

研究論文

ボーナス・マラス制度は逆選択に対して有効か？*

神谷 信一[†] 東城和仁

2006年1月3日投稿

2006年3月13日受理

概要

自動車保険ボーナス・マラス制度 (Bonus-Malus System: BMS) は契約者の個別リスクを保険料に適切に反映させることを主な目的として採用されている。その1つの効果として逆選択の防止や軽減に有効であることが知られている。しかしながら、各国によって異なるBMSがどのように逆選択に機能するかについての評価手法はこれまで具体的に示されていない。本稿では、BMSの漸近的特性を利用して定常状態における自動車保険の財の特性について分析を行い、それによって契約者固有のリスクが保険需要に与える効果影響を示す評価手法を示した。また、具体的に日本の近年のBMSでは、優良契約者には自動車保険をギフテン財とし、不良契約者には通常財とする効果を持ち、クレーム頻度の低い優良契約者に対する割引率の上昇は保険需要を低下させ、必ずしも逆選択に有効に機能しないことが示された。

キーワード: ボーナス・マラス, BMS, ノンフリート等級別料率, 効率性, 逆選択

1 はじめに

自動車保険では、料率制度の1つとして契約者の過去のクレーム履歴によって割増引率を決定する制度を採用している。日本をはじめ、多くのアジアやヨーロッパ諸国では、「ボーナス・マラス・システム」と呼ばれる制度を採用し、日本ではそれを「ノンフリート等級別料率制度」と呼ぶ。

日本の損害保険会社によって現在運用されているBMSを例にとると、契約者が新規に自動車保険に加入するとき、6等級が割り当てられる。割増率は、引受保険会社によって異なるものの、年齢条件が26歳未満不担保以上であれば割増引率0%、若年運転者を担保する条件では10%、30%といった割増率が一般に適用される。この割増引率は、契約者と契約車両¹の属性によって事前に区分された保険料に掛けられる割増引率であり、翌契約期間の契約等級は、前契約の等級と前契約期間におけるクレーム(保険金請求)件数によって決まる。前年度のクレーム件数が0件であれば、翌年度は1等級だけ等級が上がり7等級となり、20%の割引率が適用される。もし、クレームが1件あったならば、クレーム1件当たり3等級ダウンするため、3等級下がり、翌年度は3等級が適用され、20%の割増となる。また、前契約期間中に2件クレームがあったならば、6等級

* ウィスコンシン大学マディソン校経営大学院 保険数理・リスクマネジメント・保険学部 博士課程
(kamiya@bus.wisc.edu)

¹ 契約者と被保険者、契約車両と被保険車両を同一とする

下がるが、1等級が下限のため翌契約期間では1等級、60%割増が適用される。等級には上限(20等級)と下限(1等級)があるので、それを超えて等級が変わることはない。契約者は適用される等級(割増引率)に対応する自動車保険料を支払うことになる。このように、前年度の等級との保険金請求件数によって契約者の翌年度の割増引率を決定する制度を保険数理の分野では「ボーナス・マラス・システム (以下、BMS)」といわれる。

BMSが自動車保険のリスク細分化の手法として用いられる本来の目的は、契約者間の公平性と保険会社の健全性の観点から、異質なリスクをもつ契約者に対して、リスクに応じた適切な保険料を課すことであり、逆選択を防止・軽減するための役割を担っている。1つのリスク区分内に異質なリスクが混入することは不可避であり、保険制度において逆選択をもたらす原因は必ず存在する。よって、逆選択が重大な問題にならないよう管理する必要があり、それは異質なリスクをいかに適切に保険料に反映させ、保険需要を管理することに等しい。リスクの違いは契約者と契約車両の属性情報²によって部分的な区分は可能であるが、契約時に保険会社が契約者固有のリスクをすべて把握することは不可能であり、契約者が契約者固有のリスクを知っていたとすれば、保険会社と契約者間での情報の非対称性をもたらすことになる。また、契約者自身が自動車運転経験なしに自らのリスクについて完全に承知しているとも現実的ではない。結果として、事前情報によってリスク区分されたとしても、リスクの異なる契約者が同じ契約者集団に属することになり、同じリスク区分に属するすべての契約者に対して同水準の保険料を課すことがすべての契約者にリスクに見合った保険料を課していることにはならない。つまり事前情報のみでは契約者集団の大部分を占める優良契約者にとって自動車保険契約は固有リスクより高い保険料を支払わなければならない状況となり、保険需要を低下させるインセンティブを与えることになる。逆に不良契約者にとっては固有リスクより安い保険料で保険を購入できることになるため、保険需要の上昇をもたらし、結果として逆選択が重大な問題になる。

リスクに見合った料率を算出するにあたって、契約者の過去のクレーム履歴が将来のリスクを予測する最も有効な変数であることが知られている。BMSではその事後的な情報、特に、前年度のクレーム件数を用いることによって契約者の属するリスク区分が契約者固有のリスクに近づくよう契約更新ごとに割増引率の修正を行う。つまり、契約当初は事後情報が固有リスクを評価するために十分でなく、属性情報に大きく依存した保険料が適用されるため、異質な契約者間の不公平が存在するものの、長期的にはリスクを評価するのに十分な事後情報が得られ、属性情報よりもむしろ契約者個人の経験に基づく事後情報に大きく依存した保険料が適用されるため、契約者間の不公平を軽減させることが可能となる。つまり、BMSは短期的には、逆選択を防止・軽減する効果は小さく、長期的に固有リスクが十分に保険料に反映した場合逆選択を防止・軽減させる効果を持つと考えられる。

このように、BMSは逆選択の防止・軽減に貢献する制度であるが、これまでのBMS評価に関する先行研究では、保険数理の立場からクレーム頻度が適切に保険料に反映するかについて、後述のようにいくつかの尺度が主要なテーマとして扱われてきた。特にクレーム頻度の価格弾力性を示すロイマランタ効率性はその尺度が逆選択の可能性を示唆するものの、BMSの評価尺度として逆選択を扱った尺度はこれまで紹介されていない。また、逆選択についてはRothschild and Stiglitz(1976)をはじめとして多くの経済学者が、情報の非対称性の下でのリスク区分がパレート改善をもたらすかについて、これまでさまざまな先行研究を行ってきた。しかしながら、実際に半世紀以上にわたって多くの国々で採用されてきたBMSのスケールが具体的にどのように逆選択に

2 日本で使用が認められているリスク区分は、運転者年齢、性別、運転目的、使用状況、車種、安全装置、地域、所有台数の8種類

影響を与えるかについては研究がなされていない。

本稿ではBMSのクレーム頻度に対する漸近的な価格弾力性を示す主要な尺度の1つであるロイマランタ効率性を用いて、あるBMSの下でクレーム頻度が自動車保険の財の特性にどのような影響を与えるか、さらにそれが保険需要に与える影響を体系化することによって、BMSと逆選択の関係を示すことを目的とする。具体的には、1) 1期間期待効用最大化問題として解いた保険需要関数がロイマランタ効率性尺度の関数であることを示し、2) クレーム頻度の保険料に対する弾力性がクレーム頻度とBMS制度の違いによってどのように変化し、さらに、3) そのことが自動車保険需にどのような影響を及ぼすか、結果として、4) BMSと逆選択との間にどのような関係があるかを示す、という手法を用いる。

以下、本稿の構成は次の通りである。はじめに、本稿に直接関連するBMSの評価に関する先行研究とリスク区分と逆選択の関係を示す先行研究を概観する。次に、漸近的特性を利用したロイマランタ効率性を定義し、さらには、1期間モデルとしての保険需要関数を導き、それをロイマランタ効率性尺度の関数として示すことによって、保険の財の特性を決定する符号条件を導く。また、具体例として日本のBMSを用いて、ロイマランタ効率性と財の特性を決定する境界値を算出し、算出したそれらの値について逆選択の観点から解釈を与え、BMSが逆選択に対してどのような影響を持つかについて検討する。最後に、日本の現行BMSの下での料率変更が保険需要に与える影響を含めて結論を述べる。

