保 険 数 学 2（問題）

1．次の（1）から（5）までについて、それぞれ五つの選択肢の中から正しい答を一つ選んで、所定の解答用紙にその記号〔(A) から (E) のうちいずれか一つ。〕を記入せよ。（40点）

（1）脱退原因がA、Bからなる2重脱退表において脱退力が$\mu_x^A = \dfrac{1}{100-x}$、$\mu_x^B = \dfrac{1}{90-x}$のとき、40歳のA脱退率$q_{40}^A$の値は次のうちどれに最も近いか。

(A) 0.0145　(B) 0.0150　(C) 0.0155　(D) 0.0160　(E) 0.0165

（2）x歳加入、n年払込、契約当初よりn年後から年金支払を開始するT年有期の生命年金（年金年額1、年1回期始払）の年払営業保険料は次のうちどれに最も近いか。

但し、x歳加入、n年払込、保険期間n年の養老保険（保険金額1、保険金年末払）の年払営業保険料は0.0224、$\ddot{a}_{x+n:\overline{T}|} = 8.64$、$P^1_{x:\overline{n}|} = 0.0053$とし、予定事業費は以下のとおりとする。

	有期生命年金	養老保険
予定新契約費	新契約時に年金原資の20‰	新契約時に保険金額の20‰
予定集金費	保険料払込のつど、年払営業保険料の3％	保険料払込のつど、年払営業保険料の3％
予定維持費	保険料払込中は毎年始に年金原資の2‰	保険料払込中は毎年始に保険金額の2‰
	年金開始後は毎年始に年金年額の1％	

(A) 0.1478　(B) 0.1481　(C) 0.1484　(D) 0.1487　(E) 0.1490

（3）x歳加入、年払全期払込、n年満期養老保険（保険金額1、保険金年末払）においてt年経過後に払済保険へ変更すると払済保険金額は0.7774になる。

延長保険へ変更する場合、生存保険金額に最も近いのは次のうちどれか。

但し、$v = 0.9524$、$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = 15.8314$、$A_{x+t:\overline{n-t}|}^{\ \ 1} = 0.5732$とする。

また、解約控除はないものとし、払済保険の予定事業費は毎年始に保険金額の0.0025、また、延長保険の予定事業費は毎年始に死亡保険金額の0.0015と生存保険金額の0.0010の合計とする。

(A) 0.750　(B) 0.754　(C) 0.758　(D) 0.762　(E) 0.766

（4）(x)、(y) は異なる生命表に従っており、(x) の属する生命表には$\ell_x = 1 - \dfrac{x}{75}$ $(0 \leq x \leq 75)$という関係が成立している。また、各々の生命表の同じ年齢tにおける (x) の生命表の死力μ_t、(y) の生命表の死力μ_t'の間には$\mu_t' = 2\mu_t$という関係が成立している。すなわち、同じ年齢の死力について生命表 (y) は生命表 (x) の2倍である。(x) が65歳、(y) が55歳のときの$\mathring{e}_{xy}$の値は次のうちどれに最も近いか。

(A) 3.51　(B) 3.52　(C) 3.53　(D) 3.54　(E) 3.55

（5）${}_{\infty}q_{xy}^{2} = 0.4$、${}_{\infty}q_{xz}^{2} = 0.5$、${}_{\infty}q_{xyz}^{2} = 0.2$のとき、${}_{\infty}q_{xyz}^{3}$の値は次のうちどれに最も近いか。

(A) 0.35　(B) 0.36　(C) 0.37　(D) 0.38　(E) 0.39

2．x歳加入年払全期払込n年満期養老保険（保険金額1、保険金年末払）におけるt年経過後の平準純保険料式責任準備金を${}_{t}V_{x:\overline{n|}}$、チルメル割合を$\alpha$としたときの全期チルメル式責任準備金を${}_{t}V^{(z)}_{x:\overline{n|}}$で表わすものとする。

いま、$\alpha_0=\dfrac{{}_{1}V_{x:\overline{n|}}}{1-{}_{1}V_{x:\overline{n|}}}$とするとき、t（=0, 1, 2, ……, n－1）に対し、αとα_0の大小関係により${}_{t+1}V^{(z)}_{x:\overline{n|}}$と${}_{t}V_{x+1:\overline{n-1|}}$の大小関係がどうなるか述べよ。（15点）

3．x歳加入年払全期払込n年満期養老保険（保険金額1、保険金年末払）において、予定利率をiからi'（$i<i'$）に変更したとき、次の各問に答えよ。

但し、$t_1 \leqq t_2$のとき、${}_{t_1}V_{x:\overline{n|}} \leqq {}_{t_2}V_{x:\overline{n|}}$が成り立つものとする。

また、ダッシュ付の記号は予定利率i'によるものとし、$i'-i=\Delta i$、$P'_{x:\overline{n|}}-P_{x:\overline{n|}}=\Delta P$、${}_{t}V'_{x:\overline{n|}}-{}_{t}V_{x:\overline{n|}}=\Delta_{t}V$とする。（20点）

