

小規模集団におけるリザルトのばらつきを コントロールする方策の一考察

はじめに

保険契約においては、同一の危険集団に属すると考えられる均質なエクスポージャーであっても、とくに小規模集団の場合には、統計上の不確定要因によって年度間でリザルトは大きくばらつくことが一般的に観察される。

本研究では、傷害保険を例にとり、ある特定規模の契約集団の損害率を毎年観察した場合、とりわけその契約集団が小規模の場合に、どの程度の損害率のばらつき具合がもたらされるのか、また、契約ボリュームが増加するに従い、損害率のばらつきがどのように収束していくのか、さらには、契約規模は一定とした状態で、損害率のばらつきをコントロールするにはどのような方策があるのか等について考察する。

最後に述べた点については、一保険会社がある特定の傷害保険契約（ある小規模な団体契約）の引受けを行なう場合、あるいは保有するリスクそのものが小規模な保険会社にとって、とくに重要なポイントである。このような場合には、契約時の引受金額（死亡・後遺障害の保険金額、入院日額、通院日額）について上限を設定することによって、損害率のばらつきをコントロールすることは、一保険会社が講じることができる重要な対応策であるからである。もし、この対応策によってもたらされる効果を定量的に測定できるのであれば、そのリスク軽減効果を最大限に活用した後に、一保険会社ではコントロールが及ばない部分に対して、初めて再保険システムを活用したリスク移転の方策を講じればよいからである。

研究部では、今般、保険契約集団が小規模であっても、引受金額に上限（および下限）を設定することにより、統計上における損害率のばらつきをどの程度コントロールすることが可能となるのかを定量的に測定することができるよう、確率分布を用いたモンテカルロ・シミュレーション・モデルを考案したので、以下にその概要を紹介する。

1. 引受金額制限と損害率のばらつきを算出するためのフローチャート（体系図）

本シミュレーション・モデルの概要は、以下のとおりである。

引受金額制限の額を担保危険別（死亡・後遺、入院、通院）に設定する＜詳細は3.1参照＞。

被保険者規模を設定する（例えば、1,000人）＜詳細は3.2参照＞。

「事故頻度×被保険者数」により、保険金種類別（死亡、後遺、入院、通院）の平均被害者数を算出する＜詳細は3.3.1参照＞。

を平均被害者数とするポアソン分布により、乱数を発生させ、保険金種類別の実

被害者数を算出する<詳細は3.3.2参照>。

の実被害者数（死亡、後遺、入院、通院ごと）の回数分、乱数を発生させて保険金を発生させ、保険金種類別に累計保険金を求める<詳細は3.4参照>。

の保険金種類別の累計保険金を合計することにより、保険金総額を算出する。担保危険別（死亡・後遺、入院、通院）の純率を算出する<詳細は3.5.1参照>。次に、担保危険別の平均料率を純率 / 予定損害率¹（= 純率 / 0.50）により算出する<詳細は3.5.2参照>。