2 先行研究

本稿に直接関連するBMSの先行研究は、Loimaranta(1972)によって紹介されたマルコフ連鎖の漸近的な特性を利用した効率性評価手法である。この評価尺度はあるクレーム頻度での定常状態分布を基に算出する定常状態平均保険料を仮定するため、クレーム頻度を特定することによって、各等級における契約者の分布が時間に依存することなく決定されるため、純粋にBMSの仕組みを比較評価する尺度として優れた特徴を持っている。また、この尺度はBMSの主な目的である、契約者固有のリスクに見合った保険料を提供することが制度としてどの程度機能しているのかを示す、契約者のクレーム頻度の変化率に対する定常状態平均保険料の変化率として定義されるリスクに対する価格弾力性尺度である(以下、ロイマランタ効率性とする)。この特性を活用し、Lemaire(1988)では、ヨーロッパ諸国と日本の13カ国の異なったBMSについて、Lemaire and Hongmin(1994)では22カ国の新旧合わせて30種類のBMSについて、ロイマランタ効率性尺度を用いて比較分析を行った。また、Lemaire(1995,1998)ではそれまでのBMSに関する研究成果の総括を行い、BMSの評価手法としてロイマランタ効率性を含め、これまでに確立した手法として以下の5つを示した。

1. 相対的定常平均保険料レベル
2. 保険料の変動係数
3. クレーム頻度に対する定常保険料レベルの弾力性
4. 平均的最適保有レベル
5. 予測正確性

さらにそれらを統合するために相互に相関のある上記1~4の指標についての主成分分析からスコアリングを行うことによって、各国のBMSを比較評価する手法も紹介されている。

本稿では、上記手法3にあたるロイマランタ効率性尺度を活用するが、その理由は本稿がBMSと逆選択、言い換えると、クレーム頻度を所与としたとき、BMSが保険需要にどのような影響を与えるのかを示す上で、後

述のようにロイマランタ効率性尺度がその関係を結ぶ有効な変数となりうることによる。また、現実的な問題意識は、リスクに対する保険料の弾力性が1、つまりクレーム頻度が1%上昇すれば、保険料も1%上昇するという関係が望ましいという前提（次節参照）に立ちながらも、Lemaire(1995)等で算出されたロイマランタ効率性は、多くのBMSでは、平均的より小さいクレーム頻度において望ましい弾力性を著しく下回ることにある。このことは、部分的には契約者や契約車両といった事前の属性情報によってリスクが基本保険料に反映していることで説明ができる。フランスの自動車保険データを用いた実証研究を行った Richaudeau(1999)では、事前情報によるリスク区分とBMSによるリスク区分の効果によって、リスク区分が有効に機能していると結論付けた上で、逆選択が存在することも示された。また、観察される逆選択も契約者固有のリスクによるといった Rothschild-Stiglitz 型の逆選択ではなく、単に運転距離が長いことによって事故の頻度が高くなることによるものかもしれないことを示唆した。

逆選択に関する先行研究は、本稿と最も密接に関連した分野では、競争市場における1期間モデル(Rothschild and Stiglitz(1976)に代表される)や多期間モデル(Dionne and Lasserre(1985), Watt and Vazquez(1997), Janees and Karamychev(2005))として、保険会社と契約者の間での保険契約でリスクに関する情報の非対称性が均衡状態にもたらす効果やノー・クレームボーナス制度やBMSでの事後情報の活用がどのような影響を及ぼすかについて多くの研究がなされている。しかし、これらの理論研究では、ノー・クレームボーナス制度やBMSの契約者固有のリスクに対する保険料弾力性の効果までは触れられていない。

我々の研究では、BMSの制度自体と逆選択の関係を示すことに焦点を当て、ロイマランタ効率性によって示される価格弾力性が、特に優良契約に対するリスクに対する価格弾力性が極めて低いことが保険需要に重大な影響を及ぼすと仮定し、その効果を検証する点において先行研究とは異なったアプローチを取る。

3 クレーム頻度に対する保険料水準の弾力性

3.1 弾力性

クレーム頻度に対する保険料の弾力性は、クレーム頻度が1%変化したとき、それに対して保険料が何%変化するかを見ることによってBMS自体の公平性を計る尺度として用いられる。

$$\text{弾力性} = \frac{\text{適用保険料の変化率}}{\text{保険請求頻度の変化率}}$$

弾力性が1より小さいということはクレーム頻度の変化率ほど保険料が変化しない、つまり保険料のリスクに対する感受性が低いBMSであるといえる。逆に、弾力性が1より大きいということはリスクに対する保険料の感受性が高い制度であることを意味する。そのため、割増引制度としてBMSのみを用いることを仮定すれば、目安として弾力性が1であることが個別リスクを保険料に適切に反映させるBMSであると解釈できる。しかし、この保険料弾力性を算出するためには、先行研究において述べたようにLoimaranta(1972)によって紹介されたマルコフ連鎖の漸近的な特性である定常状態を活用する必要がある。本研究では、このロイマランタ効率性尺度を活用することから、その詳細について説明を行う。

3.2 ロイマランタ効率性尺度

ロイマランタ効率性尺度は初期状態に依存しない定常状態を仮定する。この実務的な解釈はBMSが閉じた仕組みとして、新規の契約者、脱退者がいないこと、仮に新規・脱退があったとしても契約者の各等級の分布が変

わからないことが前提としている。また、特定されたクレーム頻度分布とパラメータに基づいて、契約者が保険金請求を行い、クレーム頻度分布が多期間にわたって一定であることを仮定する。定常状態とは、この仮定の下、長い時間の経過の後、各等級に属する契約者の分布が一定となり、初期条件に依存しない状態をいう。また、BMSでは各等級に対応する割増引係数(割増引率)が決まっており、定常状態における各等級への分布で期待値をとることによって、当該BMSの漸近的な期待保険料率が求められる。これを定常状態期待保険料という。

これ以降、保険契約者の1年間におけるクレーム件数がポアソン分布に従い、パラメータが平均クレーム頻度によって推定される λ であると仮定する。また、その定常状態期待保険料を $b(\lambda)$ と表わす。このとき、 λ に対する $b(\lambda)$ の弾力性 $\eta(\lambda)$ をロイマランタ効率性³という。

$$\eta(\lambda) \equiv \frac{db(\lambda)/b(\lambda)}{d\lambda/\lambda} = \frac{\lambda b'(\lambda)}{b(\lambda)} \quad (1)$$

いま、保険料が保険数理上公正であると仮定すると、収支相等の法則から保険金期待値に等しくなる保険料は、クレーム頻度 \times 1件当たりの平均請求額で計算される。特に、ポアソン分布パラメータ λ に従うクレーム頻度 N と1件当たりの請求額 X が独立であると仮定し、さらに請求額 X を定数1単位とすれば、保険料 $b(\lambda)$ はクレーム頻度 λ に等しくならなければならない。

$$b(\lambda) = \lambda \quad (2)$$

ここで、クレーム頻度 λ が100%変化したとき、つまり $\lambda \rightarrow \lambda(1+h)$ のとき、定常状態期待保険料の変化は次のように示される⁴。

$$\begin{aligned} b(\lambda(1+h)) &\approx b(\lambda) + \lambda h b'(\lambda) \\ &= b(\lambda)(1 + \eta(\lambda)h) \end{aligned} \quad (3)$$

したがってロイマランタ効率性 $\eta(\lambda) = 1$ であれば、近似的に定常期待保険料はクレーム頻度に比例する。

$$b(\lambda(1+h)) \approx b(\lambda)(1+h) \quad (4)$$

しかし、ロイマランタ効率性が $0 < \eta(\lambda) < 1$ であれば、すべての $\lambda > 0$ に対して単調減少関数となる。

$$\frac{d}{d\lambda} \ln(b(\lambda)/\lambda) = \frac{1}{\lambda} (\eta(\lambda) - 1) < 0 \quad (5)$$

$\ln(b(\lambda)/\lambda)$ は単調減少関数であるため、 $b(\lambda)/\lambda$ も単調減少関数となる。

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{b(\lambda)}{\lambda} = \infty, \quad \lim_{\lambda \rightarrow \infty} \frac{b(\lambda)}{\lambda} = 0 \quad (6)$$

