チルメル式責任準備金におけるネガティヴ・リザーヴ修正について

（生保 2 第 1 章「生命保険会計」121〜127 ページ）

第 t 保険年度の年払営業保険料を P_t、死亡保険金額を S_t、予定事業費を E_t、第 t 保険年度末の責任準備金額を V_t とおくと、営業保険料の分解では、V_t や E_t の計算方法に関わらず、次の式が成り立つことが必要である。

$$\begin{aligned} P_t &= v^{\frac{1}{2}}\ q_{x+t-1}\ S_t + (v\ p_{x+t-1}\ V_t - V_{t-1}) + E_t \\ &= \underbrace{v^{\frac{1}{2}}\ q_{x+t-1}(S_t - v^{\frac{1}{2}} V_t)}_{\text{危険保険料}} + \underbrace{(v\ V_t - V_{t-1})}_{\text{貯蓄保険料}} + \underbrace{E_t}_{\text{予定事業費}} \end{aligned}$$

さらに、$V_t^* = \max\{V_t, 0\}$ によって責任準備金を積み立てる場合、$E_t^* = E_t + v\ p_{x+t-1} \min\{V_t, 0\} - \min\{V_{t-1}, 0\}$ によって予定事業費を計上すると、恒等式 $a + b = \max\{a, b\} + \min\{a, b\}$ により、同様の関係式が保たれる。

$$\begin{aligned} P_t &= v^{\frac{1}{2}}\ q_{x+t-1}\ S_t + (v\ p_{x+t-1}\ V_t^* - V_{t-1}^*) + E_t^* \\ &= v^{\frac{1}{2}}\ q_{x+t-1}(S_t - v^{\frac{1}{2}} V_t^*) + (v\ V_t^* - V_{t-1}^*) + E_t^* \end{aligned}$$

また逆に、この関係式を保つためには、責任準備金 V_t^* に対して E_t^* を予定事業費として計上することが必要である。この場合の予定事業費の修正部分 $v\ p_{x+t-1} \min\{V_t, 0\} - \min\{V_{t-1}, 0\}$ をネガティヴ・リザーヴ修正と呼ぶ。

以下の記号のもと、チルメル式責任準備金 V_t に対してネガティヴ・リザーヴ修正後の予定事業費 E_t^* を考えたい。

m	:	保険料払込期間
h	:	チルメル期間 $(h \le m)$
π	:	年払営業保険料
p	:	平準払保険料式での純保険料
α	:	初年度のみ計上する保険金比例予定事業費
L^*	:	α 要素以外の毎年計上する平準純保険料式予定事業費 $\left(\pi = p + \frac{\alpha}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + L^*\right)$
α^z	:	チルメル歩合
V_t^{net}	:	第 t 保険年度末純保険料式責任準備金
V_t	:	第 t 保険年度末 h 年チルメル式責任準備金

$$V_t = \begin{cases} V_t^{net} - \dfrac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{h}\rceil}} \ddot{a}_{x+t:\overline{h-t}\rceil} & (1 \le t \le h) \\ V_t^{net} & (h < t \le m) \end{cases}$$

V_t^*	:	第 t 保険年度末修正 h 年チルメル式責任準備金　$V_t^* = \max\{V_t, 0\}$
E_t	:	第 t 保険年度 h 年チルメル式予定事業費

$$E_t = \begin{cases} \alpha - (\alpha - \alpha^z) + \dfrac{\alpha - \alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + \left(\dfrac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} - \dfrac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{h}\rceil}}\right) + L^* & (t = 1) \\ + \dfrac{\alpha - \alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + \left(\dfrac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} - \dfrac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{h}\rceil}}\right) + L^* & (1 < t \le h) \\ + \dfrac{\alpha}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + L^* & (h < t \le m) \end{cases}$$

$V_0 = 0,\ V_1 < 0,\ V_2 < 0,\ V_3 > 0$ の場合には、E_t^* について次の式が成り立つ。

$$\begin{aligned} E_1^* &= \alpha - (\alpha - \alpha^z) + vp_x\ V_1 + \frac{\alpha - \alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + \left(\frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} - \frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{h}\rceil}}\right) + L^* \\ E_2^* &= + vp_{x+1}\ V_2 - V_1 + \frac{\alpha - \alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + \left(\frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} - \frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{h}\rceil}}\right) + L^* \\ E_3^* &= -V_2 + \frac{\alpha - \alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + \left(\frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} - \frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{h}\rceil}}\right) + L^* \\ E_t^* &= + \frac{\alpha - \alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} + \left(\frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{m}\rceil}} - \frac{\alpha^z}{\ddot{a}_{x:\overline{h}\rceil}}\right) + L^* \quad (4 \le t \le h) \end{aligned}$$