担保危険ごとの保険料（= 平均引受金額 × 平均料率 × 被保険者数）を算出した後、保険料総額を求める<詳細は3.5.3参照>。

/ により、損害率を算出する。

～ ままでを1,000回繰り返し、平均損害率および標準偏差を算出する。

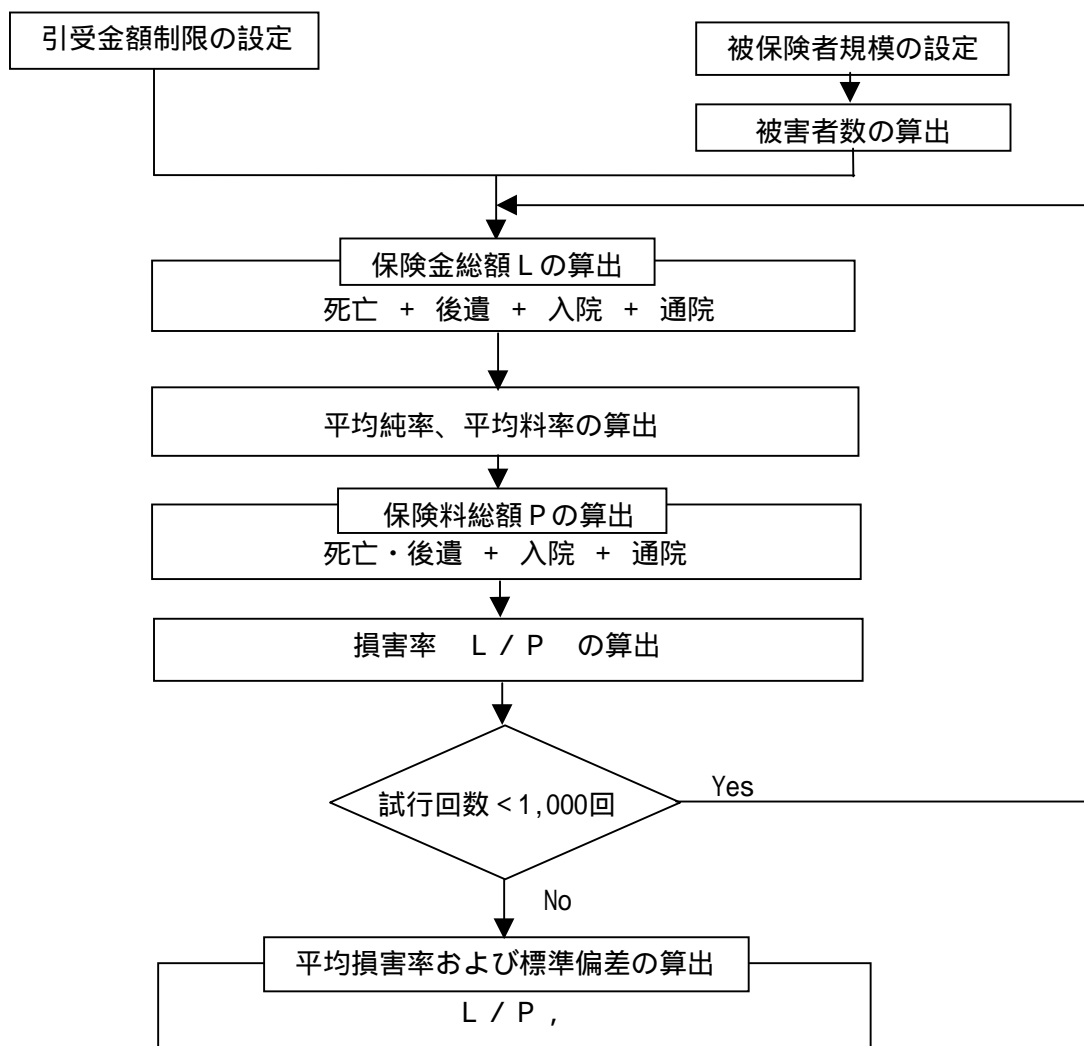


図1 損害率のばらつきを算出するためのフローチャート（体系図）

¹ 予定損害率を便宜上、50%とした。本研究では、損害率の水準そのものを問題としてい
るのではなく、損害率のばらつき具合を議論の対象としている。

2. シミュレーション結果

2.1 被保険者規模別、引受金額制限別の損害率のばらつき

本研究において活用するシミュレーション・モデル構築の詳細については、次章で説明することとし、本章では、このシミュレーション・モデルを活用することにより、以下の点を考察し、それらの効果を定量的に測定していくこととしたい。

被保険者規模が大きくなるにしたがい、損害率のばらつきがどの程度収束していくのか。被保険者規模を一定とし、引受金額制限を行なった場合に、損害率がどの程度の収束をみせるのか。

被保険者規模が大きくなるにしたがい、損害率のばらつきは収束する傾向があるが、被保険者規模が小さい場合でも、どのような引受金額制限を講じることによって、同等の損害率のばらつき制限効果を確保することができるのか。

2.2 被保険者規模別の損害率分布（引受金額制限がない場合）

表2.2.1は、被保険者規模が1千人、5千人、1万人、2万人、5万人の5通りの場合について、それぞれシミュレーションを1,000回ずつ繰り返すことによって、得られた損害率を下記の区分ごとに振り分けて、ヒストグラムを作成したものである。

表2.2.1 被保険者規模別の損害率の発生度数分布
(シミュレーションによる試算結果)

ケース 損害率区分	1千人	5千人	1万人	2万人	5万人
0%～10%以内	0	0	0	0	0
10%～20%以内	3	0	0	0	0
20%～30%以内	154	14	0	0	0
30%～40%以内	323	269	183	94	17
40%～50%以内	187	348	404	455	502
50%～60%以内	109	154	222	319	414
60%～70%以内	61	99	107	93	61
70%～80%以内	36	51	44	30	5
80%～90%以内	26	30	27	6	0
90%～100%以内	19	12	9	1	1
100%～	82	23	4	2	0
合計	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

次に、表2.2.1の損害率区分別の発生度数を対数正規分布に当てはめてプロットしたが、図2.2.1である。これによると、被保険者規模が大きくなるにしたがって、損害率の分布が予定損害率50%の周辺に収束していく様子が分かる。例えば、被保険者数が1千人の場合には、損害率40%～60%の範囲内には35%しか包含されないが、被保険者数が5万人の場合は、損害率40%～60%の範囲内に91%も包含されることが分った。

