない）。ただし、

新契約には図. (6)で見たようにランダム変動があるので横軸には新契約の指数平滑値を用いてある。横軸を産出指標とすれば、規模に関して短期的には費用逓減、中期的には費用逓増、長期的にはまた費用逓減が観察される。

らず、図. (4)に見られるように保険料収入が順調に伸び、結果として資金の増大をもたらしているのは、保険料率の低下が最大保有水準を高め(図. (5)参照)、新契約の増大(図. (6)参照)を導いているかある。

(6)で増加曲線が小刻みに振れているのは、収益率の決り方に一樣乱数による±10%程度のランダム変動を導入したため、この変動が被保険者価格を通じて需要関数へと伝えられた結果である。事業費率は17.4%から12.4%へとなだらかな低下傾向を示し、利益率は7%の収益率とほぼ等しい水準までに低下して横這いとなる(図. (8)参照)。

図3—3. (9)の利益の成長曲線では中期においてかなりの期間横這い現象が現れている。これはおそらく固定的な配等率のもとでの利益の収束水準を表すものであろう。50年というようなロングレンジの予想にはつきも

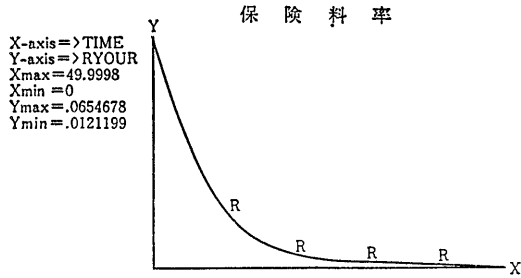
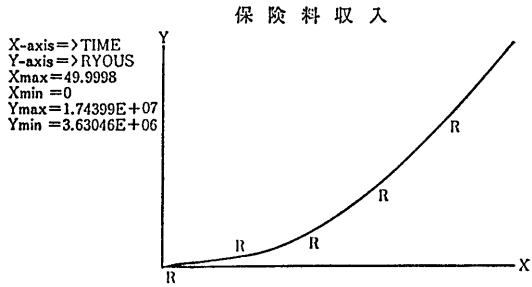
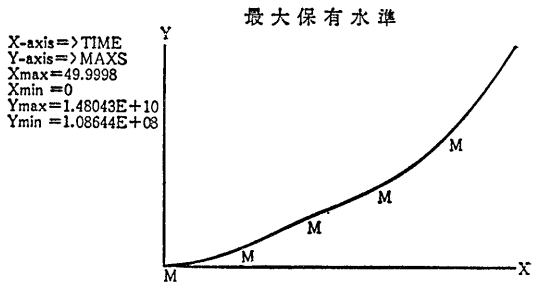


図3—3. (3) 保険料率の低下



(4) 保険料収入の増大



(5) 最大保有水準

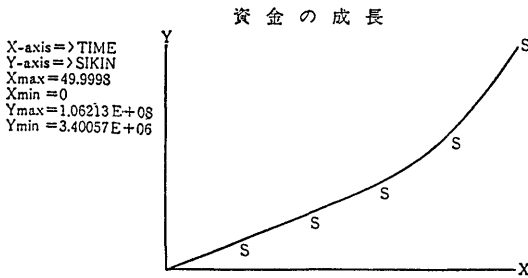
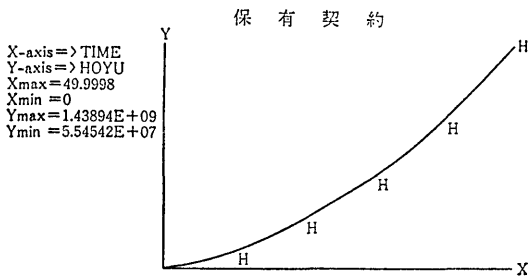


図 3—3. (1) 資金の成長



(2) 保有契約の成長

表 3—1. の TIME = 10.00 のところを見てみよう。保有契約 = 約 158 兆円，資金 = 15 兆円，保険料率 = 2.62 %，被保険者価格 = 1.97%，保険料収入 = 4兆円，保険金支払 = 2兆円，最大保有水準 = 1000 兆円，総費用 = 9000億円，利益 = 2 兆円，等々と読み取ることが出来る。ダイナモ方程式モデルは数値の精度を余り問題にして

いないので，この段階ではプリント出力結果は大幅に常識を逸脱しない範囲に予測がおさまっていることを確認する程度に利用されれば良い。図 3—3. (1)には基本ケースの向50年間における資金の成長が予測されている。横軸が時間で0から50までの値をとり，縦軸が資金で3兆4千億円から106兆円までの値をとっている。資金は中期にはやや成長が鈍化し通減傾向さえ見えるものの長期には指数的成長に転じている。このモデルには人口や所得といった外生的な成長要因は何一つ導入されていないことに注意してほしい。これは内部的な遅れとフィードバックの重層がもたらした，このシステム固有の動態なのである。

図 3—3. (3)は保険料率で，初期の6.5%から一貫して低下し続け1.2%程度の収束水準に落ち着く。これは事業費の通減傾向と保有契約の順調な増大とがもたらしたものであろう。このような保険料率の低下にもかかわ

