保険更新システムに関する価格設定について

篠原 拓也

概要

現在、日本で行われている生命保険の更新制度では、更新後保険料が保証されていない。一方、米国では、保険会社と保険契約者との間で「最大保険料」が定められていて、更新後保険料の最大値が約定されていることがしばしば見られる。この場合の更新では、「最大保険料」を設定することに対する対価が保険契約者から保険会社に支払われるべきであろう。この稿では、この対価相当額を「更新権価格」としてプライシングするとともに、その特徴をまとめていくこととする。

1．はじめに
2．更新権の価格設定
3．現契約期間の死亡率変動
4．更新権価格の特徴
5．更新権の保険数理上の検討点
6．更新権の価格設定の意義
7．予定死亡率の保証
8．おわりに

1．はじめに

現在、日本の多くの生命保険会社では定期保険等の有期の保険契約に、更新システムを導入している。これは、現在加入している保険契約が満期を迎えると、保険会社と保険契約者の間で保険契約を締結し直す制度である。従来の更新制度では、契約締結時に募集文書上で提示する更新後保険料が保証されておらず、更新期に、その時の死亡率水準によって更新後保険料が設定されるため、保険契約者にとって、実際に更新期を迎えるまで更新後保険料がどのくらい引き上げられるか全くわからないという問題がある。

目を米国の保険市場に転じると、そこにも保険の更新(renewal)制度はあるものの、契約締結時に保険会社と保険契約者との間であらかじめ「最大保険料」が定められていて、更新後の保険料の最大値が契約締結時に約定されていることがしばしば見られる。この場合の更新については、「最大保険料」を設定している分だけ、会社が死亡率悪化リスクをとっていることになるため、これに対して、保険契約者から保険会社になんらかの対価が支払われてしかるべきと考えられる。

この稿では、この対価に相当する金額を「更新権価格」としてプライシングし、その特徴をまとめていくことを目的とする。なお、本来、更新権価格を設定する際の死亡率の変動には、

①群団平均死亡率そのものの変動と、

②各契約の被保険者の死亡確率の変動

の２つがあり、その２つの要素をともに加味すべきであるが、この稿では、①の変動に焦点を当てて議論を進めていくこととし、最終的には、予定死亡率を保証するために必要となる保証料について検討を行なうこととしたい。

2．更新権の価格設定

この節では、更新権の価格設定の算式を導く。算式の導出の基本的な考え方は、２項モデル（＊１）によるオプション価格理論に範をとっている。すなわち、通常の株式のオ

プション理論においては、ある１期間後に株価が上昇するか、もしくは下落するかの２つの状態を想定し、それをn期間連続させ、n期間後の2^n個の状態のそれぞれについて、その状態の発生確率と（株価－行使価格）の金額（負値の場合は０）とをもとにオプション価格を設定していく。有名な Black=Scholes の価格算式は、この２項モデルの期間の取り方を微小にしていった場合の極限として与えられる。一方、今回の更新権の価格設定にあたっては、権利の対象となる価格が株価から更新価格、すなわち更新後の保険料計算に用いる予定死亡率に替わる。それとともに、ある１期間後に、その予定死亡率が上昇するか、下落するかの他に、現契約が保険事故の発生により消滅してしまい更新を迎えないという事象を加味する必要が生じる。このことが更新権価格設定の大きな特徴である。

（１）記号

本稿で用いる記号はつぎのとおりである。オプション理論との対比を鮮明にするために、各記号に更新権価格理論とオプション理論のそれぞれの意味での定義を dual に与えることとし、括弧内にオプション理論での定義を記すことにする。なお、以後、本稿の中では文脈に応じて各記号の２つの定義を使い分けていくこととする。

K：更新後契約の最大保険料の設定に用いる予定死亡率。なお定期保険を考える場合には更新契約の最大純保険料と考えてもよい。（行使価格）

S：更新権契約の契約時における更新後契約の予定死亡率。定期保険を考える場合には更新後契約の純保険料と考えてもよい。（オプションの契約時における株価）

r：１＋（１期間あたりの安全資産の利回り）

u：１＋（１期間後に更新後契約の予定死亡率（株価）が上昇する場合の上昇率）

d：１＋（１期間後に更新後契約の予定死亡率（株価）が下落する場合の下落率）

q：現契約の１期間における保険事故発生率（消滅率）で更新権価格理論に特有のもの。年齢要素を加味する場合、q_x（xは年齢）などと表記する。

$[\ \ ]_+$：$[\ \ ]$内が正値のときはその値、負値のときは０を表す記号

なお、後述する数値計算にあたっては、更新権契約の純保険料をいくら割り増すべきかを見るために、$S=1$、$K=$最大保証割増率として計算を行なう。

（2） 2項モデルによる更新権価格算式の導出

①1期間モデル

ある1期間における死亡率の動向として、上昇と下落が考えられるが、これらはいずれも、現契約の継続が前提となる。そこで、現契約が継続する前提での上昇確率をpとおくと、下落確率は$(1-p)$となる。

この更新権価格の期待値は、安全資産の利回りと等しいと置く（＊2）ことにより、

$$(1-q)pu+(1-q)(1-p)d=r$$

これを解いて、

$$p=\frac{\dfrac{r}{1-q}-d}{u-d}$$

このpがいわゆるリスク中立確率となっている。このとき、求める更新権価格Cは、

$$C=r^{-1}\left\{(1-q)p[uS-K]_{+}+(1-q)(1-p)[dS-K]_{+}\right\}$$

$$=\left(\frac{r}{1-q}\right)^{-1}\left\{\frac{\dfrac{r}{1-q}-d}{u-d}[uS-K]_{+}+\frac{u-\dfrac{r}{1-q}}{u-d}[dS-K]_{+}\right\}$$

となる。

②2期間モデル

1期間モデルと同様に更新権価格の算式を導出する。更新権価格の期待値は、安全資産の利回りと等しいとして、

$$(1-q)^2p^2u^2+2(1-q)^2p(1-p)ud+(1-q)^2(1-p)^2d^2=r^2$$

これを解くと1期間モデルと同じリスク中立確率が得られる。これにより、更新権価格は、

$$C=\left(\frac{r}{1-q}\right)^{-2}\left\{\left(\frac{\frac{r}{1-q}-d}{u-d}\right)^{2}\left[u^{2}S-K\right]_{+}+2\left(\frac{\frac{r}{1-q}-d}{u-d}\right)\left(\frac{u-\frac{r}{1-q}}{u-d}\right)\left[udS-K\right]_{+}\right.$$

$$\left.+\left(\frac{u-\frac{r}{1-q}}{u-d}\right)^{2}\left[d^{2}S-K\right]_{+}\right\}$$

となる。

③n 期間モデル

2 期間モデルにおけるのと同様、リスク中立確率は、1 期間モデルで得られた p と同じになる。従って、更新権価格は

$$C=\left(\frac{r}{1-q}\right)^{-n}\sum_{j=0}^{n}{}_{n}C_{j}\left(\frac{\frac{r}{1-q}-d}{u-d}\right)^{j}\left(\frac{u-\frac{r}{1-q}}{u-d}\right)^{n-j}\left[u^{j}d^{n-j}S-K\right]_{+}$$