図1はロイマランタ効率性が1未満の条件を満たす昭和58年7月改定BMSの b/λ の単調減少特性を示したものである。この特性から、 $b(\lambda) = \lambda$ となる唯一の $\lambda = \lambda_0$ が存在する。もし、保険料 $b(\lambda_0)$ が適用される契約者の平均クレーム件数が λ_1 であり、 $\lambda_0 < \lambda_1$ であれば、次の関係が成り立つ。

$$b(\lambda_1) < \lambda_1 \quad (7)$$

³ 定常状態期待保険料とロイマランタ効率性の算出については付録2を参照のこと

⁴ $b'(\lambda) = \eta(\lambda)b(\lambda)/\lambda$ を用いた

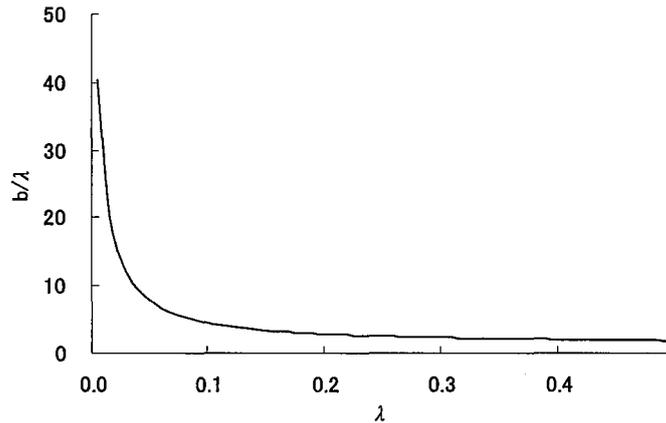


図 1: b/λ の単調減少関数特性 (昭和 58 年 7 月改定 BMS)

これは、この契約者が本来支払うべき保険料を払わず、他の $\lambda_0 > \lambda_2$ の契約者から補填を受けていることになる。逆に、 λ_2 では本来支払うべき保険料よりも多く支払っていることを意味する。

$$b(\lambda_2) > \lambda_2 \quad (8)$$

このように、クレーム頻度を適切に反映した保険料を保険契約者に課す BMS であるためには、ロイマランタ効率性尺度が 1 に近いほうが望ましいということが示される。

4 保険需要とロイマランタ効率性

4.1 1 期間期待効用最大化問題としての保険の最適購入

初期富 W_0 を持つ消費者が、自動車事故に伴う経済的損失 L を回避するために定常状態にある BMS の期待割増引率が適用される自動車保険契約を購入する状況を考える。ここで、1 期間のクレーム頻度はポアソン分布に従うとし、契約者固有のリスクをパラメータ λ で一定とする。適用保険料は定常状態平均保険料 $b(\lambda)$ ⁵ とし、保険金額を I 、契約者の効用関数を u としたとき、定常状態における契約者の意思決定は 1 期間期待効用最大化問題として次のように定式化される。

$$E[u(\bar{W}_1)] = e^{-\lambda} u(W_0 - Ib) + (1 - e^{-\lambda}) u(W_0 - L + I - Ib) \quad (9)$$

右辺第 1 項は契約者が事故を起こさない確率 $e^{-\lambda}$ に、その場合の 1 期後の富の効用を、第 2 項は事故がある確率に、その場合の 1 期後の富の効用を掛けたものである。事故がない場合、個人の富は初期富 W_0 から保険料 Ib を引いたものが 1 期後の富の水準となり、事故がある場合は初期富から保険料と損害額 L を引き、保険金 I を加えた額となる。クレーム頻度分布にポアソン分布を仮定しているため、1 期間のクレーム件数が 2 件以上になることがあるが、この場合の 1 期間後の富の水準への影響は小さいものとする。そのため事故ありとなしの場合の二項モデルとして示す。(9)式を初期富から保険料を引いた水準 $(W_0 - Ib)$ で 2 次の項までテイラー展開し、保険金額 I について微分して期待効用最大化問題を解くと、次の最適保険金額式が得られる。

⁵ 以後、必要に応じて $b(\lambda)$ または b で表現する

⁶ 平均的クレーム頻度を想定したとき、クレーム頻度 λ は十分に小さく、事故なしの確率 $e^{-\lambda}$ は $(1-\lambda)$ で、事故ありの確率 $(1-e^{-\lambda})$ は λ で近似可能である。

$$I^* \approx L - \frac{b - (1 - e^{-\lambda})}{(1 - e^{-\lambda})(1 - b)} R \quad (10)$$

ここで、 R は Pratt-Arrow の絶対的危険回避度 $R = -u''/u'$ であり、消費者が危険回避的であるとするために $R > 0$ とする。

4.2 保険の財としての特性

一般的に富の増加に対して危険回避度が減少すると考えられるため、保険需要の所得弾力性は負となる。つまり、富が保険の代替財として働く劣等財であると考えられる。(10)式を用いて保険料と保険需要の関係をみると、

$$\frac{\partial I^*}{\partial b} = -\frac{e^{-\lambda}}{(1 - e^{-\lambda})(1 - b)^2} R < 0 \quad (11)$$

という条件が得られる。分母、分子が共に正の値をとり、他が一定であれば、保険料と保険需要が負の関係を持ち、クレーム確率が一定であるとき保険料が上がれば需要も減少し、保険料が下がれば保険需要は増加するという特性を持つ。つまり、クレーム頻度の保険料弾力性が1であることを暗に仮定したとき、保険は通常財であるといえる。次に、保険需要の保険料に対する弾力性を考慮したとき、通常財かギッフェン財かについての符号条件を考える。保険需要の価格弾力性をロイマランタ効率性の関数として表現するために、まず、保険需要のクレーム頻度との関係を示すと、

$$\frac{\partial I^*}{\partial \lambda} = \frac{e^{-\lambda} \left[b(1 - b) - (1 - e^{-\lambda}) \frac{\partial b}{\partial \lambda} \right]}{\left[(1 - e^{-\lambda})(1 - b) \right]^2} R \quad (12)$$

さらに、(12)式の左辺は、次のように保険需要の価格弾力性をロイマランタ効率性の関数として表現することができる。

$$\frac{\partial I^*}{\partial \lambda} = \frac{\partial I^*}{\partial b} \frac{b}{\lambda} \eta(\lambda) \quad (13)$$

この関係から、保険需要と保険料の関係を示す(14)式が導かれる。

$$\frac{\partial I^*}{\partial b} = \frac{e^{-\lambda} \left[\lambda(1 - b) / \eta(\lambda) - (1 - e^{-\lambda}) \right]}{\left[(1 - e^{-\lambda})(1 - b) \right]^2} R \quad (14)$$

(14)式について、右辺分子[・]内の正負が(14)式の正負となることがわかる。危険回避度 R 、クレーム頻度 λ もまた正の値を仮定し、定義された効率性について解き、符号条件として示すと、

$$\begin{cases} \frac{\partial I^*}{\partial b} < 0 & \text{if } \eta(\lambda) > \frac{\lambda(1 - b)}{1 - e^{-\lambda}} \\ \frac{\partial I^*}{\partial b} > 0 & \text{if } \eta(\lambda) < \frac{\lambda(1 - b)}{1 - e^{-\lambda}} \end{cases} \quad (15)$$

また、 λ が十分に小さい場合、下のように近似可能である。

$$\frac{\lambda(1 - b)}{1 - e^{-\lambda}} \approx 1 - b \quad (16)$$

つまり、(11)式で見たように、クレーム頻度の価格弾力性を加味しない場合、保険は常に通常財であることが

示されるが、価格弾力性を加味した場合必ずしも通常財とはならないことがわかる。価格弾力性としてのロイマランタ効率性がある基準より十分に大きいとき、適用保険料と保険需要の変化は負の関係を持ち、保険は通常財となるが、効率性がある水準より小さいとき、適用保険料が高くなると需要が増加し、保険料が低下すると需要が減少するというギッフェン財の特性を持つことがわかる。通常財とギッフェン財の境界値は上で示されるように定常状態期待保険料 b とクレーム頻度 λ の関数として表される。