表3-1. 基本ケースのプリント出力結果

TIME	HOYU YOYS SINKE JIGYOHI	SIKIN KNSIHA EKIR	RYOUR HISIHA RIEKI	PR COSIHA AKN	RYOUS MAXS ACO
0.00	+5.38899E+07 +2.09741E+05 +1.10793E+07 +2.56074E+05	+3.18222E+06 +1.99205E+06 +6.59103E-02	+6.72534E-02 +1.27289E+05 +1041783E+06	+6.07442E-02 +4.24135E+05 +1.99205E+06	+3.62428E+06 +9.93042E+07 +4.24135E+05
5.00	+9036150E+07 +5.65033E+05 +1.22137E+07 +6.64120E+05	+8.60370E+06 +2.04253E+06 +6.56733E-02	+4.16478E-02 +3044148E+05 +1.58457E+06	+3.51252E-02 +8.72986E+05 +2.00436E+06	+3.89886E+06 +4.08038E+08 +5.94881E+05
10.00	+1.58487E+08 +1.01319E+06 +1.85412E+07 +6.94014E+05	+1.53860E+07 +2.27258E+06 +6.57862E-02	+2.61799E-02 +6.15441E+05 +2.10078E+06	+1.96637E-02 +9.05868E+05 +2.05478E+06	+4.14916E+06 +1.09377E+09 +7.11328E+05
15.00	+2.48746E+08 +1.49323E+06 +2.52887E+07 +7.49938E+05	+2.23256E+07 +2.04208E+06 +6.68842E-02	+1.84975E-02 +8.93024E+05 +2.25934E+06	+1.20433E-02 +9.67386E+05 +2.26789E+06	+4.60116E+06 +2.14819E+09 +7.99547E+05
20.00	+3.58042E+08 +1.88631E+06 +3.22795E+07 +8.56375E+05	+2.86356E+07 +3.99877E+06 +6.58730E-02	+1.52341E-02 +1.14542E+06 +2.53470E+06	+8.72280E-03 +1.08447E+06 +2.74787E+06	+5.45445E+06 +3.26341E+09 +8.88435E+05
25.00	+4.81819E+08 +3.49511E+06 +3.57336E+07 +1.01398E+06	+3.46756E+07 +5.23797E+06 +6.55763E-02	+1.40084E-02 +1.38702E+06 +2.46617E+06	+7.48027E-03 +1.25784E+06 +3.49904E+06	+6.74954E+06 +4.25227E+09 +1.00065E+06
30.00	+6.21878E+08 +2.78944E+06 +4.30585E+07 +1.20769E+06	+4.20244E+07 +6.53229E+06 +6.63768E-02	+1.35133E-02 +1.68097E+06 +3.49616E+06	+7.03054E-03 +1.47091E+06 +4.45643E+06	+8.40364E+06 +5.31920E+09 +1.14599E+06
35.00	+7.84381E+08 +3.49511E+06 +4.79397E+07 +1.42290E+06	+5.16400E+07 +7.87939E+06 +0.76822E-02	+1.31570E-02 +2.06560E+06 +4.21903E+06	+6.74775E-03 +1.70764E+06 +5.55664E+06	+1.03201E+07 +6.69255E+09 +1.32344E+06
40.00	+9.73819E+08 +4.82119E+06 +5.39604E+07 +1.65335E+06	+6.50951E+07 +9.34558E+06 +7.40637E-02	+1.27924E-02 +2.60380E+06 +5.64631E+06	+6.73326E-03 +1.96114E+06 +6.77706E+06	+1.24574E+07 +8.64891E+09 +1.52790E+06
45.00	+1.19167E+09 +5.57368E+06 +6.38164E+07 +1.89912E+06	+8.28823E+07 +1.09729E+07 +6.72482E-02	+1.24401E-02 +3.31529E+06 +7.58934E+06	+6.00650E-03 +2.23149E+06 +8.12776E+06	+1.48245E+07 +1.12880E+10 +1.75523E+06
50.00	+1.43894E+09 +7.26885E+06 +7.25487E+07 +2.16135E+06	+1.06213E+08 +1.27696E+07 +6.84364E-02	+1.21199E-01 +4.24853E+06 +1.01829E+07	+5.75281E-03 +2.51994E+06 +9.62327E+06	+1.74399E+07 +1.48043E+10 +2.00332E+06

×募集要因

ここで、増加余地要因： $[(\text{最大保有水準} \cdot K - \text{保有契約} \cdot K) \times \text{保有契約} \cdot K]^{0.148986}$ ，価格要因： $(\text{保険料率} \cdot K - \text{収益率} \cdot K / [\text{EXP}(\text{収益率} \cdot K \times \text{契約期間}) - 1] \times N)]^{-0.478178}$ ，事業費要因： $(\text{事業費} \cdot K / \text{保険料収入} \cdot JK)^{-0.616516}$ ，募集要因： $\text{募集人数} \cdot K^{0.771072}$ ，利益要因： $(\text{利益} \cdot K / \text{資金} \cdot K)^{0.378839}$ ，である。

⑫最大保有水準は前節の(3)式で与えられる。

A 最大保有水準 $K = \text{定数} \times \text{価格要因} \times \text{規模要因}$

ここで、価格要因： $\text{保険料率} \cdot K^{-0.869487}$ ，規模要因： $\text{資金} \cdot K^{1.00192}$ ，である。

⑬事業費は前節の代替的事業費モデルの3番目。

A 事業費 $K = \text{定数} \times \text{産出要因} \times \text{募集要因} \times \text{技術進歩要因}$

ここで、産出要因： $\text{保険料収入} \cdot JK^{0.820611}$ ，募集要因： $\text{募集人数}^{0.829164}$ ，技術進歩要因： $(55 + \text{TIME} \cdot K)^{-0.0852853}$ ，である。

幂指数をとるこれらの補助変数は値が正の範囲でのみ定義されているから、これらの内、指数が正のものについては値が負なら0をとり、指数が負のものについては値が負または0ならその直前にとった正の値をとるよう、ダイナモ関数を使って技術的工夫が施されている（方程式リスト参照）。

(3-2) 基本ケースのラン

表3-1. と図3-3. に上で定式化したモデルの基本ケースのランの結果を示した。基本ケースでは初期値および定数項の値を次のように設定してある。すなわち：

平均契約期間=15年，平均加入期間=9年，更新率=8割，死亡率=0.3%， $N=6$ ，配当率=4%，マークアップ=1.5，運用収益率=7%，その他間接費率=10%，事業費初期値=約2600億円，固定費=約1400億円，募集人数=約6万人，資金初期値=約3兆円，新契約初期値=約11兆円，保有契約初期値=約54兆円。DT=0.1，LENGTH=50，である。

R 配当金支払. $KL = \text{配当率} \times \text{資金}$. K

⑨総費用は固定費と事業費とその他の間接経費である。

R 総費用. $KL = \text{固定費} + (1 + \text{その他間接費率}) \times \text{事業費}$. K

⑩保険料率は平均保険金支払と総費用にマークアップをかけ保有契約で割ったものである。

A 保険料率. $K = \text{マークアップ} \times (\text{平均保険金支払. K} + \text{平均総費用. K})$
/保有契約. K

A 平均保険金支払. $K = \text{SMOOTH}(\text{保険金支払. JK}, \text{平均期間})$

A 平均総費用. $K = \text{SMOOTH}(\text{総費用. JK}, \text{平均期間})$

以上の方程式で、時間の添え字 (J, K, L) を持たない変数はパラメーターで一定の値に固定される。これらの方程式に対する疑義は常に歓迎され、たとえば配当率は定数でなく補助変数としてしかるべき意思決定方程式を与えるべきであるというクレームに対しては、直ちにそのような変更を取り入れてその解を提示する用意がある。ただ「しかるべき意思決定方式」の提出を求めるのみである。また、経理上⑦の解約返戻金は保険金支払にではなく損金として総費用に含めるべきであるといったクレームも歓迎する。このモデルの解のインプリケーションに対する現実的解釈において有益な助言となるだろう。ところで、死亡率は保有契約に乗ぜられるべきものでなく加入者集団の人の数にかけるべきものであるという批判に対しては、釈明を要しよう。

より現実的にはフロー・ダイアグラムにもう1系列被保険者というヒトの流れを付け加えなければならない。ただ、当面、モデルの上では保有保険金額と被保険者数との換算率を固定的に考えてみようとしているので、その範囲ではこのような付け加えは徒らにモデルを複雑化させるだけである。この問題はさらに進んだ議論のために留保して置きたい。

⑪新契約は前節で得られた需要予測式によって与えられる。

R 新契約. $KL = \text{定数} \times \text{増加余地要因} \times \text{価格要因} \times \text{事業費要因} \times \text{利益要因}$

①図の左寄りに縦に実線で示されている流れは保有契約金額という情報の流れである。

L 保有契約. $K = \text{保有契約} \cdot J + DT \times (\text{新契約} \cdot JK + \text{更新} \cdot JK - \text{死亡} \cdot JK - \text{満期} \cdot JK - \text{脱退} \cdot JK)$