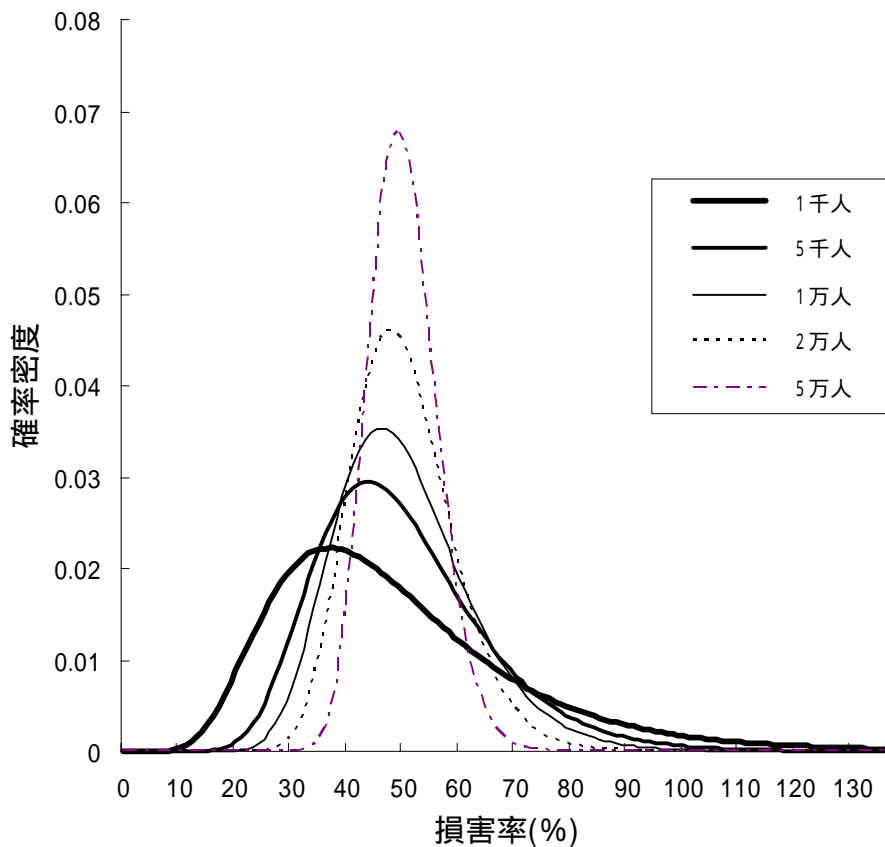


図2.2.1 被保険者規模と損害率のばらつきの関係

2.3 引受金額制限別の損害率分布（被保険者数が5,000人の場合）

次に、被保険者規模が一定（5,000人）としたときに、次章で詳述する「3.1 引受金額制限の設定」に基づき、制限なし、左右5%点、左右10%点、左右20%点、一律の5通りについて、シミュレーションをそれぞれ1,000回試行し、損害率を以下の表3.3.1の区分のとおり振り分けを行なった。

表2.3.1 引受金額制限別の損害率の発生度数分布

（シミュレーションによる試算結果）

被保険者数 = 5,000人

ケース 損害率区分	制限なし	左右5%点	左右10%点	左右20%点	一律
0%～10%以内	0	0	0	0	0
10%～20%以内	0	0	0	0	0
20%～30%以内	14	6	3	2	4
30%～40%以内	269	231	207	163	169
40%～50%以内	348	360	370	379	333
50%～60%以内	154	170	191	267	298
60%～70%以内	99	124	150	126	154
70%～80%以内	51	61	46	44	30
80%～90%以内	30	32	25	15	11
90%～100%以内	12	11	6	2	1
100%～	23	5	2	2	0
合計	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

次に、表2.3.1の損害率区別の発生度数を対数正規分布に当てはめてプロットしたが、図2.3.1である。これによると、被保険者規模が一定であっても、引受金額制限を厳しくしていけば、損害率の分布が予定損害率50%の周りに集中していく様子が分かる。