となる。

q は保険契約が更新するまでの期間の死亡率である。現行の保険価格計算では、通常、予定死亡率を性別・年齢別に設定しており、これと平仄をあわせるために、q に性別・年齢要素を持たせることが望ましい。そこで、実際には、

$$C=\left(\frac{r}{1-q_{x}}\right)^{-1}\left(\frac{r}{1-q_{x+1}}\right)^{-1}\cdots\left(\frac{r}{1-q_{x+n-1}}\right)^{-1}$$

$$\times\sum_{j=0}^{n}\underset{*=x\sim x+n-1}{CON}\left\{\left(\frac{\frac{r}{1-q_{*}}-d}{u-d}\right)^{j}\left(\frac{u-\frac{r}{1-q_{*}}}{u-d}\right)^{n-j}\right\}\left[u^{j}d^{n-j}S-K\right]_{+}$$

となる。ここで、「$\underset{*=x\sim x+n-1}{CON}\{\bullet\}$」の部分は $x\sim x+n-1$ の各年齢を各＊に代入した場合の全ての組み合わせを取り、その和を与える関数とする。

3．現契約期間の死亡率変動

２．で求めた更新権価格は、現契約の死亡率qと更新後契約の死亡率Sとが無関係で、互いに影響を及ぼさない前提となっている。だが実際には、ある年齢を境にそれ以上の年齢の死亡率だけが変動し、それ以下の年齢の死亡率は全く変動しないということは想定しがたい。そこで、この節では、死亡率変動が現契約・更新後契約の各年齢の死亡率に一様に影響を与えるとした場合の更新権価格の計算式を求めることとしたい。

２項モデルでの更新権価格の算式は、n期間後の2^n個の状態のそれぞれについて、その状態での更新権の価値$\left[u^j d^{n-j} S - K\right]_+$をその状態に至るまでの途中の死亡率の変動を加味した利率$\dfrac{r}{1-q^*}$（q^*は死亡率変動を加味した各年齢の死亡率）で割り引いたもののリスク中立確率による期待値となる。いま、uとdからなるn個の要素をもつベクトルによって、第j要素がu（もしくはd）ならば第j期間が上昇（下落）として、2^n個の死亡率変動シナリオを表すことにする。

また、記述の簡素化を図るためにつぎの２つの記号を導入する。

$$\prod_{(i_1,i_2,\cdots,i_{n-1},i_n)}\left(\frac{r}{1-q^*}\right)^{-1}=\left(\frac{r}{1-i_1q_x}\right)^{-1}\left(\frac{r}{1-i_1i_2q_{x+1}}\right)^{-1}\cdots\left(\frac{r}{1-i_1i_2\cdots i_{n-1}q_{x+n-2}}\right)^{-1}\left(\frac{r}{1-i_1i_2\cdots i_{n-1}i_nq_{x+n-1}}\right)^{-1}$$

$$\prod_{(i_1,i_2,\cdots,i_{n-1},i_n)}(u,d,r)=\prod_{j=1}^{n}(UD)_{i_j}$$

ここに、$(UD)_{i_j}=\dfrac{\dfrac{r}{1-q_{x+j-1}}-d}{u-d}$　（$i_j=u$のとき）

$=\dfrac{u-\dfrac{r}{1-q_{x+j-1}}}{u-d}$　（$i_j=d$のとき）

すると、更新権価格は

$(d,d,\cdots,d,d)$，$(u,d,\cdots,d,d)$，$(d,u,\cdots,d,d)$，…，$(d,u,\cdots,u,u)$，$(u,u,\cdots,u,u)$

の各死亡率変動シナリオごとの価格を足しあわせることにより、

$$C=\prod_{(d,d,\cdots,d,d)}\left(\frac{r}{1-q^*}\right)^{-1}\times\prod_{(d,d,\cdots,d,d)}(u,d,r)\times\left[d^nS-K\right]_+$$

$$+\prod_{(u,d,\cdots,d,d)}\left(\frac{r}{1-q^*}\right)^{-1}\times\prod_{(u,d,\cdots,d,d)}(u,d,r)\times\left[ud^{n-1}S-K\right]_+$$

$$+\prod_{(d,u,\cdots,d,d)}\left(\frac{r}{1-q^*}\right)^{-1}\times\prod_{(d,u,\cdots,d,d)}(u,d,r)\times\left[ud^{n-1}S-K\right]_+$$

$$+\cdots$$

$$+\prod_{(d,u,\cdots,u,u)}\left(\frac{r}{1-q^*}\right)^{-1}\times\prod_{(d,u,\cdots,u,u)}(u,d,r)\times\left[u^{n-1}dS-K\right]_+$$

$$+\prod_{(u,u,\cdots,u,u)}\left(\frac{r}{1-q^*}\right)^{-1}\times\prod_{(u,u,\cdots,u,u)}(u,d,r)\times\left[u^nS-K\right]_+$$

となる。

このように、死亡率変動が現契約・更新後契約の各年齢の死亡率に一様に影響を与えるとの前提を置いた場合、前節までの前提に比べて、更新権価格は若干小さくなる。

例えば、後述する数値計算における「基準モデル」の場合、現契約期間の死亡率変動を加味しなければ$C=6.81\%$なのに対して、現契約期間の死亡率の変動を加味すると$C=6.79\%$となる。

一般に、死亡率が上昇する死亡率変動シナリオでは$[\ ]_+$の値が正となる一方、死亡率が下落する死亡率変動シナリオでは$[\ ]_+$の中が負値となり$[\ ]_+$の値が0となる。従って、それぞれの$[\ ]_+$の値を各シナリオの死亡率で割り引いた場合、$[\ ]_+$の値が0となっている死亡率下落シナリオは更新権価格になんら影響を与えない一方で、死亡率上昇シナリオは更新権価格に影響を与える。この死亡率上昇シナリオでは、割引に死亡率変動を加味する場合、より大きな割引がなされることとなるため、前節までの現契約期間の死亡率変動を加味しない場合に比べて更新権価格が小さく見積もられるのである。

4．更新権価格の特徴

この節では、数値計算を通して、更新権価格の特徴を明らかにしていく。計算は前節で導いた２項モデルによる価格算式を用いることとする。更新権価格を決定づける要素にはK、S、r、u、d、nおよびqがある。それぞれの要素の変化が更新権価格Cにど

のような変化をもたらすのかを数値計算により明らかにし、更新権価格の特徴を見ていくこととする（末尾の図と併せてご覧いただきたい）。

なお、「基準モデル」を、

$K=1.2$、$S=1$、$r=1.02$、$u=1.05$、$d=1/1.05$、$n=10$、

$q=$標準生命表粗死亡率、男性 30 歳加入

とおき、このモデルから各要素を変動させている。

(1) K の変化が更新権価格 C に与える影響

K は最大保険料を設定するための予定死亡率であるから、小さいほど C は大きくなる。図 1 を見てわかるとおり、K の減少とともに C の値は急速に増加する。

(2) S の変化が更新権価格 C に与える影響

Ｓは更新権契約締結時の更新死亡率であり、C は S に比例する。

(3) r の変化が更新権価格 C に与える影響

r が大きくなると、C に対してつぎの２つの影響が生じる。

①現価率 $\left(\frac{r}{1-q^{*}}\right)^{-1}$ が小さくなり、C が小さくなる。

②リスク中立確率 $p=\dfrac{\dfrac{r}{1-q^{*}}-d}{u-d}$ が大きくなり、死亡変動シナリオのうち、より死亡率が上昇するシナリオでリスクが中立となることにより、C が大きくなる。