②満期は新契約が平均契約期間を経て遅れとして保有契約から流出する。

R 満期. $KL = \text{DELAY3}(\text{新契約} \cdot JK, \text{平均契約期間})$

③死亡は保有契約に死亡率を乗じたもの、更新は満期に更新率を乗じたものである。

R 死亡. $KL = \text{死亡率} \times \text{保有契約} \cdot K$

R 更新. $KL = \text{更新率} \times \text{満期} \cdot JK$

④脱退は平均加入期間による流出率から、満期と死亡を控除したものである。

R 流出率. $KL = \text{DELAY3}(\text{新契約} \cdot JK, \text{平均加入期間})$

R 脱退. $KL = \text{流出率} \cdot JK - \text{死亡} \cdot JK - \text{満期} \cdot JK$

⑤図の中央に縦に実線で示されている流れは保険会社の資金という金の流れである。

L 資金. $K = \text{資金} \cdot J + DT \times (\text{保険料収入} \cdot JK + \text{運用収入} \cdot JK - \text{保険金支払} \cdot JK - \text{配当金支払} \cdot JK - \text{総費用} \cdot JK)$

⑥保険料収入は保有契約に保険料率を、運用収入は資金に収益率を乗じたものである。

R 保険料収入. $KL = \text{保有契約} \cdot K \times \text{保険料率} \cdot K$

R 運用収入. $KL = \text{資金} \cdot K \times \text{収益率} \cdot K$

⑦保険金支払は死亡保険金、満期保険金、解約戻戻金の合計である。

R 保険金支払. $KL = \text{死亡} \cdot JK + \text{満期} \cdot JK / N + (\text{加入期間} / \text{契約期間}) \times \text{脱退} \cdot JK / N$

(ここでNは死亡保険金倍率である)

⑧配当金支払は資金に配当率を乗じたものである。

DYNAMO EQUATIONS IN THE SOURCE FILE (DLIST)

```

L   HOYU. K=HOYU. J+DT*(SINKE. JK+COSIN. JK-MANKI. JK-SIBO. JK-DATTA. JK)
N   HOYU=5.38899E7
R   MANKI. KL=DELAY3 (SINKE. JK, KK1)
R   COSIN. KL=KR*MANKI. JK
R   OUTF. KL=DELAY3 (SINKE. JK, KK2)
N   SINKE=1.107928E7
C   KK1=15
C   KK2=9
C   KR=0.8
R   SIBO. KL=HOYU. K*SR
C   SR=0.003
R   DATTA. KL=OUTF. JK-MANKI. JK-SIBO. JK
L   SIKIN. K=SIKIN. J+DT*(RYOUS. JK+YOUS. JK-KNSIHA. JK-HISIHA. JK-COSIHA. JK)
N   SIKIN=3.182216E6
R   COSIHA. KL=JIGYOHI. K*(1+ETC)+FIXC
C   FIXC=1.424534E5
C   ETC=0.1
A   RIEKI. K=RYOUS. JK+YOUS. JK-KNSIHA. JK-COSIHA. JK
A   SSR. K=RIEKI. K/SIKIN. K
R   RYOUS. KL=HOYU. K*RYOUR. K
R   YOUS. KL=SIKIN. K*EKIR. K
R   KNSIHA. KL=SIBO. JK+MANKI. JK/N+(KK2/KK1)*DATTA. JK/N
C   N=6
R   HISIHA. KL=HIR*SIKIN. K
C   HIR=0.04
A   AKN. K=SMOOTH (KNSIHA. JK, 10)
A   ACO. K=SMOOTH (COSIHA. JK, 10)
A   RYOUR. K=GRR*(AKN. K+ACO. K)/HOYU. K
C   GRR=1.5
A   EKIR. K=(1+0.10*RND)*(1-0.10*RND)*PER
C   PER=0.07
A   MAXS. K=EXP (1.065)*MART1. K^1.00192*MART2. K^(-0.869437)
A   MART1. K=MAX (SIKIN. K, 0)
A   MART2. K=POSIT (DRYOUR. K, RYOUR. K, 0, RYOUR. K)
A   DRYOUR. K=SMOOTH (RYOUR. K, DT)
A   SART2. K=MAX (ZOUKA. K, 0)
A   ZOUKA. K=(MAXS. K-HOYU. K)*HOYU. K
R   SINKE. KL=EXP (0.121985)*SART2. K^0.148986*BOSYN. K^0.771072*SART1. K
A   SART1. K=SRT1. K^(-0.616516)*SRT2. K^(-0.373839)*SRT3. K^(-0.478173)
A   SRT1. K=POSIT (DJGHR. K, JGHR. K, 0, JGHR. K)
A   DJGHR. K=SMOOTH (JGHR. K, DT)
A   SRT2. K=MAX (SSRR. K, 0)
A   SRT3. K=POSIT (DPR. K, PR. K, 0, PR. K)
A   DPR. K=SMOOTH (PR. K, DT)
A   PR. K=RYOUR. K-EKIR. K/(EXP (EKIR. K*KK1)-1)/N
A   JIGYOHI. KL=EXP (-2.32041)*CART1. K^0.820611*BOSYN. K^0.329164*CART2. K
N   JIGYOHI=256074
A   JGHR. K=JIGYOHI. JK/RYOUS. JK
A   CART1. K=MAX (RYOUS. JK, 0)
A   CART2. K=55+TIME. K)^(-0.0852853)
A   BOSYN. K=BOSYNIN
C   BOSYNIN=6.0287E4
PRINT RIEKI, AKN, ACO, JIGYOHI
PRINT HOYU, SIKIN, RYOUR, PR, RYOUS, YOUS, KNSIHA, HISIHA, COSIHA, MAXS, SINKE, EXIR
PLOT HOEU=H, SIKIN=S, RYOUR=R, MAXS=M, COSIHA=C, RYOUS=R, SINKE=Y, JGHR=J
PLOT SSR=F, JIGYOHI=G, RIEKI=P
SPEC DT=0.1/LENGTH=50/PRTPER=5/PLTPER=DT
END

```

図 3-2. ダイナモ方程式リスト

3-1-3. 政策的課題

保険会社の政策的関心は、資金の成長、保有契約の増大、利益の確保を目的として、商品構成は長期性と短期性のいずれを、貯蓄性と保障性のいずれを目指したら良いか、マークアップ率や配当率をいかに定めたら良いか、コストの変化をどの程度の時間的遅れで保険料率に転嫁したら良いか、死亡率低下、情報技術進歩、競争の激化といった社会の変化傾向のもとでどのような複合的戦略をとるべきか、等々の設問を用意するだろう。