（1）$R_t=(1+i')\Delta P+({}_{t}V_{x:\overline{n|}}+P_{x:\overline{n|}})\Delta i$とすると、$R_{t_0} \leqq 0 \leqq R_{t_0+1}$となる$t_0$が存在することを証明せよ。

（2）${}_{t}V'_{x:\overline{n|}} \leqq {}_{t}V_{x:\overline{n|}}$を証明せよ。

4．次の（ア）から（エ）の条件を満足する終身年金保険について、下記の各問に答えよ。

（ア）契約者（被保険者と同一人とする）は40歳で加入し、年金開始年齢は60歳である。

（イ）年金開始年齢に到達する前に、被保険者が死亡した場合、その保険年度末に既払込保険料の元利合計額（利率は予定利率iと同じとする）を支払う。

（ウ）被保険者が年金開始年齢まで生存した場合、年金開始年齢到達時を第1回目として、年金年額1万円の終身年金（年1回期始払）を支払う。

（エ）保険料は年払とし、年金開始年齢到達以降は払い込まないものとする。

（25点）

（1）付加保険料はないものと仮定して、次の空欄に当てはまる適当な算式または数値を所定の解答用紙に記入せよ。また、①については算出過程も所定の解答用紙に明記せよ。

純保険料をPとすると、t年経過後（$1 \leqq t \leqq 20$）の平準純保険料式責任準備金${}_{t}V$はP×$\boxed{\quad①\quad}$と表わすことができる。一方、20年経過後の平準純保険料式責任準備金は終身年金原資$\boxed{\quad②\quad}$と等しいことを利用すると、Pは$\boxed{\quad③\quad}$であることがわかるので、${}_{t}V$は$\boxed{\quad③\quad}$×$\boxed{\quad①\quad}$と表わすことができる。

（2）付加保険料が営業保険料P^*の5％（保険料払込のつど）のみと仮定したとき、算出過程を所定の解答用紙に明記のうえ営業保険料の値を求めよ。（小数点第1位を四捨五入）

但し、$D_{40}=20{,}173$、$D_{60}=8{,}374$、$M_{40}=5{,}160$、$M_{60}=4{,}031$、$v=0.9615$、$(1+i)^{20}=2.193$とする。

なお、条件（イ）においては、既払込営業保険料の元利合計額（利率は予定利率iと同じとする）を支払うものとする。

以上

保険数学2（解答例）

1.

設問番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
解答欄	(E)	(A)	(B)	(D)	(A)

正解は上表のとおりであるが、以下に各設問の解答方法を略記する。

(1) …… (E)

$\mu_x = -\dfrac{d}{dx}\log \ell_x$, $\mu_x = \mu_x^A + \mu_x^B$ より $\ell_x = K(100-x)(90-x)$ （Kは定数）

原因Aによって脱退する者の数を a_x とすると

$a_x = \int_0^1 \ell_{x+t}\,\mu_{x+t}^A\,dt = K(90-x-\dfrac{1}{2})$

$\therefore\ q_{40}^A = \dfrac{a_{40}}{\ell_{40}} = 0.0165$

(2) …… (A)

有期生命年金と養老保険の営業保険料をそれぞれ P_1, P_2 とし、有期生命年金の年金原資をFとすると

$F = 1.01\,\ddot{a}_{x+n:\overline{T}|}$

収支相等の原則より、$P_1\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = A_{x:\overline{n}|}^{\ \ 1}F + 0.02F + 0.03P_1\ddot{a}_{x:\overline{n}|} + 0.002\,\ddot{a}_{x:\overline{n}|}F$

$P_1 = \dfrac{1.01\ddot{a}_{x+n:\overline{T}|}}{0.97}\left(P_{x:\overline{n}|}^{\ \ 1} + \dfrac{0.02}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} + 0.002\right)$

一方、$P_2 = \dfrac{1}{0.97}\left(P_{x:\overline{n}|} + \dfrac{0.02}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} + 0.002\right)$

$\therefore\ P_1 = 1.01\,\ddot{a}_{x+n:\overline{T}|}\left(P_2 - \dfrac{P_{x:\overline{n}|}^{\ 1}}{0.97}\right) \fallingdotseq 0.1478$

(3) …… (B)

払済保険金額をS、生存保険金額をS′とすると

$S = \dfrac{{}_tV_{x:\overline{n}|}}{A_{x+t:\overline{n-t}|} + 0.0025\ \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}}$

$A_{x+t:\overline{n-t}|} = 1 - d\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$　　${}_tV_{x:\overline{n}|} = 1 - \dfrac{\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}$ より

$\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|} = \dfrac{(1-S)\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}{1+(0.0025-d)S\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \fallingdotseq 7.9203$　${}_tV_{x:\overline{n}|} \fallingdotseq 0.4997$

$$S' = \frac{{}_tV_{x:\overline{n|}} - (A^{\ 1}_{x+t:\overline{n-t|}} + 0.0015\,\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t|}})}{A_{x+t:\overset{\ 1}{\overline{n-t|}}} + 0.001\,\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t|}}}$$

$$= \frac{{}_tV_{x:\overline{n|}} - (1 - d\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t|}} - A_{x+t:\overset{\ 1}{\overline{n-t|}}} + 0.0015\,\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t|}})}{A_{x+t:\overset{\ 1}{\overline{n-t|}}} + 0.001\,\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t|}}} \fallingdotseq 0.7538$$