近似式を用いると、境界値は次のような解釈ができる。境界値の $1-b$ は1から定常状態期待保険料を引いたものであり、正の値をとるとき、定常状態の期待割引率を意味する。つまり、クレーム頻度が小さい近似可能な範囲において、ロイマランタ効率性と定常状態で期待される割引率の大小関係によって自動車保険財の特性が決まり、ロイマランタ効率性が期待割引率より大きければ通常財、小さければギッフェン財となる。このように、BMSの効率性尺度は異質なクレーム頻度を持つ契約者集団それぞれの保険需要に対して有益な示唆を与えることがわかる。

5 日本の自動車保険ボーナス—マラス制度の変遷

日本の自動車保険において無事故割引制度が全車種に対して適用されるようになったのは昭和38年7月からであり、当時の最高割引率は15%であった。しかし、契約者間の公平性を確保するために、昭和40年10月には、最高割引率が50%に引き上げられた。これは、初年度は「割引なし」が適用され、1年間無事故であると、翌年度は10%の割引率が適用され、無事故が継続すると、毎年10%ずつ割引率が上昇するというものであり、5年以上無事故であれば最高割引率50%が適用された。しかし、もし保険金支払事故があると、翌年度は「割引無し」に戻るといった比較的優良契約者に厳しいペナルティーが適用されるものでもあった。最高割引率の引き上げと同時に特別付加割増制度が新設され、前契約に保険金支払事故3件以上ある場合、損害率が200%以下であれば50%の割増率、損害率200%超であれば100%の割増率が適用された。しかし、この制度は契約者の告知によって適用される割増率であり、適切な運用が行われたとはいえない。この割増制度は数回の規定の変更を経て昭和59年7月に「ノンフリート等級別料率制度」に統合されるまで、過去1年間の保険金支払事故3件以上の契約者に対してのみ適用されたという点では一貫して、特別にクレーム頻度の高い契約者のみを対象としたペナルティーであったといえる。無事故割引制度は昭和40年10月の制度改定以降、若干の改定を経て昭和58年7月に最高割引率を60%まで引き上げた。

翌昭和59年7月に「ノンフリート等級別料率制度」が新設され、従来の第二種デメリット料率(旧特別付加割増)と無事故割引制度を統合し、前年度1年間の事故件数のみではなく、過去の全履歴を割増引率に反映される等級制度とした。この制度が現在に至るまで損害保険会社によって一般的に適用されているノンフリート等級別料率制度の原型であり、前年度無事故であれば翌年度の等級が1等級アップするルールや新規契約が6等級から始まり、また最高割引率が60%であるなどの規定は現行制度と同様である。しかし、当時の制度は現行制度と比較していくつかの相違点がある。1つは、等級数が16等級であり、現行より等級数にして4等級少なかった。また、最高割増率が30%であり、現行では一般的に60%が適用されていることから、クレーム頻度の高い契約者にとってはペナルティーの小さい制度であったといえる。逆に、割引率は現行と同様の最高割引率が60%であり、しかも14等級で60%割引が適用されるということは、6等級から8年間の連続無事故で最高割引率に到達が可能であった。現行では18等級以上が割引60%となり、新規の6等級から12年連続無事故である必要があることから、当時は優良契約者がより早く最高割引を適用することができた。さらに、保険金支

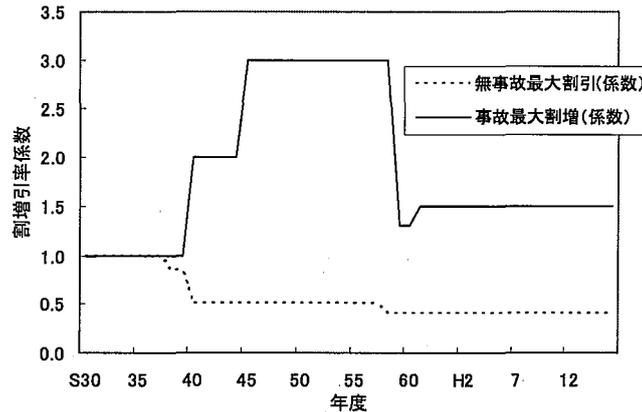


図2: 日本の自動車保険 BMS による最大割増引率の変遷

払事故1件に対して等級ダウンが2等級であり、現行の3等級よりも落ち幅の小さいルールであったが、人身事故の場合は1件を2件カウントするという規定があり、人身事故は物損事故の2倍のペナルティーを与えるというルールが運用された。

昭和61年10月の改定では、契約者間の不公平性を是正するために1等級と2等級の割増率が見直され、それまで同じ30%割増が適用されていたそれぞれの等級に対して、1等級は50%、2等級には40%が適用されることになった。同時に、事故の内容によって等級ダウンに差をつける規定を設けた。これもBMS制度が契約者の本質的なリスクに焦点を当てるための改定であり、保険金支払事故が搭乗者傷害保険のみや、車両保険を含んでいてもその事故原因が火災・盗難・台風・落書き等の契約者に責任ない蓋然性が高い事故については事故件数に含めないなどの規定を設け、これを「ノーカウント事故」とした。

これらの諸規定は平成に入っても見直しが繰り返され、平成5年4月には従来の1件の事故について2等級ダウンし、人身事故を含む事故を2件カウントする規定が廃止になり、全ての事故が1件につき3等級ダウンするようになった。また、昭和61年10月に設けられたノーカウント事故は、車両保険を含むものについては保険金支払いがあっても等級をアップさせるノーカウント事故から等級を据え置く「等級据え置き事故」に変更した。

平成10年7月の算定会料率使用義務の廃止以降、損害保険会社各社がノンフリート等級別料率制度の独自運用を始め、平成12年の完全自由化を前後して、等級数や割引率に各社バラつきがみられるようになった。しかし、平成16年現在、日本損害保険協会加盟24社のうち、自動車保険を扱う16社は、年齢条件による割増率に若干の差異はあるものの、すべて付録1⁷⁾に示した現行20等級制度を使用している。これまで日本で適用されてきたBMSの等級数と推移ルールの代表的な制度を付録に示したの。

6 BMS ロイランタ効率性と財の境界値

6.1 ロイランタ効率性計算結果

表1は日本でこれまで適用されたBMSにおけるクレーム頻度 λ に対する定常状態期待保険料を示したものである。昭和59年7月改定後に適用されたBMSは現行BMSの原形であり、いくつかの大幅な推移ルールや等級

7 その他5種類のBMSの等級数と推移ルールについて掲載した

表1：BMS 改定と定常状態期待保険料の変化

λ	定常状態期待保険料										
	s38/7	s40/10	s45/6	s49/1	s58/7	s59/7	s61/10	h5/4	h10/5	h11/5	現行
0.02	0.85	0.53	0.53	0.51	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.04	0.86	0.56	0.56	0.52	0.42	0.40	0.40	0.40	0.40	0.41	0.40
0.06	0.86	0.58	0.58	0.53	0.43	0.40	0.40	0.41	0.41	0.42	0.40
0.08	0.87	0.60	0.61	0.54	0.45	0.40	0.40	0.41	0.41	0.43	0.41
0.10	0.87	0.63	0.63	0.56	0.46	0.41	0.41	0.42	0.42	0.44	0.41
0.12	0.87	0.65	0.65	0.57	0.48	0.41	0.41	0.44	0.44	0.45	0.41
0.14	0.88	0.67	0.67	0.59	0.50	0.42	0.42	0.46	0.46	0.48	0.43
0.16	0.88	0.68	0.69	0.61	0.52	0.43	0.43	0.49	0.49	0.51	0.44
0.18	0.88	0.70	0.71	0.62	0.54	0.45	0.45	0.54	0.54	0.55	0.47
0.20	0.88	0.72	0.73	0.64	0.57	0.47	0.47	0.59	0.59	0.60	0.51
0.30	0.90	0.78	0.81	0.74	0.69	0.70	0.72	<u>0.94</u>	<u>0.94</u>	<u>0.94</u>	0.85
0.40	0.91	0.83	0.87	0.84	0.81	<u>0.99</u>	<u>1.04</u>	1.18	1.18	1.17	<u>1.11</u>
0.50	0.92	0.87	0.93	0.92	0.91	1.15	1.23	1.30	1.30	1.29	1.25
0.60	0.93	0.91	0.97	<u>0.99</u>	<u>0.99</u>	1.22	1.33	1.36	1.36	1.35	1.32
0.70	0.94	0.94	<u>1.02</u>	1.06	1.05	1.25	1.37	1.39	1.39	1.39	1.38
0.80	0.94	0.97	<u>1.06</u>	1.11	1.11	1.27	1.40	1.41	1.41	1.41	1.41
0.90	0.95	<u>1.00</u>	1.11	1.16	1.16	1.28	1.42	1.43	1.43	1.43	1.44
1.00	<u>0.96</u>	<u>1.03</u>	1.15	1.21	1.21	1.28	1.44	1.44	1.44	1.44	1.46