このうち、①よりも②の方の影響が大きいために、C は r の増加関数となっている。

「基準モデル」をもとに、数値例でこの様子を見ると下表のとおりである。

r2 ＼ r1	1.02	1.03
1.02	6.79%	6.16%
1.03	13.82%	12.54%

※現価率に用いる r を r1、リスク中立確率に用いる r を r2 としている。

r と C の関係については、図 2 に示すとおりである。

(4) u と d の変化が更新権価格 C に与える影響

d を u と連動させるよう $d = 1/u$ とおく。このとき、u の値が大きいほど C の値も大きくなる。これは、u の値が1期間あたりの死亡率の変動を表しており、これが大きいほど死亡率の変動すなわちブレが大きくなることによる。（図3参照）

なお、$d = 1/u$ の関係をはずし、u と d が自由に動く場合の C の値を3次元で示したものが図4である。この図4で、中央の線を $(u-1)$ の方向から見たものが図3となる。これを見てわかるように、C に与える影響は u の上昇の方が d の下落よりも大きい。

(5)更新するまでの期間 n の長さと更新権価格 C の関係

更新するまでの期間 n が大きければそれだけ死亡率の変動が大きくなり得る（いわゆるボラティリティーの増加）ため、更新権価格 C は大きくなる。この関係を示しているのが図5である。この図の例では、10年更新の場合 $C = 6.79\%$、15年更新の場合 $C = 14.48\%$ となり、更新権価格が2倍以上も異なる結果となっている。

(6)更新権の締結時年齢 x が更新権価格 C に与える影響

C は q_x の増加関数ではあるが、若齢では q_x が C に与える影響は小さい。一方、高齢契約の場合、q_x の影響力は強くなる。q_x の増加は、r の増加と同様の影響を与える。男性・女性のそれぞれの契約で、更新権契約の締結時年齢を20歳～60歳にとったときの、それぞれの C への影響を示したものが図6である。

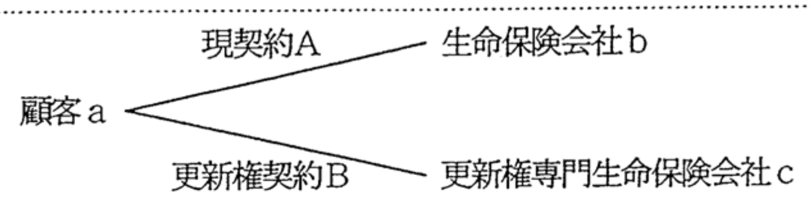
5．更新権の保険数理上の検討点

この節では、更新権の生命保険としての側面に焦点をあてて、検討すべき点を抽出し、これに考察を加えていくこととしたい。

(1)更新権には生命保険性があるか？

最初の検討点として、更新権は生命保険なのかどうかが挙げられる。これは、更新権は生命保険会社が取扱うことのできる商品たり得るかという点で本質的な問題である。更新権は現契約が満了して更新期を迎えてこそ意味をなし、被保険者の死亡などにより現契約が中途で消滅してしまうと無価値となる。そのため、前節までに述べた更新権の価格算式を見ると、更新時までの現契約の保険事故発生率を加味した割引が行われるもの

となっている。すなわち、更新時までに被保険者が死亡もしくは高度障害状態に陥ると現契約が消滅し当然に更新権も消滅する。従って、更新権は一種の生存保険として、商法第673条の「当事者の一方が相手方又は第三者の生死に関し一定の金額を支払うべきことを約し相手方がこれにその報酬を与えることを約する契約」に該当するため、生命保険として扱うことが適当と考えられる。これにより更新権は、現契約に付随する契約として扱うだけではなく、それ自体で１つの生命保険契約として現契約とは別に扱うことも可能となる。例えば、更新権ばかりを扱う更新権専門生命保険会社というものも考えることができる。これは顧客aと既存生命保険会社bの間でなされている現契約に対して、aと更新権専門会社cの間で新たに契約を締結することによる。aとbの間では「更新権無料かつ更新時保険料の上限がない」ものとして更新権が設定されているが、新たにaとcの間で「最大保険料を設定しbが最大保険料を超えて更新後保険料を設定した場合、cはaにその更新後保険料と最大保険料の差額を給付し、一方でその対価として、aはcに更新権価格を支払う」という契約を締結する。



現契約Aの約定内容　　：更新権は無料だが、更新時保険料の上限がない（無制限）。

更新権契約Bの約定内容：最大保険料を設定し、bが最大保険料を超えて更新後保険料を設定した場合、cはaに、その更新後保険料と最大保険料の差額を給付する。一方、その対価として、aはcに更新権価格を支払う。

(2)更新権価格の基礎率には何を用いるべきか？

更新権価格の算式中に現れる基礎率には、S、K、u、d、qおよびrがある。それぞれの設定について、検討点を見ていきたい。

①現契約締結時の更新契約死亡率S

S 自体は現契約の締結時期に、更新を迎える他の契約に適用される更新後死亡率であり原則として一意に定まるが、実務的には死亡率にどのように安全割増を含めるのかが検討点となる。また、更新後保険料が複数設定されていて更新時の被保険者の健康状態等によりその中から１つが適用されるような場合にどの更新後保険料を加味すべきかも検討点として挙げられる。

[死亡率に安全割増を含めるか]

更新後保険料に用いる予定死亡率には安全割増を含めなくてはならない。問題は S 自体に安全割増を含めたままでこれが変動するものとして更新権価格を定めるべきか、それとも、S には安全割増を含めず粗死亡率が変動するものとして更新権価格を定め、最後にこれに安全割増を行なうべきかという点である。前者をとると、安全割増の水準が死亡率の変動により増減することになる。例えば、死亡率が１割増すと安全割増も１割増す。これは、適切な安全割増設定ができなくなっていることを意味する。現契約の契約数と更新権の契約数が著しく異なるような場合、同じ２σの安全割増でもその水準は異なるべきである。従って、安全割増の方法としては、後者が採用されるべきと考えられる。

[更新後保険料が複数設定されていて更新時の被保険者の健康状態等によりその中から１つが適用されるような場合にどの更新後保険料を加味すべきか]

これについては、一番高い更新後保険料を加味するというのと、各更新後保険料を適用契約数（もしくは適用保険金額等）の比で按分したものを加味するという２つの考え方があり得る。一番高い保険料を加味するとした場合、更新する全ての契約にその一番高い保険料を適用する訳ではないことを考えれば、S を高く見積り過ぎていると言える。ただ、この方法は将来の死亡動向が最も悪化する場合を想定しているものと言え、更新権販売による負債の最大値を見積ろうとする場合には有効であろう。一方、各更新後保険料を適用契約数の比で按分したものを加味するという方法は S の設定としては適切であるが、現在販売する現契約が更新を迎えたときに、現在と同じ契約数比で各更新後