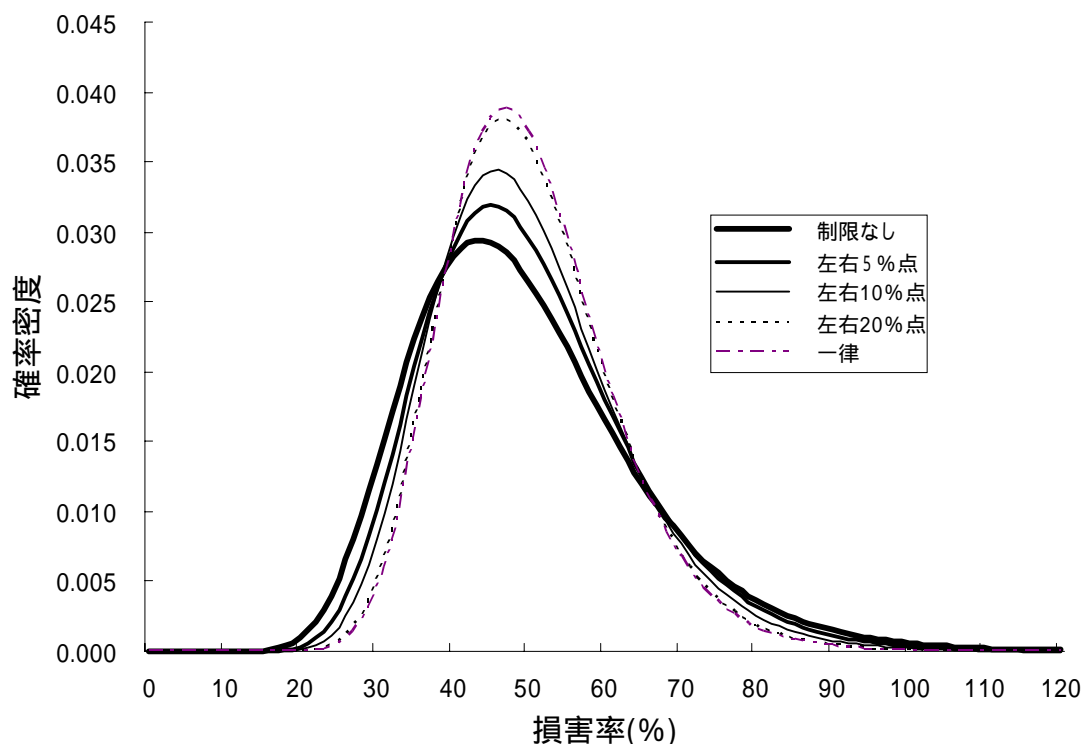


図2.3.1 引受金額制限と損害率のばらつきの関係

のケースのように、保険金額（日額）が一律（平均額）であっても、損害率にばらつきが見られる理由としては、

- (1) 試行ごとに、保険金種類別（死亡、後遺障害、入院、通院）の実被害者数にばらつきが生じること
- (2) 試行ごとに、後遺障害支払割合がばらつくこと
- (3) 試行ごとに、実入院日数および実通院日数にばらつきが生じることが残存するからである。

ここで、注目に値することは、もっとも厳格な引受制限である 一律と 左右20%点に基づく金額制限とでは、損害率のばらつき分布にほとんど差異が見られないことである。つまり、このシミュレーション結果によると、大まかに言って、保険金額・日額が一律（死亡・後遺の保険金額が850万円、入院日額が5,000円、通院日額が3,000円）の場合と、引受制限が死亡・後遺の保険金額が180万円～1,200万円、入院日額が2,300円～7,000円、通院日額が1,300円～4,000円の場合とでは、損害率のばらつき分布にほとんど差異が見ら

れないことである。したがって、このシミュレーション結果によると、死亡保険金1,200万円、入院日額7,000円、通院日額4,000円の引受上限を設定しておくことで、契約者に対してそれ程窮屈な引受制限を課すことなくごく自然体の形で、自社としての損害率のばらつきを最小限にコントロールすることができることが分かる。

もちろん、このシミュレーション・モデルで用いた担保危険別の事故頻度、保険金額（日額）分布、入院日数および通院日数分布、後遺障害支払割合分布などの設定条件は、対象として取り上げる保険契約集団ごとに異なってくるので、それらの設定条件を変更すれば、保険金額（日額）の金額制限に基づく損害率のばらつき度合いは、違った結果が得られるであろう。今回考案したシミュレーション・モデルでは、これらの設定条件を変更する場合であっても、パラメータの変更等によって、比較的簡単に再計算できる仕組みになっている。

2.4 被保険者規模別、引受け金額制限別の損害率のばらつき

最後に、被保険者規模別、引受け金額制限別に、損害率のばらつき（標準偏差）がどのように推移するのを見たのが、表2.4.1である。

前述したとおり、どの引受け金額制限の場合であっても、被保険者規模が大きくなるにしたがい、（損害率の）標準偏差は低下傾向にある。また、どの被保険者規模の場合であっても、保険金引受け金額（日額）が厳しく制限されるほど、その標準偏差は小さくなっていることが分かる。ところが、「左右20%点」と「一律（平均額）」の場合には、どの被保険者規模の場合であっても、ほとんど差異が見られないことが分かる。

表2.4.1 被保険者規模別、引受け金額制限別の損害率のばらつき
（シミュレーションによる試算結果）

ケース	上下のパーセント点	被 保 険 者 数					
		1千人	2.5千人	5千人	1万人	2万人	5万人
制限なし		%	%	%	%	%	%
		53.24	51.48	50.50	50.75	50.47	50.34
左右5%点		38.29	24.72	18.28	13.57	9.50	6.27
		53.77	51.92	50.78	50.82	50.69	50.38
左右10%点		33.93	20.31	14.59	10.65	7.43	4.69
		53.44	51.84	50.70	50.62	50.57	50.31
左右20%点		29.81	18.24	13.25	9.48	6.73	4.20
		53.08	51.71	50.53	50.46	50.43	50.25
一律(平均額)		24.94	15.78	11.34	8.09	5.75	3.59
		54.24	52.23	50.69	50.67	50.44	50.34
		24.73	15.23	10.77	7.71	5.52	3.45