(注) 下線は定常状態期待保険料が1に最も近い値を示す

数の改定を行ったものの、それ以降のBMSでは同様の定常状態期待保険料となっていることがわかる。現行制度を例にとると、小さいクレーム頻度に対して最低水準が0.4であり、昭和59年7月改定以降のBMSの下では、定常状態における最低期待保険料は基本保険料の40%程度となる。また0.1程度の平均的なクレーム頻度でも最低水準とほぼ同等の0.41となり、平均的クレーム頻度以上の優良契約者にとってクレーム頻度が保険料に反映しにくい制度になっていることがわかる。逆に0.4程度のクレーム頻度で定常状態期待保険料が1となることは基本保険料がクレーム頻度0.4程度を基準に基本保険料が計算されていると解釈することもできる。また、時系列で比較すると、定常状態期待保険料を1とするクレーム頻度がBMSの改定が進むごとに低下する傾向にあったが、現行BMSへの改定では上昇していることがわかる。

表2はロイマランタ効率性の変化を示した。全てのBMSについて共通する特徴として、ロイマランタ効率性は一部を除くほとんどのクレーム頻度で1を大きく下回る水準であることがわかる。特にクレーム頻度の小さい優良契約に対する効率性にその傾向が強いことがわかる。個別BMSについて、昭和59年7月改定以前のBMSでは、効率性の最大値は小さいものの全てのクレーム頻度において効率性の差が小さく、極端なクレーム頻度に対して比較的高い効率性をもたらす制度であった。昭和58年7月改定のBMSではクレーム頻度0.1において効率性が0.4であり、他のBMSと比較してきわめて高い水準を示し、日本の平均的なクレーム頻度に対して効率的なBMSであったといえる。定常状態期待保険料の場合と同様に昭和59年7月の改定以降では同様の効率性となっていることがわかる。昭和59年7月以降のBMSでは、特徴として、平均より高い0.2から0.4のクレーム頻度に対して特に効率的な制度である。逆に平均的クレーム頻度以下の優良契約、もしくはクレーム頻度0.4超の不良契約では、クレーム頻度の変化が保険料に反映しにくい制度であるともいえる。

8 事前情報によるリスク区分を加味した場合、また定常状態を仮定しない場合には解釈は異なる

表2：BMS 改定とロイマランタ効率性の変化

λ	ロイマランタ効率性										
	s38/7	s40/10	s45/6	s49/1	s58/7	s59/7	s61/10	h5/4	h10/5	h11/5	現行
0.02	0.00	0.05	0.05	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
0.04	0.01	0.09	0.10	0.04	0.14	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01
0.06	0.01	0.12	0.13	0.07	0.23	0.01	0.01	0.03	0.03	0.05	0.01
0.08	0.02	0.15	0.16	0.10	0.31	0.03	0.03	0.07	0.07	0.10	0.03
0.10	0.02	0.17	0.18	0.13	0.40	0.05	0.05	0.15	0.15	0.16	0.06
0.12	0.02	0.18	0.20	0.17	0.49	0.09	0.09	0.26	0.26	0.26	0.12
0.14	0.03	0.19	0.21	0.20	0.57	0.16	0.16	0.42	0.42	0.40	0.22
0.16	0.03	0.20	0.22	0.24	0.64	0.25	0.25	0.61	0.61	0.57	0.38
0.18	0.03	0.21	0.23	0.27	0.71	0.38	0.39	0.82	0.82	0.76	0.62
0.20	0.03	0.21	0.24	0.30	0.76	0.55	0.57	<u>1.01</u>	<u>1.01</u>	0.94	0.90
0.30	0.04	0.22	0.26	0.41	0.85	<u>1.37</u>	<u>1.42</u>	<u>1.04</u>	<u>1.04</u>	<u>1.02</u>	<u>1.26</u>
0.40	0.05	0.22	0.27	0.43	0.75	0.98	<u>1.03</u>	0.55	0.55	0.56	0.66
0.50	0.05	0.22	0.28	0.42	0.61	0.48	0.52	0.30	0.30	0.31	0.39
0.60	0.05	0.22	0.29	0.40	0.50	0.25	0.29	0.19	0.19	0.20	0.27
0.70	0.06	0.22	0.30	0.39	0.44	0.14	0.19	0.14	0.14	0.14	0.21
0.80	0.06	0.24	0.32	0.38	0.41	0.09	0.13	0.10	0.10	0.11	0.18
0.90	0.05	0.25	0.35	0.39	0.41	0.06	0.10	0.08	0.08	0.09	0.15
1.00	0.05	0.27	0.37	0.40	0.41	0.04	0.08	0.07	0.07	0.07	0.13

(注)下線はロイマランタ効率性が1を超える値を示す

次に、平均的クレーム頻度やその他の代表的なクレーム頻度に対する効率性が、これまで行われてきたBMSの改定によってどのように変化してきたかを観察する。改定が進むにつれて、クレーム頻度0.2や0.3といった平均的クレーム頻度より高い契約者に対する効率性は大幅に上昇し、近年のBMSでは効率性が1に近い値もしくは1以上の値をとる。これは、平均より高いリスク契約者に対してリスクを保険料に反映させるような改定をしてきたことを示すものであるが、一方で、クレーム頻度0.4を超える契約者に対する効率性は低い値を示す。つまり、日本のBMSはこのような高いリスクを保険料に十分に反映させることができない制度である。また、優良契約者にとっても同様である。このことは、等級の上限と下限の存在によって極端なリスク水準が割増引率に反映しないこと、また、上限では上限に近いいくつかの等級で同じ割引率が適用されることが要因である。

6.2 財の境界値

現行BMSを例に考えると、クレーム頻度がポアソン分布に従いパラメータ $\lambda=0.1$ であれば、定常状態平均保険料 b は0.41となり、境界値は0.62となる。保険が通常財の特性を持つためにはロイマランタ効率性が境界値より大きくなければならない。逆に効率性が境界値よりも小さければ、そのクレーム頻度を持つ契約者にとって自動車保険はギッフェン財となる。現行BMSの効率性 $\eta(0.1)$ は0.06であることから、 $\lambda=0.1$ をもつ契約者にとって自動車保険はギッフェン財となる。また、 $\lambda=0.2$ の契約者なら、0.54が境界値となり、 $\eta(0.2)$ は0.90であることから、自動車保険は通常財の特性を持つことがわかる。このクレーム頻度と境界値の関係を各BMSについて示したものが表3である。

表3より、昭和38年7月改定のBMSでは全てのクレーム頻度に対して自動車保険がギッフェン財となることが示された。つまり、保険料の低下に対して需要が減少する状況が想定される。また、昭和58年7月改定以前のBMSでは、全般的に効率性の低い制度であったため、かなり高いクレーム頻度までギッフェン財となった。