保険料が適用されるという保証はなく、その点について、更新権を販売する会社はなんらかの別のリスク回避手段をとる必要があると考えられる。

②最大保険料K

最大保険料の設定にあたって留意すべき点は安全資産に投資した場合に得られる終価とのバランスである。すなわち、K/Sはr^nを上回る水準とすべきか、下回る水準とすべきかである。r^nを上回る水準とする場合は、r^nを超える死亡率上昇の際にはじめて更新権が意味をなすことになり、更新権の価値は小さく見積られる。この場合、更新権販売会社が獲得する更新権価格は小さいが、その代わりに小さなリスクを負うことで足りる。r^nを下回る水準とする場合はちょうど逆の形となる。保険会社が健全な経営を目指すという観点からは、むやみにKの値を低く設定することは問題である。

③１期間における死亡率上昇uおよび下落d

統計値等のデータをもとに平均変動率を計算してuおよびdを設定することが基本的な手法と考えられるが、保険給付対象の発生率の変動が不規則な場合、uおよびdを確率変数とみてそれぞれの期間のuおよびdをランダムに複数シナリオ設定し、その平均値（もしくは中央値）としてCを算定するということも考えられる。更に数十年に一度発生するような巨大リスク（例えば大規模地震）等を加味するためにそのような突然の大変動をuのランダム設定に織り込んでいくことも考えられるが、その場合はこのような通常の予測を超える保険リスクに備えるための準備金である危険準備金との関係について、考え方の整理をする必要もあろう。

uとdの設定にはそれぞれの水準とともに、その間の関係にも留意すべきである。保険給付の対象とする保険事故発生率のトレンドが一定で将来増加するか減少するか不明な場合は$d=1/u$とするのが妥当であるが、既に何らかの統計値や経験値などにより、例えばそれが増加トレンドにあるといった情報を得ている場合、$d>1/u$と設定し、２項モデルの発生率変動そのものに増加トレンドを反映させることも考えられる。

④現契約期間の死亡率q

qの設定にあたっては、qに安全割増を行なうべきか否かが問題となる。先にも述べたように、更新権価格Cはqの増加関数であり、qを大きく見積れば見積るほど更新権価格は大きくなる。 従って、会社の健全性を高めるという観点からは、qに安全割増を行なうことが考えられるが、更新権価格の設定上、qは$\frac{r}{1-q^{*}}$の形で用いられるため、⑤のrについてなされる安全性確保のための施策と併せて考えるべきとも言える。更新権価格の設定にあたり現契約期間の死亡率変動を加味する場合、qに安全割増を織り込むと、①のSと同様、死亡率の変動とともに安全割増水準も変動することになる点に留意すべきである。（第３節の数値計算にあたっては、このような点から、敢えてqを安全割増のない粗死亡率としている。）

⑤安全資産利回りr

安全資産利回りとして何を用いるべきかはいくつかの考え方がある。最も一般的には、更新権自体が一種の生存保険契約とみなせるため、契約締結時点において生存保険契約に適用している予定利率の水準とする方法が考えられるが、その他にも信用リスクが小さいn年債券（例えば、国債等）の利回りとする方法が考えられる。いずれにしても、安全資産利回りとして用いるrの値の設定には、予定利率の設定と同様に、市中金利動向や資産運用可能性等とのバランスをとり、安全な水準に設定することが求めれる。

(3)更新権は無配当契約とすべきか有配当契約とすべきか

更新権を無配当契約とするか有配当契約とするかは更新権契約の持つ様々な特徴に留意しながら決められるべきである。更新権契約は現契約や更新後契約に対して、保険料が微少で、現契約の付属契約としての意味合いが強い。このことを重視すれば、更新権契約を無配当契約として微少な金額である配当金の支払いに係る諸コストを削減し、そのコスト削減効果をあらかじめ保険料に反映しておくという考え方が成り立つ。ただし、この場合、法令の定めにより更新権契約の経理区分を他の有配当契約の経理区分と違え

なくてはならないといった問題も生じる。一方、更新権契約は現契約とは別個の契約であると考え方の整理を行ない、剰余が生ずればそれに応じて配当金の契約者還元も行なうようにしておくという有配当契約としての考え方もある。相互会社の場合、現契約と更新権契約の契約者が異なるとき（そもそもこのようなときに更新権契約を取扱うべきか否かという点の検討も必要だが）、更新権契約の契約者にも社員権の付与を行なうという整理が求められる。

(4)更新権に対する事業年度末責任準備金はどのように積み立てるべきか

更新権に対しても、通常の保険契約と同様、毎事業年度末に責任準備金を積み立てることが必要である。その積立額の計算の前提として負債の評価基準（時価・簿価等）の選定が必要である。仮に、負債を時価評価するものとした場合、事業年度末時点での発生率の水準をもとにその事業年度末から更新時期までの期間の発生率変動シナリオを作り直し、各シナリオによる発生率の到達水準に基づく更新後保険料と最大保険料の差額（負値の場合は０）のリスク中立確率による期待値を、安全資産利回りなどで割り引くことで、その事業年度末における「給付現価」を算定する。これを前事業年度末時点での責任準備金額と比較して、前者が後者よりも大きい場合は差額を責任準備金増として積み増す。反対に、前者が後者よりも小さい場合は差額を取り崩す。こうして、各事業年度末ごとに積み増しもしくは取り崩しを行ない、更新権契約に対する責任準備金の積立とする。なお、更新権契約を有配当契約と考える場合は、「給付現価」と資産価格の差額を単純に積み増したり取り崩したりするだけではなく、併せて契約者に対する配当還元分を見積もることとなる。

(5)更新権には途中解約時価格を設定すべきか

この問題は生存保険でよく見られる問題である。更新権契約のような更新までの死亡時の給付が０の契約の場合、解約給付を正の値に設定しておくと、被保険者の死亡直前にこの契約のみを解約することで、解約給付を得ようとする契約者が出てくることが容易に想像され、死亡給付を０として設定した保険価格のままでは保険数理上の収支相等が

成り立たなくなるおそれがある。そこで、何らかの対策が必要となる。まず、解約給付を死亡給付と同様０としてしまうことが考えられるが、収支相等のためには予定解約率を新たに見込む必要がでてくるため、保険会社は死差とは別に解約差というリスクをも負うことになる。他には、あらかじめ更新権契約の保険約款上で、死亡直前（例えば一定の「危篤状態」を定義しておきそれに該当した場合等）の解約については死亡給付と同様に解約給付を０とする旨を、契約者と約定しておくことも考えられる。この場合は、解約の申出があるたびに死亡直前解約か否かを判定する実務を構築することが必要になる。

６．更新権の価格設定の意義

現在日本の生命保険会社が行なっている更新では、更新後契約の保険料に一切の制限を行なわない一方、更新権そのものは無料としている。これに対して本稿では更新後の保険料に一定の上限を置き、更新権を有料化する場合の更新権価格の算定に取り組んできた。この節では、現在の制度と、更新権を有料化する場合の制度を比較することにより、更新権の価格設定の意義を検証することとしたい。