（注）上段：損害率（ただし、予定損害率50.00%を想定）
下段：損害率に対する標準偏差

表2.4.1で得られた被保険者規模と標準偏差の関係をべき乗分布に当てはめたのが、図2.4.1である。

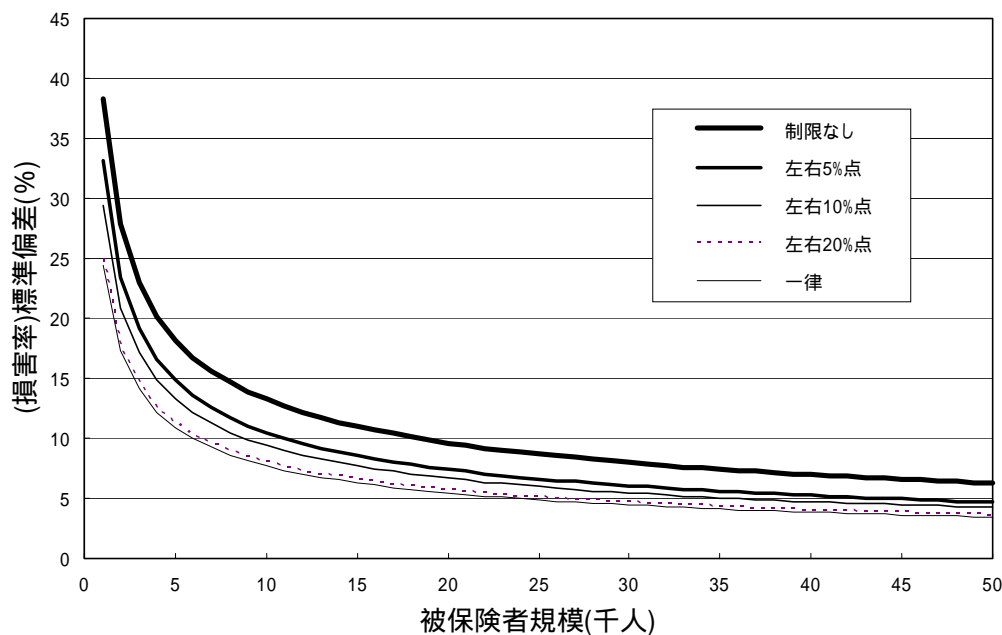


図2.4.1 被保険者規模・引受金額制限別の標準偏差の推移

図2.4.1を見てわかるとおり、例えば、(損害率の)標準偏差10%を確保するためには、とくに保険金額(日額)に引受制限を設けない場合には、約2万人の被保険者数が必要となるが、左右20%点(死亡保険金1,200万円、入院日額7,000円、通院日額4,000円)の引受制限を設定することにより、約5千人程度の被保険者規模で済むので、保険金額が無制限の場合に比べて約4分の1程度の被保険者規模で済むことが分かる。

3. シミュレーション・モデルの構築

前章では、シミュレーション・モデルについて詳述することなく、結果のみを明らかにした。本章では、やや詳細にシミュレーション・モデルの構築プロセスについて説明することとする。

3.1 引受金額制限の設定

傷害保険においては、担保危険(死亡・後遺、入院、通院)別に引受金額を設定する仕組みになっているが、シミュレーションを行なうに当たり、まずはじめに保険金額(日額)の上限・下限を具体的にどのように定めるべきかという課題をクリアしなければならない。そこで、本シミュレーション・モデルでは以下の方法により引受限度額を設定することとした。

まず、普通傷害保険統計の「1級から3級および就業中の危険不担保の合計（平成10年度 個人・支払）」に基づき、担保危険別の金額分布を対数正規分布に当てはめ、その分布型に基づき、以下のような設定を行なったときの保険金額、入院日額、通院日額をそれぞれ求めた。つまり、担保危険別に設定すべき保険金額（日額）が異なる中で、担保危険横断的にみた共通基準を設定する方法を考えたものである²。

無制限の場合

上限、下限（両側）5%点

（死亡・後遺：74～2,876万円、入院：1,368～12,071円、通院：719～7,296円）

上限、下限（両側）10%点

（死亡・後遺：111～1,920万円、入院：1,740～9,491円、通院：929～5,649円）

上限、下限（両側）20%点

（死亡・後遺：181～1,177万円、入院：2,329～7,094円、通院：1,267～4,144円）

一律（平均額）

（死亡・後遺：857万円、入院：5,059円、通院：2,936円）

なお、引受金額の上限・下限を設定することにより、当然、当該区間における平均引受金額が変化することに留意しなければならない。なぜならば、本シミュレーション・モデルでは、損害率の計算に用いる保険料総額Pについては、

$$P = \text{平均引受金額} \times (\text{純保険料率} / \text{予定損害率} 50\%) \times \text{被保険者数}$$

により算出していることから、上限・下限の設定区間別の修正平均金額を求める必要があるからである。

3.2 被保険者規模Mの設定

保険シミュレーション・モデルでは、1千人、5千人、1万人、2万人、5万人の5通りの場合について試算を行なった。

3.3 実被害者数の算出

3.3.1 平均被害者数の算出

普通傷害保険統計の「1級から3級および就業中の危険不担保の合計（平成10年度 個人・支払）」に基づき、死亡、後遺障害、入院、通院別の事故頻度を、以下のとおり求めた。

死 亡： $f_{死}$

後遺障害： $f_{後}$

入 院： $f_{入}$

通 院： $f_{通}$

したがって、被保険者数がM人の場合、担保危険別の平均被害者数は、

$$M \times f_i \quad (i = \text{死亡, 後遺, 入院, 通院}) \text{により算出される。}$$

² もちろん、実際の保険金額制限に当たっては、死亡・後遺障害保険金額が「100万円～3,000万円」、入院日額が「1,500円～12,000円」、通院日額が「700円～7,000円」など、実務上適用しやすい金額制限を設けるのが一般であると思われる。