表3：財特性の境界値の変動

λ	財の境界値										
	s38/7	s40/10	s45/6	s49/1	s58/7	s59/7	s61/10	h5/4	h10/5	h11/5	現行
0.02	0.15	0.48	0.48	0.50	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.61
0.04	0.15	0.45	0.45	0.49	0.59	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.61
0.06	0.14	0.43	0.43	0.48	0.58	0.62	0.62	0.61	0.61	0.60	0.62
0.08	0.14	0.41	0.41	0.48	0.57	0.62	0.62	0.61	0.61	0.60	0.62
0.10	0.14	0.39	0.39	0.47	0.56	0.62	0.62	0.61	0.61	0.59	0.62
0.12	0.14	0.38	0.37	0.45	0.55	0.62	0.62	0.60	0.60	0.58	0.62
0.14	0.13	0.36	0.35	0.44	0.53	0.62	0.62	0.58	0.58	0.56	0.62
0.16	0.13	0.34	0.33	0.43	0.52	0.61	0.61	0.55	0.55	0.53	0.60
0.18	0.13	0.33	0.32	0.41	0.50	0.60	0.60	0.51	0.51	0.49	0.58
0.20	0.13	0.31	0.30	0.39	0.48	0.58	0.58	0.45	0.45	0.44	0.54
0.30	0.12	0.25	0.22	0.30	0.36	0.35	0.33	0.07	0.07	0.07	0.18
0.40	0.11	0.20	0.16	0.19	0.23	0.01	-0.05	-0.22	-0.22	-0.21	-0.14
0.50	0.10	0.16	0.09	0.10	0.12	-0.19	-0.30	-0.38	-0.38	-0.37	-0.32
0.60	0.09	0.12	0.03	0.01	0.02	-0.29	-0.43	-0.47	-0.47	-0.47	-0.43
0.70	0.09	0.08	-0.03	-0.08	-0.07	-0.35	-0.52	-0.54	-0.54	-0.54	-0.52
0.80	0.08	0.04	-0.09	-0.16	-0.16	-0.39	-0.59	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
0.90	0.07	0.00	-0.16	-0.25	-0.25	-0.42	-0.64	-0.65	-0.65	-0.65	-0.67
1.00	0.07	-0.04	-0.24	-0.34	-0.34	-0.45	-0.69	-0.70	-0.70	-0.70	-0.73
境界λ	—	0.36	0.26	0.24	0.13	0.19	0.19	0.15	0.15	0.16	0.18

(注1)境界λより小さいλではギッフェン財、大きいλでは通常財となる

(注2)昭和38年7月改定のBMSでは全てのクレーム頻度λで効率性が境界値と交差しない

しかし、昭和58年7月改定のBMSではクレーム頻度0.13が境界値となるため、平均的なクレーム頻度を中心にそれ以下であればギッフェン財となり、それ以上であれば通常財になる制度であり、過去のBMSの中で境界値の最も低い制度であった。昭和59年7月以降のBMSの共通点はクレーム頻度0.15から0.2の間に境界値があり、大部分の優良契約者を含む平均的クレーム頻度より小さい契約者にとって自動車保険はギッフェン財となり、それ以上は通常財となる特徴を持つ。

このように、これまで日本で運用されてきた各BMSはその等級数と推移ルールの違いによって保険需要に対してそれぞれ大きく異なる影響を与えてきたことが分かる。さらに、クレーム頻度によって効率性が異なるBMSを運用することは、それぞれのクレーム頻度に対して異なる財の特性を与えることになる。

6.3 優良契約の需要を増加させるためのBMSとは

料率自由化以降、損害保険会社間での自動車保険のマーケットシェア拡大の熾烈な競争が続いているが、料率低下はその結果の1つとして考えられる。実際に現行BMSは平成11年5月改定BMSと比較して、0.8以下のすべてのクレーム頻度で、定常状態期待保険料が低下しており、このことは他の条件が一定であれば長期的に保険料率が低下していることを示している。

市場原理による料率の低下によって、自動車保険の需要が増加すると一般的には考えられるが、上で示したようにリスクが十分に保険料に反映しないような料率制度の下では、自動車保険をギッフェン財としてみる契約者集団も存在する。つまり現行BMSでは、割引率を上昇させ、割増率を低下させるような一律の保険料低下をもたらす改定を行うと、クレーム頻度0.18以上の高ロス契約者集団の保険需要を増加させる一方で、良質な契約者集団を含むクレーム頻度の低いにとって保険はギッフェン財になるため、彼らの保険需要は逆に低下することになり、逆選択の状況を悪化させることになる。逆に、割引率を低下させ、割増率を上昇させるような

保険料の上昇をもたらす改定を行った場合、保険をギッフェン財と考える優良契約者の需要は増加し、通常財とみなす不良契約者の保険需要は減少する。結果として逆選択の状況を改善させることになり、保険会社にとって望ましい結果をもたらすと考えられる。

つまり BMS の改定によって逆選択を管理するためには、低いクレーム頻度に対する境界値を大きく下回る BMS 効率性の下では、ギッフェン財の特性から、BMS 割増引率を上昇させることが良質な保険需要の増加をもたらす。同様に、不良契約の保険需要を減少させるためには、高いクレーム頻度に対する境界値より高い BMS 効率性のもとで、割増引率を上昇させる方法が有効であると考えられる。

7 おわりに

我々の研究目的は、日本をはじめとするアジアやヨーロッパ諸国において自動車保険の料率制度の 1 つとして使用される BMS が逆選択の防止・軽減に機能するものであるかを検証することにある。BMS は契約者固有のリスクを保険料に反映させることによって、異質なリスクを持つ契約者間の保険料負担に関する不公平性を是正する役割を担っており、保険数理上公平な保険料以上の保険料を負担する優良契約者の保険需要を低下させ、公平な保険料以下の保険料しか負担しない契約者の保険需要を増加させるという逆選択の状況を改善する役割を担っていることは知られている。しかし、実際に運用される BMS のクレーム頻度に対する保険料の弾力性は多くの契約者にとって十分な水準ではなく、そのことが保険需要や逆選択に重大な影響を及ぼすのではないかと考える。

BMS と保険需要の関係を示すために、クレーム頻度の定常状態における保険料弾力性を示す尺度であるロイマランタ効率性を活用し、適用される BMS とクレーム頻度によって異なるロイマランタ効率性が契約者の保険需要にどのような影響を与えるのかを示した。具体的には、一期間期待効用最大化問題から最適保険購入金額を導き、保険料が変動するときに最適保険購入金額がどのような変動をするかを示した。クレーム頻度の保険料弾力性を加味しないとき、自動車保険は通常財の特性を持ち、保険料の上昇に対して保険需要は低下し、保険料の低下は需要を低下させることが示された。しかし、ロイマランタ効率性として定義されるクレーム頻度の保険料弾力性が加味されたとき、自動車保険は必ずしも契約者にとって通常財にはならないことがわかった。クレーム頻度を保険料に反映される役割を担っている BMS のロイマランタ効率性が (15) 式で定義された境界値より小さければ、そのクレーム頻度を持つ契約者にとって自動車保険はギッフェン財となり、保険料の低下が需要の低下をもたらす。逆に保険料の上昇が需要を上昇させる。また、逆にロイマランタ効率性が境界値より大きければ、自動車保険は通常財と認識され、一般に期待されるように、保険料の上昇が需要の低下をもたらす。逆に保険料の低下は需要を増加させるという財の特性を持つことが示された。

実証分析として、日本で採用された BMS を用いて定常状態期待保険料、ロイマランタ効率性、そして財の境界値を算出し、それぞれの BMS とクレーム頻度について自動車保険がギッフェン財になるか通常財となるか、またその境界クレーム頻度を示した。ロイマランタ効率性について、全ての BMS について共通する特徴として、一部を除くほぼ全てのクレーム頻度で 1 を大きく下回り、特にクレーム頻度の小さい優良契約に対する効率性にその傾向が強いことがわかった。また、改定が進むにつれて、クレーム頻度 0.2 や 0.3 といった平均的クレーム頻度より高い契約者に対する効率性は大幅に上昇する一方で、クレーム頻度 0.4 を超える契約者に対する効率性は低い値を示した。BMS では等級の上限と下限の存在によって極端なリスク水準が割増引率に反映しないことは示された。財の特性について、昭和 59 年 7 月以降の BMS ではクレーム頻度 0.15 から 0.2 の間に財の