まず、以下の保険契約群団モデル（閉鎖群団）を想定する。このモデルにおいては、各契約の保険金額は均一のものとし、更新権は無配当契約とする。また、現契約の解約による消滅は生じないものとする。

L：契約締結時の契約件数

l：契約更新時の契約件数$\left(l \leq L\right)$

Δe：１契約が更新するごとに生じる収益の、更新時における現価

S：更新時における死亡率

K：契約締結時に更新権価格の設定に用いられた最大保険料算出のための死亡率

C：１契約ごとの更新権価格

［更新期を迎える契約が全て更新する場合］

従来の更新権無料かつ更新時保険料の上限がないケース（以下、「従来のケース」と呼

ぶ）では、保険会社は更新時の死亡率動向に応じて更新後の保険料水準を設定できる。従って、１契約ごとに安定的に収益を確保できることとなり、

$l \times \Delta e$

が群団全体の更新後収益となる。

一方、今回の更新権有料かつ更新時保険料の上限を設定するケース（以下、「今回のケース」と呼ぶ）では、生命保険会社はあらかじめ更新権価格を徴収できる一方、更新時以後に契約締結時に定められた最大保険料を超えて保険料を徴収することができない。すなわち、実際の死亡率が最大保険料計算に用いた死亡率を超過した場合、その超過分は会社の損失となる。従って、群団全体の収支はつぎのとおりとなる。

$$l \times \left(\Delta e - [S-K]_+\right) + L \times C \times r^n$$

Sを確率変数とみると、群団全体の収支の期待値は

$$E\left[l \times \left(\Delta e - [S-K]_+\right) + L \times C \times r^n\right]$$
$$= l \times \Delta e - l \times E\left[[S-K]_+\right] + L \times C \times r^n$$

となる。ここで、更新権価格Cは、

$$C = \left(\frac{r}{1-q_x}\right)^{-1}\left(\frac{r}{1-q_{x+1}}\right)^{-1}\cdots\left(\frac{r}{1-q_{x+n-1}}\right)^{-1} E\left[[S-K]_+\right]$$

$$= \frac{l}{L} r^{-n} E\left[[S-K]_+\right]$$

と表すことができるから、結局、この群団収支の期待値は

$l \times \Delta e$

となり、「従来のケース」に一致する。現契約期間の死亡率変動を加味して更新権価格を設定する場合には、第３節に述べたとおり、Cは若干小さくなるため、群団収支の期待値も減少する。

ところで、「今回のケース」においては、死亡率の動向により更新後の収支が

上限：$l \times \Delta e + L \times C \times r^n \left(S \le K\text{の場合}\right)$から、

下限：$-\infty\left(K < S\text{で}S\text{が増加するに従い}\right)$

までに変動してしまう。これは、会社が更新権を契約者に売ることが、コールオプショ

ンの売りポジションに相当していることを意味する。
このことから、「今回のケース」では、更新後契約の群団収支に変動要素が入り込むため、その分、「従来のケース」よりも収益の確保が不安定になっていると言える。

［更新期を迎える契約が全て更新するとは限らない場合］
実際には、更新期を迎える契約が全て更新するとは限らない。更新するか否かは、各契約者が自分の保険料拠出可能額と更新後の保険料水準のバランスと、各被保険者の健康状態などをにらみつつ、それぞれ判断するものと考えられる。ここでは、議論の簡素化のために更新時の各被保険者の健康状態は均一とし、契約者の保険料拠出可能額と更新後の保険料水準により更新の有無が決まるものとする。
さて、保険料拠出可能額は、当然のことながら各契約者ごとに異なるであろう。更新後保険料の水準が高ければ高いほど、その保険料で更新しようとする契約者の数は減少すると考えられる。そこで、更新する契約者数を表すつぎの記号を用いる。
$l(s)$ ：更新時保険料がsの場合に、更新する契約者の数
これを用いて、先ほどと同様の群団収支の計算を行なっていく。
「従来のケース」では、更新時保険料がSである場合には、

$$p1(S) \equiv l(S) \times \Delta e$$

が群団収支となる。先ほどまでと異なり、このケースでも更新後死亡率の動向が群団収支に影響を与えることとなる。
一方、「今回のケース」では、

$$p2(S) \equiv l(\min(S,K)) \times \left(\Delta e - [S-K]_+\right) + L \times C \times r^n$$

が群団収支となる。このケースでは、更新時保険料に用いられる実際の死亡率動向Sとあらかじめ更新権価格設定の際に契約者に約定した最大保険料に用いられた死亡率Kのいずれか小さい方が更新時の保険料算定に用いられる。
２つのケースの収支の大小関係は$l(s)$の形状やSの水準によって異なり、一概には論じ得ない。そこで、モデルによる試算を試みることとした。

［モデル１］

簡単なモデルとして、$l(s)$ を s の一次関数としてみる。

$l(s) = -as + l_0$

ただし、$l_0(\leq L)$ は契約更新時の契約件数を表す。また、a は更新時保険料に対する更新契約者数の感応度を表す値で、この値が大きいほど、更新時保険料の微小な変化に対し更新する契約者の数が大きく変化することとなる。

①$S \leq K$ のとき、

$p1(S) = (-aS + l_0) \times \Delta e$

$p2(S) = (-aS + l_0) \times \Delta e + L \times C \times r^n$

となり、常に、$p1(S) < p2(S)$ となる。

②$S > K$ のとき、

$p1(S) = (-aS + l_0) \times \Delta e$

$p2(S) = (-aK + l_0) \times (\Delta e - (S - K)) + L \times C \times r^n$

となる。$p1(S) = p2(S)$ とおくと、

$$S = K + \frac{L}{l(K + \Delta e)} \times C \times r^n$$

を得る。

従って、まとめると、

$$S > K + \frac{L}{l(K + \Delta e)} \times C \times r^n \Rightarrow p1(S) > p2(S)$$

$$S < K + \frac{L}{l(K + \Delta e)} \times C \times r^n \Rightarrow p1(S) < p2(S)$$

となる。これを言葉で表すと、実際の死亡率が最大保険料を大幅に（更新する１契約に内包される収益現価以上に）超える場合には「従来のケース」の方が収益が大きいが、実際の死亡率が最大保険料程度におさまる場合には「今回のケース」の方が会社により大きな収益をもたらす、ということになる。

つぎに、数値計算の例を用いて、この様子をまとめてみる。

（諸数値の前提）

$K=1.1$、$\Delta e=0.1$、$L=101$、$l_0=100$、$C=0.01$、$r^n=1.1$

例１．$l(s)=-50s+100$

$p1(S)$ と $p2(S)$ が等しくなる（以下、このような S を「均衡点」と呼ぶ）のは、

$S=1.12778$ のときとなる。

S	1.4	1.3	1.2	1.12778	1.1	1	0.9
p1(S)	3	3.5	4	4.36	4.5	5	5.5
p2(S)	-7.89	-3.39	1.11	4.36	5.61	6.11	6.61

注意しなくてはならないのは、$p2(S)$ は S が 1.12778 を超えてから、一気に減少していくことである。これは最大保険料 K の設定を誤ると、会社は大きな損失を負いやすいということを表している。