例えば、被保険者数が5,000人の場合、平均被害者数は以下のとおりである。

$$\text{死亡 } q_{\text{死}} = M \times f_{\text{死}} = 5,000 \text{人} \times f_{\text{死}} \text{人}$$

$$\text{後遺障害 } q_{\text{後}} = M \times f_{\text{後}} = 5,000 \text{人} \times f_{\text{後}} \text{人}$$

$$\text{入院 } q_{\text{入}} = M \times f_{\text{入}} = 5,000 \text{人} \times f_{\text{入}} \text{人}$$

$$\text{通院 } q_{\text{通}} = M \times f_{\text{通}} = 5,000 \text{人} \times f_{\text{通}} \text{人}$$

3.3.2 実被害者数 n_i の算出

上記3.3.1 で求められた平均被害者数 q_i ($i = \text{死亡, 後遺, 入院, 通院}$) をベースにポアソン分布の正規近似から乱数を発生させて実被害者数 n_i ($i = \text{死亡, 後遺障害, 入院, 通院}$) を算出する。

3.4 保険金総額の算出

3.4.1 死亡保険金総額の算出

3.4.1.1 保険金額の対数正規分布への当てはめ

普通傷害保険統計の「1級から3級および就業中危険不担保の合計（平成10年度 個人契約・支払）」の保険金額区分別の被害者数分布に基づき、対数正規分布に当てはめ、パラメータ μ 、 σ を算出する。

3.4.1.2 死亡保険金の発生

上記の方法で求めたパラメータ μ 、 σ を活用して、対数正規分布に従った乱数により保険金額を発生させた。さらに、死亡保険金 L を算出する。

死亡保険金の算出に当たっては、保険金額の全額が支払われるものとし、保険金 = 保険金額とみなした。ただし、厳密に言えば、支払実態を考慮し、付帯費用（便宜上一律³）を加算している。すなわち、

$$\text{死亡保険金 } L = \text{保険金額 } A \times 1 + \text{付帯費用（一律）}$$

3.4.1.3 死亡保険金総額の算出

上記の方法で求められた死亡保険金 L について、3.3の実被害者数（死亡者数： $n_{\text{死}}$ 回）だけ繰り返し計算を行ない、その累積額を保険金総額 $L_{\text{死}}$ とする。

3.4.2 後遺障害保険金総額の算出

3.4.2.1 保険金額の対数正規分布への当てはめ

3.4.1.1で求めた保険金額分布（パラメータ μ 、 σ ）と同じものを使用した。

3.4.2.2 保険金額 A の生成

上記3.4.1.2と同様な手順により、後遺障害の保険金額を生成した。

3.4.2.3 後遺障害支払割合の発生

普通傷害保険統計の「1級から3級および就業中危険不担保の合計（平成10年度 支

³平成11年度の普通傷害保険（1級～3級および就業中危険不担保の合計）に基づき、保険金額区分ごとに、一人当たり付帯費用を調べた結果、保険金額の大小に関係なく、ほぼ一定額であることが判明した。

なお、保険金種類別にみると、死亡、後遺障害、入院、通院別の一人当たり平均付帯費用は、死亡 > 後遺 > 入院 > 通院の大小関係があることが判明した。

払)』の後遺障害支払割合別の被害者数分布に基づき、以下のような表を作成し、乱数を発生させて具体的な後遺障害支払割合(階級値 W_i)を算出する。この方法を採用すれば、後遺障害支払割合が離散型であっても、ノンパラメトリックな方法により、その実績の後遺障害支払割合の発生分布にしたがって、任意数だけ後遺障害支払割合を生成することが可能になる。

表3.4.2.3 後遺障害支払割合別

支払割合区分	階級値(W_i)	件数(n_i)	累計(n_i)	合(n_i/Total)
0 ~ 2%	1.77	n_1	n_1	P_1
2 ~ 4%	3.72	n_2	n_1+n_2	P_2
5 ~ 7%	5.03	n_3	$n_1+\dots+n_3$	P_3
8 ~ 9%	8.10	n_4	$n_1+\dots+n_4$	P_4
10 ~ 14%	10.97	n_5	$n_1+\dots+n_5$	P_5
15 ~ 19%	15.40	n_6	$n_1+\dots+n_6$	P_6
20 ~ 29%	22.68	n_7	$n_1+\dots+n_7$	P_7
30 ~ 34%	32.45	n_8	$n_1+\dots+n_8$	P_8
35 ~ 39%	35.04	n_9	$n_1+\dots+n_9$	P_9
40 ~ 49%	42.92	n_{10}	$n_1+\dots+n_{10}$	P_{10}
50 ~ 59%	52.96	n_{11}	$n_1+\dots+n_{11}$	P_{11}
60 ~ 69%	60.46	n_{12}	$n_1+\dots+n_{12}$	P_{12}
70 ~ 79%	77.34	n_{13}	$n_1+\dots+n_{13}$	P_{13}
80 ~ 89%	88.70	n_{14}	$n_1+\dots+n_{14}$	P_{14}
90 ~ 99%	96.00	n_{15}	$n_1+\dots+n_{15}$	P_{15}
100 %	100.00	n_{16}	$n_1+\dots+n_{16}$	1.000000
合計		Total		