境界値があり、大部分の優良契約者を含む平均的クレーム頻度より小さい契約者にとって自動車保険はギブアップ財となり、それ以上は通常財となる特徴を持つことがわかった。

また、現行 BMS は料率自由化以降損害保険会社各社がそれぞれ異なる BMS を採用し、一定期間の自由競争を経て、たどりついた均衡状態であるといえる。この現行 BMS は、結果として、自由化実施以前と比較して、低いクレーム頻度に対してより低い効率性を、高いクレーム頻度に対してより高い効率性を科す制度となった。このような BMS となったことは、上で述べたように優良契約者に対しては割高な保険料でも保険需要が維持でき、逆に不良契約者の保険需要を減少させる効果を持つと解釈することができる。このように、BMS のロイマランタ効率性尺度を算出し、さらにそれ活用して保険需要を分析することによって、それぞれの BMS の持つ特性を個別リスクの保険料への反映が保険需要へ与える影響を分析することが可能となった。

最後に、この手法の実務への応用に関して主要な 2 つの問題点について検討する。1 つは、ロイマランタ効率性尺度が定常状態分布という強い仮定の下で算出される尺度であることである。定常状態分布を仮定することは、クレーム頻度の変化率に対する保険料の変化率、つまり保険料のリスクに対する弾力性を算出するために欠かせない条件であると同時に、BMS が閉じたシステムとして何年もの経過の後に得ることのできる分布であることから、効率性尺度の絶対的な値としての現実的な意味合いを低下させる。2 つ目の問題点としては、保険需要の分析において事前情報によるリスク区分を加味していないことが挙げられる。実際の運用では事後情報によるリスク区分として用いられる BMS は事前の属性情報によるリスク区分と併用される。よって、その効果を加味した場合、今回の分析で得た結果は異なることが予想される。これら 2 つの問題点を回避する方法として、これらの尺度は絶対的な尺度としてではなく、BMS 間の相対的な評価尺度として用いられるべきである。

参考文献

- [1] 神谷信一、東城和仁(2005)、「日本の自動車保険ボーナス・マラス制度は効率的か?」,日本保険・年金リスク学会, 大会予稿集, 日本大学
- [2] 自動車保険料率算定会調査室 (1994),『自動車保険料率・制度の変遷』第 4 版, 自動車保険料率算定会.
- [3] 日本アクチュアリー会著 (2000),『損保数理』, 日本アクチュアリー会.
- [4] Janssen, M.C.W. and Karamychev, V.A. (2005), "Dynamic Insurance Contracts and Adverse Selection", *Journal of Risk and Insurance*, Vol.72, No.1, 45-59.
- [5] Lasserre, P. and Dionne, G. (1985), "Adverse Selection, Repeated Insurance Contracts and Announcement Strategy", *Review of Economic Studies*, Vol.52, No.4, 719-723
- [6] Lemaire, J. and Hongmin, Z. (1994), "A Comparative Analysis of 30 Bonus-Malus Systems", *ASTIN Bulletin*, 24, 287-309.
- [7] Lemaire, J. (1985), *Automobile Insurance: Actuarial Models*. Boston: Kluwer.
- [8] Lemaire, J. (1988), "A Comparative Analysis of Most European and Japanese Bonus-Malus Systems", *Journal of Risk and Insurance*, 55, 660-681.
- [9] Lemaire, J. (1995), *Bonus-Malus Systems in Automobile Insurance*. Boston: Kluwer.
- [10] Lemaire, J. (1998), "Bonus-Malus Systems: The European and Asian Approach to Merit-Rating", *North American*

Actuarial Journal, Volume 2, No.1, 26-47.

- [11] Loimaranta, K. (1972), "Some Asymptotic Properties of Bonus Systems", *ASTIN Bulletin*, 6, 233-245.
- [12] Richaudeau, D. (1999), "Automobile Insurance Contracts and Risk of Accident: An Empirical Test Using French Individual Data", *Geneva Papers on Risk and Insurance Theory*, 24, 97-114
- [13] Stiglitz, J. and Rothschild, M. (1976), "Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information", *Quarterly Journal of Economics*, Vol.90, No.4, 629-649
- [14] Watt, R. and Vazquez, F. J. (1997), "Full Insurance, Bayesian Updated Premiums, and Adverse Selection", *The Geneva Papers on Risk and Insurance Theory*, 22, 135-150

付録1：日本の自動車保険 BMS の主要な改定

■昭和38年7月改定

現等級	割増引率 (係数)	次年度適用等級 保険金請求件数							
		0	1	2	3	4	5	6	7+
1	1.00	2	1	1	1	1	1	1	1
2	0.90	3	1	1	1	1	1	1	1
3	0.85	3	1	1	1	1	1	1	1

- * 運用上「等級」は使用されていない。
 - * 新規加入は1等級から
 - * 無事故年数1年ごとに等級は1等級昇級される。
 - * 保険金支払1件で適用割引率0%となる。
- (出典)自動車保険料率・制度の変遷、第4版 p45

■昭和45年6月改定

現等級	割増引率 (係数)	次年度適用等級 保険金請求件数							
		0	1	2	3	4	5	6	7+
1	3.00	4	4	3	2	1	1	1	1
2	2.00	4	4	3	2	1	1	1	1
3	1.50	4	4	3	2	1	1	1	1
4	1.00	5	4	3	2	1	1	1	1
5	0.90	6	4	3	2	1	1	1	1
6	0.80	7	4	3	2	1	1	1	1
7	0.70	8	4	3	2	1	1	1	1
8	0.60	9	4	3	2	1	1	1	1
9	0.50	9	4	3	2	1	1	1	1

- * 運用上「等級」は使用されなかった。
 - * 新規加入は4等級から
 - * 無事故年数1年ごとに等級は1等級昇級される。
 - * 保険金支払1件で適用割引率0%となる。
 - * 昭和49年1月から7～9等級では、損害率30%未満の小損害は2等級ダウンとなるが、ここでは当該規定は無視する。
- (出典)自動車保険料率・制度の変遷、第4版 p45

■昭和58年7月改定

現等級	割増引率 (係数)	次年度適用等級 保険金請求件数							
		0	1	2	3	4	5	6	7+
1	3.00	4	4	3	2	1	1	1	1
2	2.00	4	4	3	2	1	1	1	1
3	1.50	4	4	3	2	1	1	1	1
4	1.00	5	4	3	2	1	1	1	1
5	0.90	6	4	3	2	1	1	1	1
6	0.80	7	4	3	2	1	1	1	1
7	0.70	8	5	3	2	1	1	1	1
8	0.60	9	6	3	2	1	1	1	1
9	0.50	10	7	5	2	1	1	1	1
10	0.45	11	8	6	2	1	1	1	1
11	0.42	12	8	6	2	1	1	1	1
12	0.40	12	8	6	2	1	1	1	1

- * 運用上「等級」は使用されなかった。
 - * 新規加入は4等級から
 - * 無事故年数1年ごとに等級は1等級昇級される。
 - * 保険金支払1件で適用割引率0%となる。
 - * 7等級以上では、損害率30%未満の小損害は2等級ダウンとなるが、ここでは当該規定は無視する。
- (出典)自動車保険料率・制度の変遷、第4版 p89,160

■昭和59年7月改定

現等級	割増引率 (係数)	次年度適用等級 保険金請求件数							
		0	1	2	3	4	5	6	7+
1	1.30	2	1	1	1	1	1	1	1
2	1.30	3	1	1	1	1	1	1	1
3	1.30	4	1	1	1	1	1	1	1
4	1.20	5	2	1	1	1	1	1	1
5	1.10	6	3	1	1	1	1	1	1
6	1.00	7	4	2	1	1	1	1	1
7	0.90	8	5	3	1	1	1	1	1
8	0.80	9	6	4	2	1	1	1	1
9	0.70	10	7	5	3	1	1	1	1
10	0.60	11	8	6	4	2	1	1	1
11	0.50	12	9	7	5	3	1	1	1
12	0.45	13	10	8	6	4	2	1	1
13	0.42	14	11	9	7	5	3	1	1
14	0.40	15	12	10	8	6	4	2	1
15	0.40	16	13	11	9	7	5	3	1
16	0.40	16	14	12	10	8	6	4	2