例２．$l(s)=\min(\max((-100s+150),0),100)$

つぎに、$l(s)$ の傾きを小さくしてみる。

この場合は $p1(S)$ と $p2(S)$ の均衡点は、$S=1.13703$ となる。

S	1.4	1.3	1.2	1.13703	1.1	1	0.9
p1(S)	1	2	3	3.63	4	5	6
p2(S)	-6.89	-2.89	1.11	3.63	5.11	6.11	7.11

例３．$l(s)=\min(\max((-200s+250),0),100)$

更に、$l(s)$ の傾きを小さくしてみる。

この場合は $p1(S)$ と $p2(S)$ の均衡点は、$S=1.2111$ となる。

S	1.4	1.3	1.2111	1.2	1.1	1	0.9
p1(S)	0	0	0.78	1	3	5	7
p2(S)	−4.89	−1.89	0.78	1.11	4.11	6.11	8.11

上記の３つの計算例からつぎのことがわかる。

①$l(s)$の傾きが小さい（更新時保険料に対する更新契約者数の感応度が大きい）ほど、$p1(S)$と$p2(S)$の均衡点となるSは大きくなる。

②Sが均衡点を超えた場合の収益性を見ると、$l(s)$の傾きが小さいほど、$p1(S)$は小さくなるのに対し、$p2(S)$は大きくなる。

例えば$S=1.3$の場合、$p1(S)$は$3.5\rightarrow 2\rightarrow 0$と減少するが、

$p2(S)$は$-3.39\rightarrow -2.89\rightarrow -1.89$と増加している。

③Sが均衡点以下である場合の収益性を見ると、常に、$p1(S)$よりも$p2(S)$の方が更新権価格収入の分だけ大きい。

［モデル２］

つぎに、より現実的なモデルとするために、$l(s)$をsの三次関数としてみる。モデル１における数値例の応用とするために、$l(s)$をつぎのとおりに設定する。

$l(s)=\min(\max(\alpha s^3-3\alpha s^2+(2\alpha-50)s+100,0),100)$

αは更新時保険料に対する更新契約者数の感応度を表す値で、$\alpha=0$の場合が、モデル１の例１に相当している。このαの値を変化させた場合の$p1(S)$と$p2(S)$の様子を表したものが図７である（末尾の図と併せてご覧いただきたい）。

この図からも、モデル１で得られたのと同様の収益性に関する特徴が見てとれる。

【結論】

以上から、更新時保険料に対する更新契約者数の感応度が大きい場合には、「従来のケース」よりも、「今回のケース」の方が生命保険会社の収益力が高まることがわかる。

従って、更新権に価格を設定することは、更新時保険料に対する更新契約者数の感応度が大きいほど、収益性の点から見て、有意義な制度になると言える。

7．予定死亡率の保証

前節まで、更新権の価格設定について議論を進めてきたが、この節ではその応用として、予定死亡率の保証という点について触れておきたい。

現在、日本で販売されているn年満期の定期保険の場合、死亡率が悪化しても、原則として保険料の追徴はなされない。これは、契約締結時に、当初の１年間の死亡率とともに、$1,2,\cdots,(n-1)$年後の年間死亡率を契約締結時の水準で保証しているものと言え、その保証コストの存在が問題となる。ここで、予定死亡率に施されている安全割増がその保証コストであるという見方があるかもしれないが、安全割増はその死亡率の適用期間（１年間）の見込み水準（粗死亡率）と実際水準のブレについてなされているものであり、これを何年も前からの期間についてのブレに対するものと解釈することは困難であろう。安全割増をそのように解釈するためには、安全割増水準に契約締結時からの経過期間（保証期間）要素をもたせることが必要となろう。

前節までに論じてきた、更新権価格設定をもとにこの保証コストを算出してみると、死亡率の年間変動率(u)を３％と見込む場合、10年満期定期保険に用いる第10保険年度の予定死亡率については、その17％分の保証コストが必要となる。

（安全資産利回りを２％とした場合の保証コスト）

保険年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
保証コスト(%)	0.0	2.5	4.1	6.2	7.9	9.8	11.6	13.4	15.2	17.0

実際に、この保証コストを契約者から全く徴収せずに生命保険会社が現在まで健全に運営できたのには、

①戦後一貫した国民死亡率の低下

②十分な危険選択による選択効果の存在

③加入契約件数の増加による安全割増水準の相対的な過大化

などの諸点が挙げられよう。問題は、今後も引き続きこれらの点が満たされるかどうかにある。アクチュアリーの職務として、これらの動向の監視を続けていくことが大切であると考えられる。

8．おわりに

今回、更新権価格の設定について研究を行なったが、死亡率が緩やかながらも減少傾向にあると考えられる日本の現状では、これをただちに導入することは社会的な理解の点から見て困難と考えられる。ただし、発生率が増加傾向にあると見られる特定の疾病による死亡のみを保障するような定期保険で、その発生率の将来の動向を推定することが発生率設定時点では困難であるようなものについては、この更新権の価格化は検討の価値のある有意義な制度と思われる。折りしも、2001年には、いわゆる第３分野商品の開放として、全ての生命保険会社でガン保険・介護保険・医療保険の取扱いが可能となる見込みである。例えば、ガンの発生動向は医療技術の進歩による早期発見率の増加や、人間ドック検診の普及等の社会的関心の高まりなどから、年々増加しつつあると言われている。このような特定の疾病については、今回研究した更新権の考え方が社会的にも受け入れられやすいものと考えられる。

今回の研究については、更新権価格の原則的な考え方を中心に行なったため、これを実務に乗せるには、法務面・税制面・会計面等で検討不十分な点が多々残されているものと思われる。今後は、これら残された点の検討を進めるとともに、保険を巡る社会的なニーズ変化の動向を注視し、このような制度の商品化に向けた取り組みを鋭意行なっていくことが、重要であると考えている。

（日本生命・商品開発部）

[補注]

（＊1） 2項モデルについて

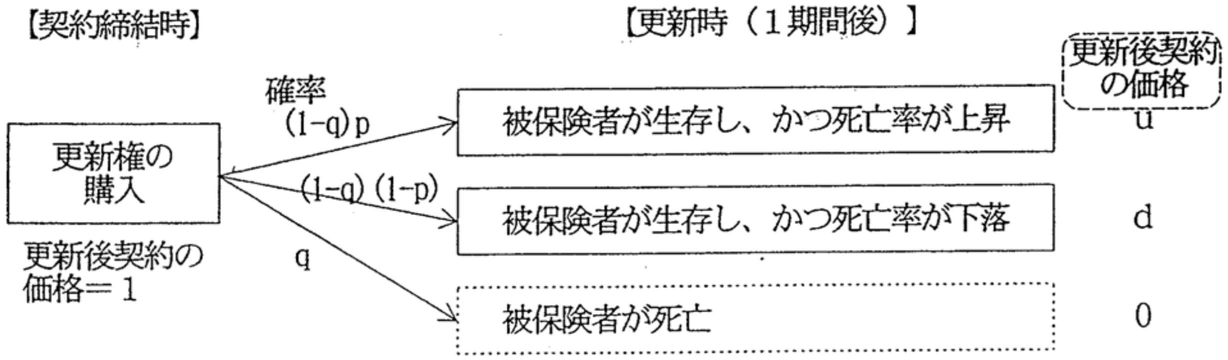
本稿では、更新権価格の設定に2項モデルを用いている。この点については、ある1期間における死亡率の動向を3つ以上の複数のケースに想定する「多項モデル」をとることも考えられるが、その場合にはリスク中立確率 p が一意に定まらず、更新権価格はある幅をもって設定されることとなる。線形計画法の手法を用いて、その上限と下限の更新権価格を算出することができる。詳細については、参考文献［1］～［3］を参照されたい。