(例) 任意区間 $[0, 1]$ の乱数を発させて、上表の累積割合区間に該当する階級値をセレクトする。

試行	区間 $[0, 1]$ の任意数 X	支払割合
1	$P_3 < X < P_4$	8.10
2	$P_{11} < X < P_{12}$	60.46
3	$P_2 < X < P_3$	5.03
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

3.4.2.4 後遺障害保険金 L の算出

以上の結果から、後遺障害保険金は、以下の算出式に基づき算出することができる。

$$\text{保険金 } L = \text{保険金額 } A \times \text{後遺障害支払割合 } W_i / 100.00 + \text{付帯費用 (一律)}$$

3.4.2.5 後遺障害保険金総額の算出

上記の方法で求められた後遺障害保険金 L について、3.3の実被害者数(後遺障害者数： $n_{\text{後}}$ 回)だけ繰り返し計算を行ない、その累積額を保険金総額 $L_{\text{後}}$ とする。

3.4.3 入院保険金総額の算出

3.4.3.1 入院日額の対数正規分布への当てはめ

普通傷害保険統計の「1級から3級および就業中危険不担保の合計（平成10年度 個人契約・支払）」の入院日額区分別の被害者数分布に基づき、対数正規分布に当てはめ、パラメータ μ_{λ} 、 σ_{λ} を算出する。

3.4.3.2 入院日額Aの発生

上記の方法で求めたパラメータ μ_{λ} 、 σ_{λ} を用いて、対数正規分布に従った乱数により入院日額を算出する。

3.4.3.3 入院日数dの発生

普通傷害保険統計の「1級から3級および就業中危険不担保の合計（平成10年度 個人契約・支払）」の入院日数区分別の被害者数分布に基づき、対数正規分布に当てはめ、パラメータ μ_{λ} 、 σ_{λ} を算出し、このパラメータ μ_{λ} 、 σ_{λ} を用いて、対数正規分布に従った乱数により入院日数dを算出する。

3.4.3.4 入院保険金Lの算出

以上の結果から、入院保険金Lは以下の算出式により求めることができる。

$$\text{保険金 } L = \text{入院日額 } A \times \text{入院日数 } d + \text{付帯費用（一律）}$$

3.4.3.5 入院保険金総額の算出

上記の方法で求められた保険金Lについて、3.3の実被害者数（入院者数： n_{λ} 回）だけ繰り返し計算を行ない、その累積額を保険金総額 L_{λ} とする。

3.4.4 通院保険金総額の算出

基本的には、入院保険金総額の算出プロセス3.4.3.1～3.4.3.5と同じ

3.4.5 保険金総額 $L_{\text{合}}$ の算出

以上、3.4.1～3.4.4で算出された保険金種類別の保険金総額を合計する。すなわち、

$$L_{\text{合}} = L_{\text{死}} + L_{\text{後}} + L_{\lambda} + L_{\text{通}}$$

3.5 保険料総額 $P_{\text{合}}$ の算出

3.5.1 平均純率 r の算出

3.5.1.1 死亡・後遺純率の算出

$$r_{\text{死・後}} = r_{\text{死}} + r_{\text{後}} = \frac{L_{\text{死}}}{A} + \frac{L_{\text{後}}}{A} = \frac{n_{\text{死}} \times \bar{A}_{\text{支}}}{N \times \bar{A}_{\text{契}}} + \frac{n_{\text{後}} \times \bar{A}_{\text{支}} \times W}{N \times \bar{A}_{\text{契}}} = f_{\text{死}} + f_{\text{後}} \times W$$

（逆選択が働かないという前提で、 $\bar{A}_{\text{支}} / \bar{A}_{\text{契}} = 1$ とする⁴。

ここで、

⁴ 実際には、より保険金額や入通院日額が高額な契約者ほど平均事故頻度が高いという傾向がみられるが、この要素をシミュレーション・モデルに織り込むとした場合には、契約の保険金額分布と支払の保険金額分布をそれぞれ別々に設定する必要がある。また、入通院日額が高額な被害者ほど日数が長期化する傾向がみられる。今回のシミュレーション・モデルにおいては、とくに通院日額と日数長期化の傾向の関係について織り込んでいる。

r : 純率、 A : 総保険金額、 L : 総保険金
 n : 被害者数、 $\bar{A}_{\text{契}}$: 一人当たり平均アマウント (契約)
 N : 被保険者数、 $\bar{A}_{\text{支}}$: 一人当たり平均アマウント (支払)
 \bar{w} : 後遺障害平均支払割合、 f : 事故頻度

3.5.1.2 入院純率の算出

$$r_{\lambda} = \frac{L_{\lambda}}{A} = \frac{n_{\lambda} \times \bar{A}_{\text{支}} \times \bar{D}_{\lambda}}{N \times \bar{A}_{\text{契}}} = \frac{n_{\lambda}}{N} \times \frac{\bar{A}_{\text{支}}}{\bar{A}_{\text{契}}} \times \bar{D}_{\lambda} = f_{\lambda} \times \bar{D}_{\lambda}$$