- * 新規加入は6等級から
 - * 無事故年数1年ごとに等級は1等級昇級される。
 - * 事故1件ごとに等級は2等級降級される。
 - * 対人・自損・無保険車傷害事故は2件として数える。
 - * 対人賠償・自損・無保険者傷害事故は1回の事故を2件に換算する
- (出典)自動車保険料率・制度の変遷、第4版 p172

■平成5年4月改定

現等級	割増引率 (係数)	次年度適用等級 保険金請求件数							
		0	1	2	3	4	5	6	7+
1	1.50	2	1	1	1	1	1	1	1
2	1.40	3	1	1	1	1	1	1	1
3	1.30	4	1	1	1	1	1	1	1
4	1.20	5	1	1	1	1	1	1	1
5	1.10	6	2	1	1	1	1	1	1
6	1.00	7	3	1	1	1	1	1	1
6s	1.20	7	3	1	1	1	1	1	1
7	0.90	8	4	1	1	1	1	1	1
8	0.80	9	5	2	1	1	1	1	1
9	0.70	10	6	3	1	1	1	1	1
10	0.60	11	7	4	1	1	1	1	1
11	0.50	12	8	5	2	1	1	1	1
12	0.45	13	9	6	3	1	1	1	1
13	0.42	14	10	7	4	1	1	1	1
14	0.40	15	11	8	5	2	1	1	1
15	0.40	16	12	9	6	3	1	1	1
16	0.40	16	13	10	7	4	1	1	1

- * 新規加入は6s(年齢条件なし20%割増)等級からとする。
 - * 無事故年数1年ごとに等級は1等級昇級される。
 - * 事故1件ごとに等級は事故内容に関わらず3等級降級される。
 - * 「ノーマル事故」を等級の進まない「等級すえおき事故」とする。(改定履歴参照)
- (出典)自動車保険料率・制度の変遷、第4版 p209

■現行 BMS

現等級	割増引率 (係数)	次年度適用等級 保険金請求件数							
		0	1	2	3	4	5	6	7+
1	1.60	2	1	1	1	1	1	1	1
2	1.30	3	1	1	1	1	1	1	1
3	1.20	4	1	1	1	1	1	1	1
4	1.00	5	1	1	1	1	1	1	1
5	0.90	6	2	1	1	1	1	1	1
6	0.90	7	3	1	1	1	1	1	1
6s	1.30	7	3	1	1	1	1	1	1
7	0.80	8	4	1	1	1	1	1	1
8	0.70	9	5	2	1	1	1	1	1
9	0.60	10	6	3	1	1	1	1	1
10	0.60	11	7	4	1	1	1	1	1
11	0.55	12	8	5	2	1	1	1	1
12	0.50	13	9	6	3	1	1	1	1
13	0.50	14	10	7	4	1	1	1	1
14	0.45	15	11	8	5	2	1	1	1
15	0.45	16	12	9	6	3	1	1	1
16	0.42	17	13	10	7	4	1	1	1
17	0.42	18	14	11	8	5	2	1	1
18	0.40	19	15	12	9	6	3	1	1
19	0.40	20	16	13	10	7	4	1	1
20	0.40	20	17	14	11	8	5	2	1

- * 新規加入は6s(年齢条件なし30%割増)等級からとする。
 - * 無事故年数1年ごとに等級は1等級昇級される。
 - * 事故1件ごとに等級は事故内容に関わらず3等級降級される。
- (出典)損害保険会社各社「自動車保険契約のしおり」

付録2：ロイマランタ効率性の算出

1 変数の定義

- n : 状態の個数を表す.
- $t_{ij}(k)$: クレーム頻度が k 件である場合の等級 i から等級 j への推移ルール: 1 契約期間におけるクレー

ム件数が k 件であるとき, $t_{ij}(k)$ は, 次のように定義される.

$$t_{ij}(k) = \begin{cases} 1 & \text{状態が } i \text{ から } j \text{ へ推移するとき} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

- $p_k(\lambda)$: クレーム頻度が λ である契約者が, 1 契約期間に k 件の保険請求をする確率.
この確率は, どの状態にあるかに依らず一定であると仮定する.
- $p_{ij}(\lambda)$: 保険請求平均件数が λ である保険契約者の状態が i から j へ推移する確率

$$p_{ij}(\lambda) = \sum_{k=0}^{\infty} t_{ij}(k) p_k(\lambda) \quad (\text{A.2})$$

- $l_j(t)$: t 期において状態 j にある確率

$$l_j(t+1) = \sum_{i=1}^n p_{ij}(\lambda) l_i(t) \quad (\text{A.3})$$

- $l_j(\infty)$: 定常状態確率

$$\begin{cases} l_j(\infty) = \sum_{i=1}^n p_{ij}(\lambda) l_i(\infty) \\ \sum_{j=1}^n l_j(\infty) = 1, l_j(\infty) \geq 0 \end{cases} \quad j=1, 2, \dots, n \quad (\text{A.4})$$

- b_j : 状態 j の保険料であり, 下の表のように, 各等級に対応する割増引率は一意に決まる. 適用前の保険料を 1 としたとき, この等級 j に対応する割増引率を保険料 b_j とする.

2 定常状態保険料の計算

$l_j(8)$ を定常状態分布とすれば, (A.4) より

$$\begin{cases} l_j(\infty) = \sum_{i=1}^n p_{ij}(\lambda) l_i(\infty) & j=1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n l_j(\infty) = 1 \end{cases} \quad (\text{A.5})$$

となる. 各 $l_j(8)$ に対して, この連立方程式を解くことによって定常状態分布が求められる. それを用いて定常状態保険料は次の式で計算される.

$$b(\lambda) = \sum_{j=1}^n l_j(\infty) b_j \quad (\text{A.6})$$

3 ロイマランタ効率性の算出

効率性を計算するには、効率性の定義式(1)式より、未知な値は $db(\lambda)/\lambda$ であるが、

$$b'(\lambda) = \sum_{j=1}^n l'_j(\infty) b_j \quad (\text{A.7})$$

より、 $l'_j(\infty)$ が計算できればよい。そして、(A.5)より次のように次のように表すことができる。

$$l'_j(\infty) = \sum_{i=1}^n p'_{ij}(\lambda) l_i(\infty) + \sum_{i=1}^n p_{ij}(\lambda) l'_i(\infty) \quad (\text{A.8})$$

ここで、 $p'_{ij}(\lambda)$ を求める必要があるが、(A.2)を用いると、

$$p'_{ij}(\lambda) = \sum_{k=0}^{\infty} t_{ij}(k) p'_k(\lambda) \quad (\text{A.9})$$

さらに、クレーム頻度が平均 λ のポアソン分布に従う場合

$$\frac{d}{d\lambda} p_k(\lambda) = \frac{k}{\lambda} p_k(\lambda) - p_k(\lambda) \quad (\text{A.10})$$

よって、 $p'_{ij}(\lambda)$ は次のように計算できる。

$$p'_{ij}(\lambda) = \frac{1}{\lambda} \sum_{k=0}^{\infty} t_{ij}(k) k p_k(\lambda) - \sum_{k=0}^{\infty} t_{ij}(k) p_k(\lambda) \quad (\text{A.11})$$

右辺第一項に次の関係式を用いると、

$$\sum_{k=0}^{\infty} t_{ij}(k) k p_k(\lambda) = \lambda \sum_{k=0}^{\infty} t_{ij}(k+1) p_k(\lambda) \quad (\text{A.12})$$

(A.9)式は、次のとおり算出可能な式となる。

$$p'_{ij}(\lambda) = \sum_{k=0}^{\infty} [t_{ij}(k+1) - t_{ij}(k)] p_k(\lambda) \quad (\text{A.13})$$

以上より、(1)式に、 $\lambda, b(\lambda), b'(\lambda)$ の値を代入すると、ロイマランタ効率性 $\eta(\lambda)$ が求まる。