3-1-4. フロー・ダイアグラムとダイナモ方程式

以上のようなシステムについての、政策的関心に応え得るモデルとして、次の定式化を提議する。

図3-1. のフロー・ダイアグラムを見ながら、方程式を説明しよう：

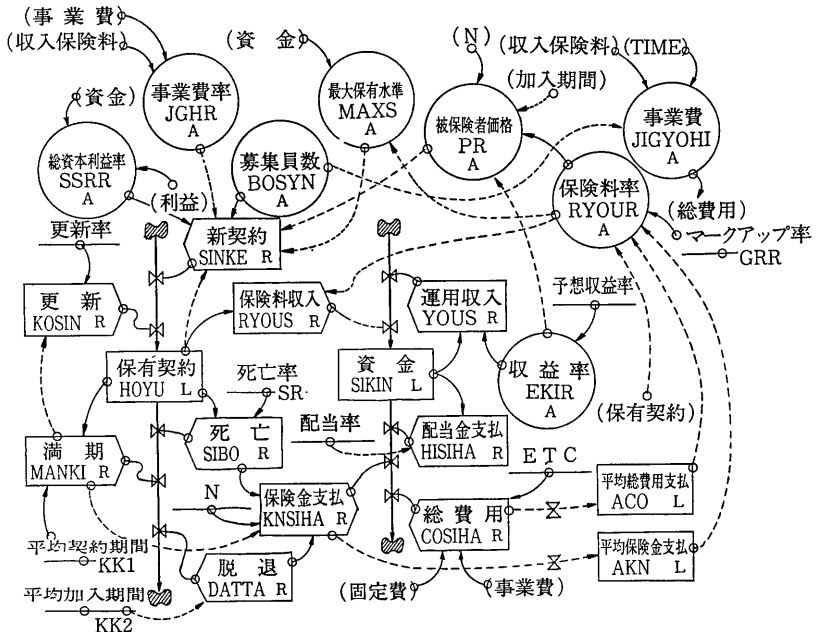


図3-1. フロー・ダイアグラム

ことが伝達性を損なわずに、かつ分析目的に適うためには、SDを利用する場合においてもモデルの大きさに関して最適規模が存在するようである。モデルの規模についての議論は別稿に譲る。

3-1-1. システムの定義

生命保険会社は長期契約の養老保険を販売し、加入者は加入期間中に死亡すれば死亡保険金を受け取り、死亡しなければ満期時に満期保険金を受け取るという保険サービスの対価として保険料を支払う。加入から死亡・満期・解約のいずれかにいたるまでの時間的遅れによって、保険会社はストックとして保有契約を抱える一方、保険料として徴収した現金を保険金支払いのための資金として貯蔵する。保険料率は、システムの維持運営のために必要な費用の支払いと保険金の支払いとをフルコストとしこれに経営上のマークアップを施したものとして設定される。保険会社の資金は死蔵されることなく運用されて収益を上げ、加入者はこの果実を配当として受け取る。

3-1-2. フィードバック構造

コストが下がり保険料率が下方に修正されると、最大保有水準が高まって新契約が増加する。新契約の増加は保有契約を高め保険料収入を増加させるから、徴収のための作業が増大しコストを上昇させる。保険料収入の増大はまた資金を増加させ、運用収入の増大を通してさらに資金を増加させる。資金の成長により総資本利益率は低減するから、前節の需要関数を通して、新契約が減少する。新契約の減少は保険料収入の減退をもたらすコストを低下させる。かくしてコスト減がますますコストを低下させるポジティブ・フィードバックと、コスト減が回り回ってコストを上昇させるネガティブ・フィードバックが重層化し、他の要因の変化と各種遅れの長さの違いによってさまざまな長期的変動のモードが生み出される。

て利用可能となった現状において、この問題に対する配慮はますます重要なものとなってきている。

SD利用の利点は、それがフロー・ダイアグラムとダイナモ方程式という伝達性に優れたモデルの表現形式を備えている点にある。したがって、このメリットは科学性の第一の要件に適合的である。しかし、モデル作成時におけるこの利点は、モデル分析の作業時における隘路（各回の“ラン”によって1つの特殊解を得るにすぎず、分析のためには長時間におよぶ“リラン”の試行錯誤的繰り返しが要る）によって、決定的に阻害される。

フロー・ダイアグラムに表現されたモデルに対応した計算機シミュレーションのプログラムは、ダイナモに拠ることなく他の言語で作成することが可能であり、そうした方が分析作業上のデメリットがはるかに少ないので、専門的な分析家の多くはダイナモの利用に積極的にはなれない。しかしそのような計算機プログラムはそもそもヒトによって論駁されることを期待し得ないから⁹⁾、ダイナモと同様の出力結果が得られたとしても、分析の科学性を主張し得ないのである。ところで、SDのモデル作成時におけるメリット（伝達性）と分析作業時の隘路の解消とは両立し得ないものではない（例えば、“リラン”における試行錯誤的応答スピードが飛躍的に向上したダイナモ・コンパイラーを用意してもモデルの伝達性とは抵触しない）。この方向に沿うダイナモの改善が期待される所以である。

本研究で用いられるダイナモは、PC-98XA用に開発されたDYNAMOPⅢである。それが、生命保険経営モデルの作成と分析にどのように役立っているかを、現実の研究作業を通して以下で明らかにしよう。

（3—1）生命保険経営モデル

人口や所得の成長といった外生的要因が作用しないような、実験室的環境のもとにおいて生命保険の動学的特性を検討する。上に述べたように、モデルは細部にいたるまで明瞭な形式で提示されなければならない（この

上げ計算を可能にする原価情報の分析は、生命保険会社のインハウス・スタディに拠るのでないかぎり余りうまくは行かないであろうから、本研究のような立場からの分析においては、この程度で満足しなければならない。ただ、代替的モデルのいずれにおいても産出弾性値の推定値が0とも1とも有意に異なるすべての計測結果において0と1の間の値を示していることは強調されなければなるまい。

以上、生命保険の需要と事業費の予測についての検討から、生命保険経営モデルの作成に役立てることができるような形での関数の特定化を導き出した。これらの実証的妥当性は、次節で展開される生命保険経営のダイナモ方程式モデルの定式化にこれらを導入して得られる結果の、現実との相似性を検討することによって確認される。

3. 生命保険のシステム・ダイナミックス

SD分析を現実問題の検討に適用することの意義は、相互依存関係をもつ要素によって構成されるシステムの時間軸上での変動そのものが、不確定要因と意思決定要因の変化によっていかに影響されるかを観察し、起こり得るシステムの動態を記述するとともに、政策変更による改善の尤度を予想することである。したがって、その利用の目的が経営意思決定の改善にある場合をも含めて、分析自体は純科学的に進められる。

この科学性の要求は、何よりも『論駁される用意をもつこと。』に集約される。「実証性・再現性・匿名性」や「数理的厳密性」はむしろ論駁のための手段であるにすぎない。すなわち、予測を導く分析の要件は、一言で言って『細部にいたるまで明瞭な形式でモデルを人目に晒すこと。』に尽きる⁴⁾。しかし問題が複雑になり構成要素の数が増えると、いきおいモデルは大掛かりなものとなり、人目に晒されたモデルも論駁可能性を確保する相互主観的了解に基づく伝達媒体としては機能し難くなってくる。計算機を利用したシミュレーションが技術的にも経済的にも分析の手段とし