ここで、 \bar{D}_{λ} : 一人当たり平均入院日数

3.5.1.3 通院純率の算出

$$r_{\text{通}} = \frac{L_{\text{通}}}{A} = \frac{n_{\text{通}} \times \bar{A}_{\text{支}} \times \bar{D}_{\text{通}}}{N \times \bar{A}_{\text{契}}} = \frac{n_{\text{通}}}{N} \times \frac{\bar{A}_{\text{支}}}{\bar{A}_{\text{契}}} \times \bar{D}_{\text{通}} = f_{\text{通}} \times \bar{D}_{\text{通}}$$

ここで、 $\bar{D}_{\text{通}}$: 一人当たり平均通院日数

3.5.2 平均料率 R の算出

予定損害率が 50% になるように、以下のとおり算出する。

3.5.2.1 死亡・後遺料率、入院料率、通院料率の算出

$$R_{\text{死・後}} = r_{\text{死・後}} / 0.50、\quad R_{\lambda} = r_{\lambda} / 0.50、\quad R_{\text{通}} = r_{\text{通}} / 0.50$$

3.5.3 保険料総額の算出

3.5.3.1 死亡・後遺、入院、通院の保険料総額および保険料総額 $P_{\text{合}}$ の算出

$$P_{\text{死・後}} = \bar{A}_{\text{死・後}} \times R_{\text{死・後}} \times N、\quad P_{\lambda} = \bar{A}_{\lambda} \times R_{\lambda} \times N、\quad P_{\text{通}} = \bar{A}_{\text{通}} \times R_{\text{通}} \times N$$

$$P_{\text{合}} = P_{\text{死・後}} + P_{\lambda} + P_{\text{通}}$$

3.6 損害率の計算

3.4 で求められた保険金総額 $L_{\text{合}}$ および 3.5 で求められた保険料総額 $P_{\text{合}}$ により、

$$\text{損害率} = L_{\text{合}} / P_{\text{合}}$$

3.7 被保険者規模別の損害率、ばらつき (標準偏差) の算出

シミュレーションを試行回数 (例えば、1,000 回) だけ繰り返すことにより、平均損害率 L / P および標準偏差 を算出する。

4. おわりに

今までの傷害保険における研究では、小規模集団の場合、その損害率がばらつくことは観念的には理解できていても、確率モデルを活用してどのくらいのばらつきになるかについて具体的に定量化し測定するという研究が不十分であった感がある。

研究部で考案したシミュレーション・モデルを用いることで、被保険者規模と損害率のばらつきの関係や引受金額について上限と下限を設定することによって、損害率のばらつきがどのように変化するのか定量的に明らかになり、保険会社が保険引受に際して、より適正なアンダーライティングを行なう際の有益な判断材料を提供してくれるものとする。

今回紹介したシミュレーション・モデルでは、小規模集団を抱える保険会社にとって、一保険会社が自力で損害率をコントロールできる有効な方策として、引受金額の上限を設定する方法を考案したが、現実問題としては、高額付保を希望する契約者の意向を保険会社として拒めない場面が生じるのも事実である。そうした場合には、他の保険会社へのリスク移転、すなわち、再保険システムの「超過額再保険」という手法を利用することになる。このような場合、今回紹介したシミュレーション・モデルを応用すれば、「超過損害額再保険」や「ストップ・ロス再保険」の出再保険料の算定だけでなく、例えば、「年間、一定人数以上の死者数が発生した場合に、超過死者数分だけを出再する」というように、非常にきめの細かくより巧妙な再保険条件の設定を行うことによって、小規模集団を抱える保険会社にとって損害率のばらつきを格段にコントロールするのに非常に効果的な方策を構築することができる。その数理的根拠に基づく合理的な再保険料の算定も可能となるものとする。今後も、より支払実態に適合したシミュレーション・モデルを構築するため、改良を加えていきたいと考える。

最後に、我々アクチュアリーが陥りやすい罠について警告を発することで、この研究の締めくくりとしたい。それは、ややもすると数理的手法だけが一人歩きをして、問題解決のための地道ではあるが本質的なアプローチを軽視しがちだからである。この研究で取り扱っているのは統計上から生じるばらつきのみであるが、リザルトのばらつきをもたらす要因には、その他に先述したとおり逆選択に代表されるヒューマン・ファクターが含まれているはずである。これらの問題に対しては、アンダーライターもしくは損害査定人などの永年に亘り培われた経験と知恵による事前・事後の適切な対処策なくして改善を図る道はない。こうした改善策を講じてもおお、残存するようなネガティブ・ファクターに対して、初めて逆選択要因の取り込みのための数理的なアプローチが意味を成すものとする。今回の研究において、紙面の都合上触れなかったが、通院日額の高額化と日数の長期化傾向については、数理モデル化し逆選択傾向を織り込むこととしたのはこうした趣旨からであることに留意されたい。

【参考文献】

- 1) 損害保険料率算定会：傷害保険統計, 1998.
- 2) 榊原進：はやわかりMathematica 共立出版, 1999.
- 3) Stuart A. Klugman, Harry H. Panjer, Gordon E. Willmot : Loss Models From Data to Decisions, 1998.
- 4) Robert V. Hogg, Stuart A. Klugman : Loss Distributions, 1984.
- 5) 国沢清典：確率統計演習 1 確率, 演習 2 統計 培風館.

(研究部)