（＊2）更新権価格の期待値を安全資産の利回りと等しいと置く点について

株式のオプション価格理論は、「常に株式の売買が自由にでき、無リスクの裁定機会は存在しない」という前提の上に成り立っている。生命保険契約の場合、現在のところ、取引市場といったものがなく、この前提は成り立たない。

本稿では、この点について、やや拡大解釈を行ない、契約者の利益を同じくするような以下の2つの取引の価値を同等とみなすことによって、議論を進めている。

[取引1．保険更新権の購入]



[取引2．安全資産への投資]

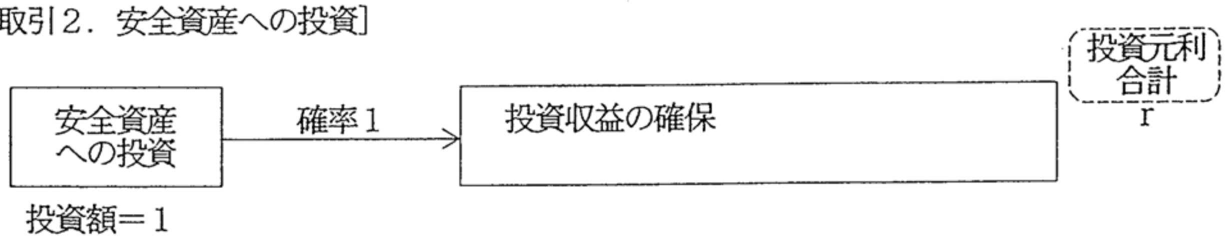


図1. 最大保険料の死亡率(K)と更新権価格(C)の関係

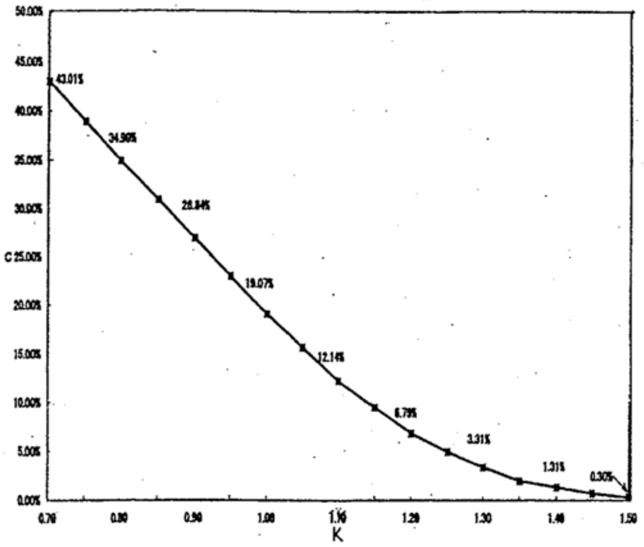


図4. 上昇率・下落率（u, d）と更新権価格(C)の関係

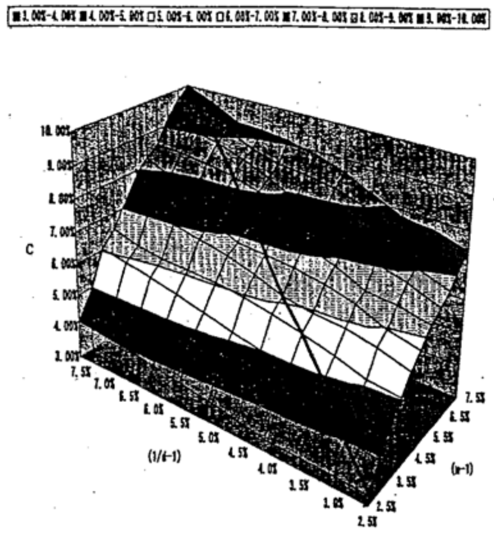


図2. 安全資産利回り(r)と更新権価格(C)の関係

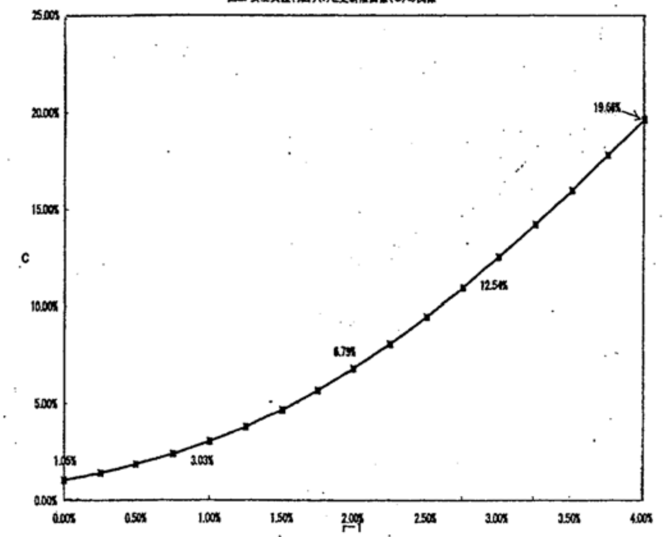


図5. 更新までの期間(n)と更新権価格(C)の関係

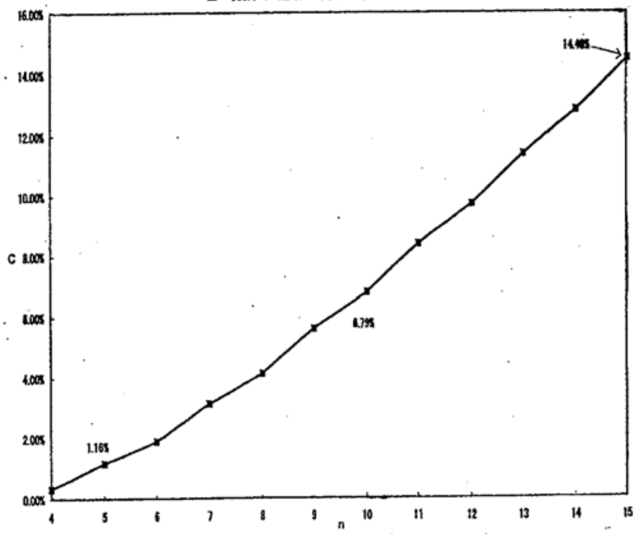


図3. d=1/uの場合の上昇率(u)と更新権価格(C)の関係

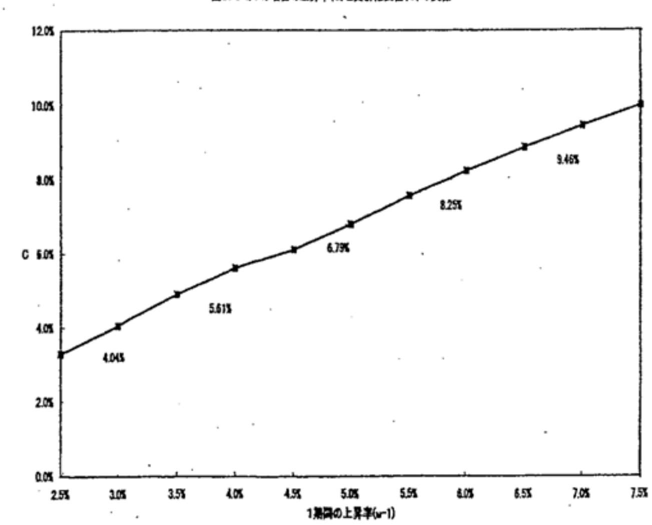


図6. 更新権契約の締結時年齢(x)と更新権価格(C)の関係

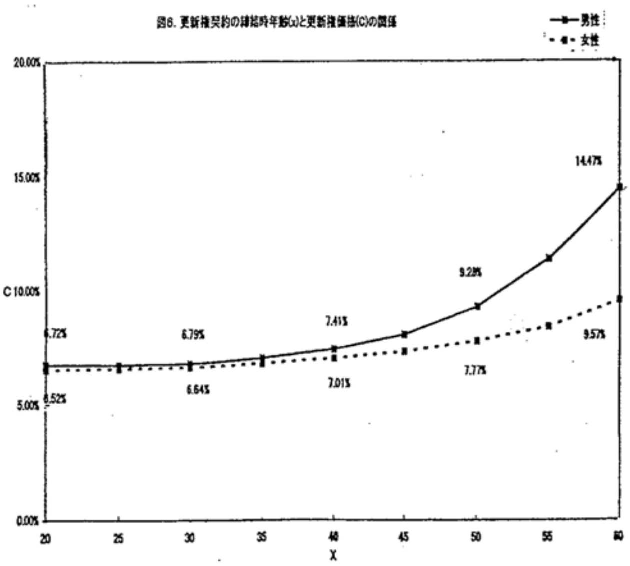
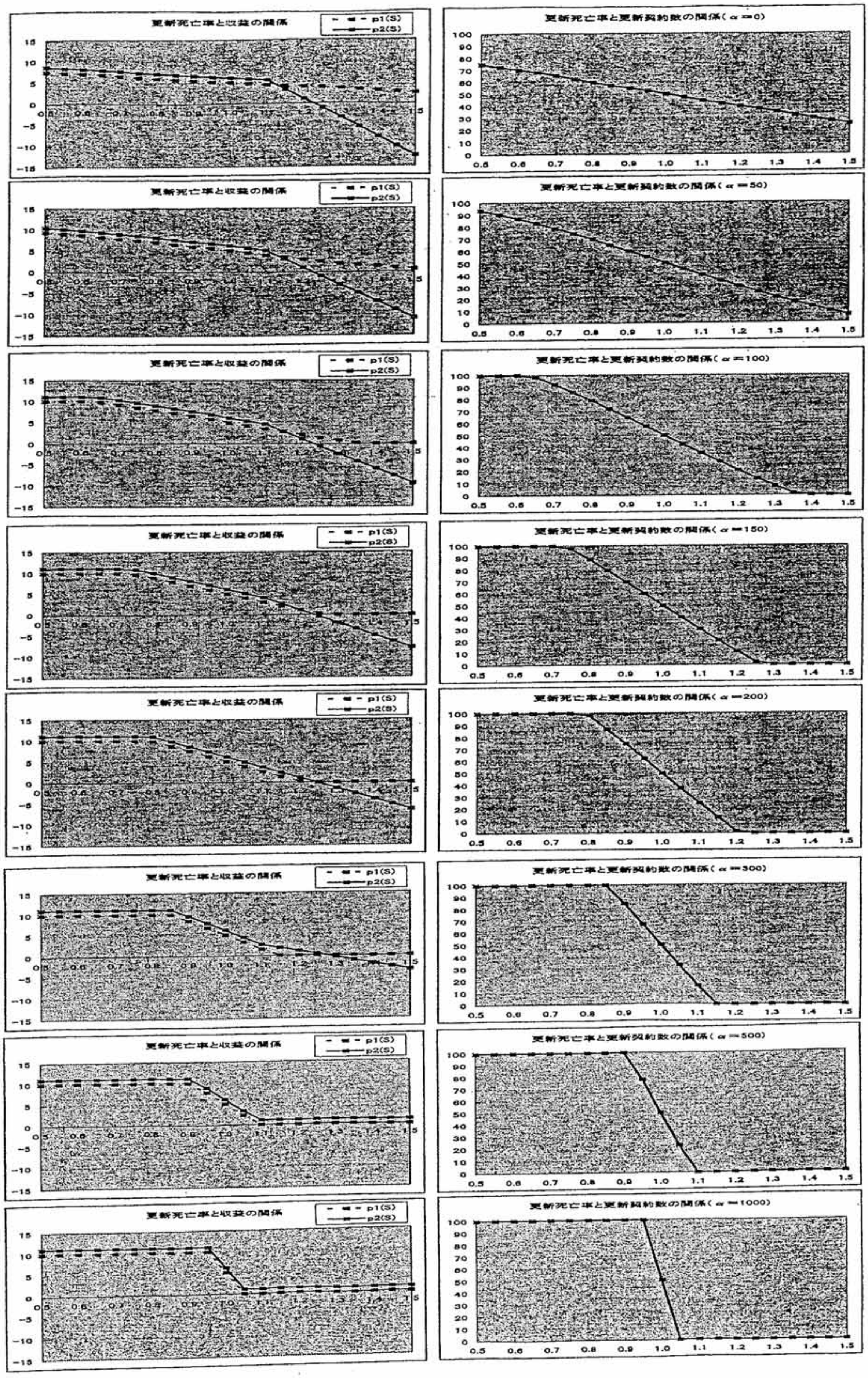


図7


更新死亡率と収益の関係
p1(S)
p2(S)
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝0）
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝50）
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝100）
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝150）
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝200）
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝300）
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝500）
更新死亡率と更新契約数の関係（α＝1000）

[参考文献]

[１] 森村英典・木島正明「ファイナンスのための確率過程」,日科技連(1991)

[２] Ritchken,P.H., "On Option Pricing Bounds," Journal of Finance,40,1219-1233 (1985)

[３] Ritchken,P.H. and Kuo,S., "Option Bounds with Finite Revision Opportunities," Journal of Finance,43,301-308(1988)

[４] 原田重寿, "Black=Scholes 式の導出とワラント取引への応用について," 日本アクチュアリー会会報,第 45 号（第２分冊）,153-211(1992)

[５] 日本アクチュアリー会「生保標準生命表 1996 の作成過程」(1996)

Pricing Method Concerning Renewable Insurance Contracts

Takuya Shinohara

Today, in Japan, renewal premium of life insurance policies are not guaranteed.
On the other hand, in the United States, maximum renewal premium is often pre-determined in a renewable insurance contract.
In such cases, policyholders should pay additional-premium for this maximum premium guarantee to the insurance company. In this report, I would like to define the pricing method and describe the features of such additional-premium.