である。ここで年次の係数が約-0.03となっているのは、年々事業費が3%ほど節減されていることを意味し、これを考慮した結果、産出弾性値が0.9007から0.9092へと増加している、すなわち前の例では規模の経済性が実態よりも大きく計測されていたことが分る。容易に確かめられるように、この係数の値も1と較べて有意に小さいことから、図2-3. から類推される規模の経済性は単に見かけだけのものではないということが結論として引き出されよう。

他の要因も加味した代替的事業費モデルとしては以下のものが比較的良好である。すなわち：

- ① $\ln C = 1.08859 + 0.812603 \cdot \ln Y - 0.0452284 \cdot T$
 (8.03185) (70.0211) (-8.03278)
 + 6.93758E-08 · (総資産)
 (8.01783) R² = 0.991959.
- ② $\ln C = 1.36151 + 0.784158 \cdot \ln Y - 0.0419071 \cdot T$
 (10.6133) (69.082) (-8.63405)
 + 4.88329E-09 · (保有契約)
 (10.7199) R² = 0.993855.
- ③ $\ln C = -2.32041 + 0.820611 \cdot \ln Y - 0.0852853 \cdot \ln T$
 (-13.9411) (11.2551) (-2.51988)
 + 0.329164 · ln(登録募集人)
 (4.20667) R² = 0.99227.

ここで、Cは事業費、Yは保険料収入、Tは年次である。

本来、費用関数は、産出を生み出す投入要素の効率の組合せに関する技術的關係（生産関数）に基づき、資源投入の機会費用を積み上げ計算することによって得られる費用スケジュール上の点と、対応する産出の水準とを関係づけたものであって、技術進歩は生産関数を変更することを通して費用関数をソフトさせる。こうした内部的メカニズムをここではすべてブラックボックスとして処理しているので、費用関数として①、②、③のいずれを採用すべきかについて有力な手懸りは何も得られない。費用の積み

3. の散布図の各点を会社別に時間の順番に結んだ折れ線グラフ図2-4を見てみると、規模の増加につれて費用関数が上方にシフトして行く様子を読み取れる。正しくは、時間の経過を加味して、例えば「日本」のある時点の産出規模には「第一」がより遅く到達し、その時点での事業費はより少なく済んでいると解釈すべきであろう。このことは、同じ散布図を時点別に規模の順番に結んだ折れ線、図2-5. によってより明瞭に説明され

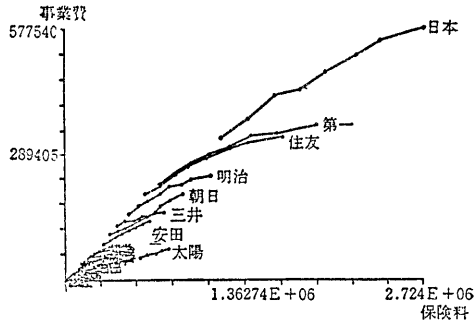


図2-4. 会社別時系列折れ線接続

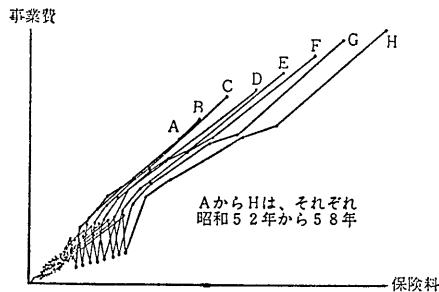


図2-5. 年次別クロスセクション折れ線接続

よう。すなわち、時点別のクロスセクション費用関数は継続的に下方にシフトして行く。この理由は、おそらく、募集技術進歩による労働生産性向上の結果であって、時間の流れに従ってますます多くの新契約をより少ない事業費の支出で稼ぎ出しているのである。

そこで、技術進歩を加味した事業費の回帰を計算すると、例えば次のような費用関数が得られる。すなわち：

$$\ln(\text{事業費}) = -0.2312 + 0.90917 \cdot \ln(\text{保険料収入}) - 0.0298545 \cdot (\text{年次}) \\ (-1.02483) (48.4258) \quad (-2.42975)$$

調整済み重決定係数=93.463% 残差の自由度=165

表 2-9. 新契約の対数の回帰

説明変数	回帰係数	標準誤差	T 値
定数項	+1.219850E-01	0.582412E+00	+2.094480E-01
(M - S) S	+1.489860E-01	0.321749E-01	+4.630520E+00
被保険者価格	-4.781730E-01	0.924307E-01	-5.173320E+00
登録募集人	+7.710720E-01	0.830545E-01	+9.283920E+00
事業費率	-6.165160E-01	0.100158E+00	-6.155450E+00
総資産利益率	+3.738390E-01	0.748903E-01	+4.991820E+00

被説明変数 全体分散 (自由度) 残差分散 (自由度)
 新契約個人 0.235522E+01 (79) 0.181588E-01 (74)

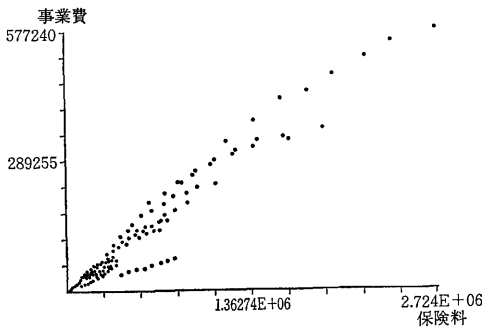
重決定係数 : 0.992778
 重決定係数(自由度調整済): 0.992290

なものと言えない旨を既に指摘してあるが、他の産出指標として余り適当なものも見当たらないので、生命保険の売上である保険料収入をとって、これに対する事業費の回帰を考察してみよう。図 2-3. は全21社の保険料収入と事業費の散布図である。この散布図からは両変数間の正の相関、保険料収入規模に対する事業費の通減的増加傾向が読み取られる。単回帰を求めると、

$$\ln(\text{事業費}) = -0.263386 + 0.900697 \cdot \ln(\text{保険料収入})$$

(-1.14796) (48.1198)

決定係数 = 93.33105% 残差の自由度 = 166



であり、係数の母集団パラメーターを1としたときの t 値は 5.30521 でこの仮説はほぼ 0% の有意水準で棄却されるから、規模に関する費用通減が裏付けられる。

図 2-3. 全21社保険料収入と事業費の散布図

しかしながら、図 2-1

これを用いて被保険者価格 ρ を計算してやると、表 2—6. の結果を得る。

$$t = \text{保有契約} + (\text{新契約} + \text{転換純増} - dS)$$

$$n = \text{保有契約} + (\text{保険料収入} \times t)$$

$$\lambda = \text{利息配当収入} + \text{総資産}$$

この ρ と(3)式で計算される M (表 2—7.) および年央の保有契約 S (表 2—8.) を用い⁸⁾、その他の要因として、事業費率、総資産、登録募集人数、利益率、配当率、消費者物価指数、家計可処分所得、人口、世帯数を取り上げて、変数増加法による重回帰分析を行い、1)変数追加による自由度の減少を調整済み重決定係数の改善が補って余りあるか、2)すべての係数の値が 0 と有意に異なるものであるか、という 2 つの基準により、計算を繰り返して行けば、最終的に次の予測式を得る。すなわち：

$$\begin{aligned} \ln(\text{新契約}) = & 0.121985 + 0.148986 \cdot \ln[(M-S)S] - 0.478173 \cdot \ln \rho \\ & (0.209448) \quad (4.63052) \quad \quad \quad (-5.17332) \\ & + 0.771072 \cdot \ln(\text{登録募集人}) - 0.616516 \cdot \ln(\text{事業費率}) \\ & \quad (9.28392) \quad \quad \quad (-6.15545) \\ & + 0.373839 \cdot \ln(\text{利益率}) \\ & \quad (4.99182) \end{aligned}$$

$$\text{自由度調整済み重決定係数} = 99.229\%$$

である。これは、1)最大保有水準仮説が有意であること、2)最大保有水準への調整要因が正、被保険者価格が負、登録募集人の数が正、事業費率が負、利益率が正の影響を、各々需要におよぼすこと、3)所得要因、物価要因、人口学的要因等は、このモデルとデータに関する限り需要変動の有力な説明を与えないこと(この理由は、一つにはプーリングデータを用いていることによると思われるが、より適切な理由としては、これらの要因は、本来最大保有水準の説明に効いて来る性質のものであろうから、最大保有水準の時系列的変動が現れるようなもっと長い期間にわたる保有契約のデータ収集のもとで論じらるべきテーマであることが指摘されよう)等々を示すものである。

さて、費用関数の横軸にとるべき産出の指標としては新契約は余り適切

表 2-7. Mの推計値

	55	56	57	58	59
第 一	111933000	129864000	148506000	164188000	177838000
千代 田	20220800	23254100	26473400	29584400	32499500
大 正	469283	519674	565293	607103	643001
富 国	12740000	14169600	15581000	17312800	18788100
日 団	4046740	5052630	6084780	7041750	7837760
協 柴	15453200	18628000	21411500	24895400	28641200
日 本	183806000	207453000	233533000	266971000	291899000
朝 日	56125800	59779500	70085600	77063200	84370900
安 田	38418300	40202200	46440700	53036600	61275000
明 治	60272000	69893600	80111800	92148600	100199000
大 同	13603000	15318500	17039300	18853800	20777600
東 京	4650420	5236240	5797870	6289180	6704840
三 井	36744300	41842600	47678100	54155400	61388600
住 友	105297000	120279000	136142000	152771000	162419000
大 和	1135770	1209840	1307400	1400690	1484210
太 陽	6325200	7228680	8075270	8855170	9716470

表 2-8. Sの推計値

	55	56	57	58	59
第 一	54595200	61912100	69847200	76463900	82035100
千代 田	9128560	10251800	11325600	12331900	13338000
大 正	246349	270072	289649	306092	324735
富 国	6859250	7619860	8387750	9222190	10074800
日 団	2760430	3302320	3769490	4132150	4474770
協 柴	10216400	11851700	13567900	15183500	16796900
日 本	90355200	99756500	109301000	119327000	128720000
朝 日	26340900	28981300	31708500	34383700	36950300
安 田	23090000	25307800	27400700	29559000	31610600
明 治	33978900	37550300	41774400	45958200	49496000
大 同	11149800	12582400	13670600	14455300	15285700
東 京	2421160	2653070	2884560	3093300	3300590
三 井	20943100	22999800	25194300	27305500	29436800
住 友	53889900	60877300	67987100	74492800	79970900
大 和	551262	594285	630185	662243	695336
太 陽	3305790	3672400	4111350	4506820	4860960

表 2-5. λ の推計値

	55	56	57	58	59
第 一	0.0684283	0.0697613	0.0701374	0.0694367	0.0711289
千 代	0.0674906	0.0697236	0.0704197	0.0700091	0.0704098
大 正	0.0707713	0.0730504	0.0724995	0.0721337	0.0695249
富 国	0.0701258	0.0703162	0.0709316	0.0701159	0.0692607
日 団	0.0654537	0.0657548	0.0667990	0.0667021	0.0667803
協 栄	0.0603563	0.0627352	0.0642200	0.0650005	0.0651199
日 本	0.0679270	0.0703780	0.0700309	0.0705239	0.0709561
朝 日	0.0667721	0.0681800	0.0689153	0.0680320	0.0682791
安 田	0.0694574	0.0681912	0.0691189	0.0694295	0.0697212
明 治	0.0676233	0.0680428	0.0681322	0.0685393	0.0675532
大 同	0.0644175	0.0664946	0.0665053	0.0667966	0.0676017
東 京	0.0677414	0.0681399	0.0696374	0.0707304	0.0696747
三 井	0.0639517	0.0656255	0.0669279	0.0675265	0.0661474
住 友	0.0716711	0.0713749	0.0720688	0.0713330	0.0707971
大 和	0.0728124	0.0831876	0.0817753	0.0837913	0.0767584
太 陽	0.0678316	0.0703375	0.0707583	0.0716308	0.0707455

表 2-6. ρ の推計値

	55	56	57	58	59
第 一	0.0047260	0.0052909	0.0053544	0.0053316	0.0068863
千 代	0.0075660	0.0070746	0.0071202	0.0068368	0.0069914
大 正	0.0177885	0.0167982	0.0165659	0.0169991	0.0175370
富 国	0.0055133	0.0059994	0.0066604	0.0065551	0.0070351
日 団	0.0143669	0.0152027	0.0133864	0.0143913	0.0152006
協 栄	0.0048993	0.0073628	0.0049062	0.0046739	0.0046821
日 本	0.0059357	0.0060294	0.0065700	0.0062472	0.0063154
朝 日	0.0073940	0.0075239	0.0072868	0.0067858	0.0068511
安 田	0.0056851	0.0060392	0.0064500	0.0061785	0.0061452
明 治	0.0052673	0.0051993	0.0054687	0.0050757	0.0053740
大 同	0.0096727	0.0101470	0.0069634	0.0059054	0.0062199
東 京	0.0084633	0.0085379	0.0069631	0.0073609	0.0077490
三 井	0.0054498	0.0053992	0.0056770	0.0056682	0.0055272
住 友	0.0047375	0.0045884	0.0049695	0.0045892	0.0054617
大 和	0.0082585	0.0094948	0.0099582	0.0098997	0.0095029
太 陽	0.0284284	0.0280759	0.0282038	0.0268881	0.0278448

表2-3. t の推計値

	55	56	57	58	59
第 一	8.0512	8.9394	8.8839	8.4266	9.8170
千代 田	9.8614	8.9283	9.0282	8.6618	8.4966
大 正	6.2079	5.6951	5.6326	5.7635	5.9880
富 国	8.4401	9.1943	10.1265	9.9063	10.0093
日 団	9.5730	10.6493	9.1688	9.5945	9.3414
協 榮	10.0496	16.1534	9.4145	8.5685	8.1573
日 本	10.6165	10.3308	11.1803	10.4832	9.8265
朝 日	12.2476	11.1923	11.1709	10.0726	9.6521
安 田	10.5694	9.9114	10.3192	9.5529	9.4650
明 治	8.5280	8.4862	8.8640	8.1569	8.1021
大 同	26.4331	26.1565	14.5898	11.3164	11.1239
東 京	9.2855	9.3952	7.3210	7.5900	7.7425
三 井	8.0697	7.6421	7.8368	7.7254	7.4527
住 友	9.0905	8.6234	8.9505	7.9736	8.6097
大 和	8.3479	8.1830	8.4115	7.8597	7.6943
太 陽	5.4940	5.3732	5.3933	5.1087	5.3876

表2-4. n の推計値

	55	56	57	58	59
第 一	6.5781300	5.9118100	5.8737600	5.8803300	4.5683300
千代 田	3.9689800	4.4197800	4.4245800	4.6057100	4.5363600
大 正	1.8440600	2.0240200	2.0397000	1.9751000	1.8450900
富 国	5.7359700	5.2331400	4.6928200	4.7339600	4.3582400
日 団	2.0415900	1.9122500	2.2419200	2.0719400	1.9697200
協 榮	5.5407500	3.5527500	5.8892700	6.3113600	6.3413600
日 本	5.0401100	5.1352100	4.6411500	4.9552300	4.9701300
朝 日	3.9065900	3.9601500	4.1279600	4.4447300	4.4396800
安 田	5.3679100	5.0145800	4.7264500	5.0020800	5.0533500
明 治	5.8055600	5.9172100	5.6060600	6.1258100	5.7137200
大 同	2.4275900	2.3714400	4.0149300	4.9497700	4.7595200
東 京	3.5852500	3.5675500	4.5774200	4.3766300	4.0934600
三 井	5.3649600	5.5715200	5.3816700	5.4410500	5.4941600
住 友	6.7485700	6.9849000	6.4768700	7.0389700	5.8268100
大 和	3.9644900	3.8875100	3.6389000	3.7708300	3.6434300
太 陽	1.1191000	1.1739100	1.1748200	1.2509600	1.1898500

ことが分かる。すなわち：

$$\ln M = -0.108633 - 0.869437 \cdot \ln(\text{保険料率}) + 1.00192 \cdot \ln(\text{総資産}) \\ (-0.23122) (-10.5856) \quad (26.4187) \\ (3)$$

自由度調整済み重決定係数=98.787%

である。これが上で除外した4社に加えてさらに「西武」も除いた16点のサンプルによるクロスセクション・データに対する最小二乗法の適用結果であることを考えれば、決定係数の高さ、保険料率弾性値の符号の適格性、および、 t 値の大きさから言って、最大保有水準の予測式として(3)を利用しても差し支えないと看做し得る。

この式を利用した需要関数計測の次のステップは、(3)による最大保有水準の値が残差なしで与えられるものとしたときの、新契約の保有水準調整モーメント： $(M-S)S$ に対する回帰（需要予測式）を計算することである。

生命保険の需要は、

新契約= $f(M-S)S$, 保険価格要因, その他の要因

という関数になると考えられるが、 M の推定で用いた保険料率は前節で触れた商品構成の違いを反映して、貯蓄性の高い構成の会社では高く保障性の高い会社では低く計算される結果、需要の価格弾力性を指数に戴く効率性を反映した価格指標としては適切なものと言えない。そこで次のようにして生命保険の被保険者価格 ρ を計算する。すなわち：

$$\rho = \text{保険料率} - \lambda / [(e^{\lambda t} - 1) \cdot n].$$

ここで、 λ は保険会社の収益率、 e は自然対数の底、 t は平均加入期間、 n は死亡保険金倍率である。すなわち、死亡保険金1円で t 年満期の保険を購入するには、加入期間中に期待利子率 λ で $1/n$ 円の満期保険金を積み立てなければならず、被保険者はこれを満期時に受け取ることになるから、保険料率の内に占めるこの部分は保険サービスに対する対価としての価格からは控除されていなければならない。各社の t 、 n 、 λ を次式で推計し、

表 2 - 1. 各社最大保有水準の計算結果

会 社 名	定数項 t 値	回帰係数 t 値	決定係数	最大保有水準
1 第 一	+1.0930E+01	-6.4860E+00	0.8938	106950000
2 千代田	+8.7239E+00	-3.7847E+00	0.7413	24165100
3 大 正	+9.1359E+00	-5.8133E+00	0.8711	422731
4 富 国	+9.2245E+00	-5.1929E+00	0.8436	13879200
5 日 団	+2.4065E+01	-1.5352E+01	0.9792	5262010
6 協 栄	+1.2046E+01	-5.8211E+00	0.8714	25714000
7 日 本	+1.0397E+01	-6.3750E+00	0.8905	165810000
8 朝 日	+1.1913E+01	-6.9495E+00	0.9062	50629900
9 安 田	+1.2978E+01	-8.0012E+00	0.9276	41399600
10 明 治	+8.3296E+00	-4.5807E+00	0.8076	70592300
11 大 同	+9.1182E+00	-6.3753E+00	0.8905	17702800
12 東 京	+8.8030E+00	-4.6460E+00	0.8119	5101660
13 三 井	+1.0084E+01	-5.4662E+00	0.8567	43312000
14 日 産	-6.3688E-01	+1.0734E+00	0.1873	1555220
15 住 友	+1.3186E+01	-8.276.E+00	0.9320	100340000
16 第 百	+5.7053E+00	-2.4888E+00	0.5533	9857250
17 大 和	+1.4245E+01	-9.8596E+00	0.9511	854565
18 平 和	+6.5238E-01	-6.3208E-01	0.0740	1415470
19 東 邦	+3.1403E+00	-2.3561E+00	0.5261	10172600
20 太 陽	+7.8819E+00	-3.9078E+00	0.7533	7730600
21 西 武	+1.2919E+01	-6.4965E+00	0.8941	1083550

表 2 - 2. 最大保有水準の対数の回帰

説明変数	回 帰 係 数	標 準 誤 差	T 値
定 数 項	-1.086330E-01	0.486878E+00	-2.231220E-01
保 險 料 率	-8.694370E-01	0.821338E-01	-1.058560E+01
総 資 産	+1.001920E+00	0.379246E-01	+2.641870E+01

被説明変数 全体分散 (自由度) 残差分散 (自由度)
 最大保有水準 0.286120E+01 (15) 0.347055E-01 (13)
 重決定係数 :0.989488
 重決定係数(自由度調整済):0.987870

義される。すなわち：

$$dS/S \equiv (\text{期末保有契約} \\ - \text{一期首保有契約})/S \\ S \equiv (\text{期末保有契約} \\ + \text{一期首保有契約})/2$$

である。この右下がりの理由は、それが線形であれば、各社の保有契約の

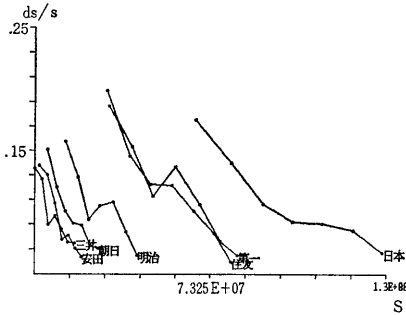


図 2—2. 保有契約とその増加率（上位7社）

変化率が各々ある最大水準に向けての増加余地と保有契約そのものに比例することに求められるから、単回帰モデル：

$$dS/S = a - bS + \varepsilon \quad (1)$$

の推定値 a 、 b を用いて、

$$M = a/b \quad (2)$$

としてやれば、ロジスティック曲線の微分方程式：

$$dS/dt = b(M - S)S$$

の $dt=1$ とした定差方程式近似が得られる。この考え方を生命保険21社のそれぞれに適用した結果を表 2—1. に示した。

各社の dS/S の S に対する回帰を計算した結果、回帰式が有意でありかつ回帰係数が有意に 0 と異なるのは、「日産」、「第百」、「平和」、「東邦」を除く17社であり、最大保有水準の推定値は「日本」が最も大きく 165.8 兆円、「大正」が最も小さく 4,227 億円程度であり、他の会社の最大保有水準もほぼ現在の規模を反映した値におさまっている。この最大保有水準の差異が何によってもたらされるかを、保険料率（保険料収入／保有契約）、事業費率（事業費／保険料収入）、利益率（剰余金／総資産）、配当率（支払配当金／支払保険金）、および、総資産、登録募集人数等で説明するために、重回帰分析を繰り返し適用すると、次式が比較的良好な当てはまりを示している

ことは、保有契約の中身における商品構成が上位7社では比較的等質的であるのに対し、その他14社の中には保障性と貯蓄性という生命保険の2つの性格の濃淡を明瞭に異にするものが含まれていることの顕れであろう。また、最大規模の「日本」から最小規模の「西武」まで両軸ともレンジが非常に広く、制限された競争のもとで価格に対し非弾力的な需要を分かち合う線分化された市場の形成を感知させる。

このことは、需要者にとっての生命保険の価格が、死亡率、短期/長期の収益率、時間選好率、保険料率、付加保険料率、期待配当率といった合理的計算を経なければ獲得し得ない情報に依存し、この情報開示に対する各種制約が、消費者の需要スケジュールを不明瞭に留め置く装置として有効に機能する結果でもある。たとえば、各社の年々の個人保険新契約の実績を横軸にその年に支払った事業費を縦軸にとって、前と同様のグラフを描いてみると、図1-3.

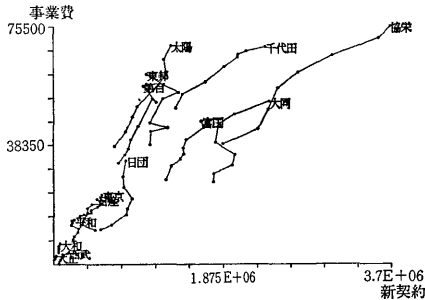


図1-3. 新契約(個人)と事業費(上位7社を除く14社)

に見られるように産出規模の比較的小さい範囲では概ね上に凸の、図1-4. のように比較的大きい範囲では下に凸の『総費用関数』が得られる。もしこれが正しく産出=費用関係を表すものであ

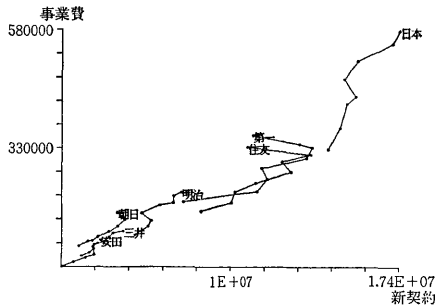


図1-4. 新契約(個人)と事業費(上位7社)

1. 予備的考察

わが国の生命保険産業は、国民所得の増加にともないその規模を拡大してきた。生命保険は、個人の死亡危険による所得不確実性を回避し国民の生涯稼得の一部を確定資産化する唯一の手段であるとともに、継時的に発生する所得の流れを貯溜し資産形成を図るという他の金融商品と競合する代替手段でもある、いわゆる養老保険を中心として、20社あまりの生命保険会社と1つの公企業により主として販売されている¹⁾。

図1-1. と1-2. は、生命保険会社21社の規模を図に表したもので

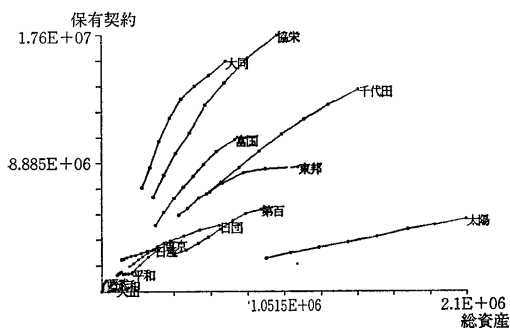


図1-1. 総資産と保有契約（上位7社を除く14社）

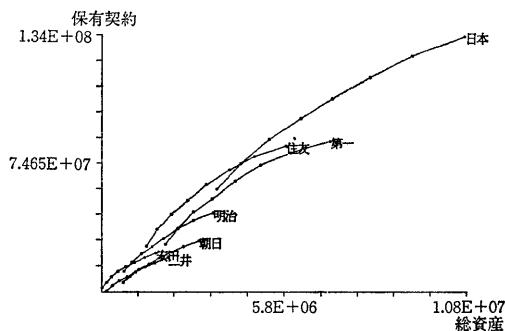


図1-2. 総資産と保有契約（上位7社）

ある。横軸は総資産、縦軸は個人保険保有契約高で、単位はいずれも百万円（すなわち図1-1. の縦軸最大値1.76E+07は17600000百万円=17.6兆円）である。各社ごとの折れ線は、昭和52年度から59年度までの8個の実績点を結んだものである（すなわちサンプルサイズ168のデータが要約されている²⁾）。

2つの図を見比べてみると、上位7社は1本の回帰直線に載るように見えるのに対し、他の14社は左上から右下へとかなりちらばっている。この

生命保険の動態について

小林 秀 徳

はじめに

生命保険の需要と供給を動学的見地から体系的に分析する作業は、1)生命保険会社の経営を計画する主体にとっても、2)生命保険産業を規制し指導する公的機関にとっても、また3)生命保険供給の一翼を担う公企業にとっても、政策関連情報の必需的生産における重要な前提課題である。一般に、分析対象となるシステムの動態についての研究は、微分方程式モデルによる連続分析か定差方程式モデルによる期間分析を用いて展開されるものであるが、前者はモデルの操作性において優れ後者は定式化におけるモデルの伝達性において優れている。両者の中間的変種であるダイナモ方程式モデルによるSD分析は、解のもつ一般性を犠牲にすることによってこの両者のメリットを包含した。一般性における犠牲はある場合には致命的欠陥ともなるが、しかし、応答性能の飛躍的に増進されたダイナモの利用可能性はこの弱点を補って余りある。小論は、この点の解説をも含めて展開される。したがってそれは『生命保険の動態』についての体系的記述であるとともに、生命保険にSD分析を適用して得られる結果とその政策的インプリケーションとを検討するという作業を一分析事例とする手法改良のための実験報告でもある。

以下に掲げるさまざまな図は、すべて PC-98XA 用ダイナモ DYNAMOⅢ の出力画面のハードコピーであり、印刷上の手は一切加えられていない。