(4) …… (D)

(x)、(y) の t 年後の生存確率を ${}_tp_x$, ${}_tp'_y$ とすると

$${}_tp_x = \frac{\ell_{x+t}}{\ell_x} = \frac{75-x-t}{75-x}$$

$${}_tp'_y = e^{-\int_0^t \mu'_{y+s}ds} = e^{-2\int_0^t \mu_{y+s}ds} = ({}_tp_y)^2$$

$$\mathring{e}_{xy} = \int_0^\infty {}_tp_x\ {}_tp'_y\,dt = \int_0^\infty {}_tp_x({}_tp_y)^2\,dt$$

$$\therefore \mathring{e}_{65:55} = \int_0^{10}\left(\frac{10-t}{10}\right)\left(\frac{20-t}{20}\right)^2 dt = 3.541666\cdots$$

(5) …… (A)

$${}_\infty\vartheta^{3}_{xyz} = \int_0^\infty {}_t\vartheta_y\ {}_t\vartheta_z\ {}_tp_x\ \mu_{x+t}\,dt = \int_0^\infty (1-{}_tp_y)\,{}_t\vartheta_z\ {}_tp_x\ \mu_{x+t}\,dt$$

$$= \int_0^\infty {}_t\vartheta_z\ {}_tp_x\ \mu_{x+t}\,dt - \int_0^\infty {}_t\vartheta_z\ {}_tp_{xy}\ \mu_{x+t}\,dt$$

$$= {}_\infty\vartheta^{2}_{xz} - {}_\infty\vartheta^{2}_{xy\underset{1}{z}} \cdots\cdots ①$$

同様にして ${}_\infty\vartheta^{3}_{xyz} = \int_0^\infty {}_tq_y(1-{}_tp_z)\,{}_tp_x\ \mu_{x+t}\,dt = {}_\infty\vartheta^{2}_{xy} - {}_\infty\vartheta^{2}_{x\underset{1}{y}z} \cdots\cdots ②$

①+②より $2\,{}_\infty\vartheta^{3}_{xyz} = {}_\infty\vartheta^{2}_{xy} + {}_\infty\vartheta^{2}_{xz} - ({}_\infty\vartheta^{2}_{x\underset{1}{y}z} + {}_\infty\vartheta^{2}_{xy\underset{1}{z}})$

$$\therefore\ {}_\infty\vartheta^{3}_{xyz} = \frac{{}_\infty\vartheta^{2}_{xy} + {}_\infty\vartheta^{2}_{xz} - {}_\infty\vartheta^{2}_{xyz}}{2} = 0.35$$

2． ${}_{t+1}V^{\{z\}}_{x:\overline{n}|} - {}_{t}V_{x+1:\overline{n-1}|}$

$$= A_{x+t+1:\overline{n-t-1}|} - P_{x:\overline{n}|}\ \ddot{a}_{x+t+1:\overline{n-t-1}|} - \frac{\alpha}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}\ddot{a}_{x+t+1:\overline{n-t-1}|}$$

$$-(A_{x+t+1:\overline{n-t-1}|} - P_{x+1:\overline{n-1}|}\ \ddot{a}_{x+t+1:\overline{n-t-1}|})$$

$$= \frac{\ddot{a}_{x+t+1:\overline{n-t-1}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}\{(P_{x+1:\overline{n-1}|} - P_{x:\overline{n}|})\ \ddot{a}_{x:\overline{n}|} - \alpha\}$$

$$= (1 - {}_{t+1}V_{x:\overline{n}|})\{(P_{x+1:\overline{n-1}|} - P_{x:\overline{n}|})\ddot{a}_{x:\overline{n}|} - \alpha\} \qquad \left(\because {}_{t+1}V_{x:\overline{n}|} = 1 - \frac{\ddot{a}_{x+t+1:\overline{n-t-1}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}\right)$$

また、$P_{x+1:\overline{n-1}|} = \dfrac{1}{\ddot{a}_{x+1:\overline{n-1}|}} - d$, $P_{x:\overline{n}|} = \dfrac{1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} - d$

${}_{1}V_{x:\overline{n}|} = 1 - \dfrac{\ddot{a}_{x+1:\overline{n-1}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}$ より

$$(P_{x+1:\overline{n-1}|} - P_{x:\overline{n}|})\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \left(\frac{1}{\ddot{a}_{x+1:\overline{n-1}|}} - \frac{1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}}\right)\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$$

$$= \frac{1}{1 - {}_{1}V_{x:\overline{n}|}} - 1 = \frac{{}_{1}V_{x:\overline{n}|}}{1 - {}_{1}V_{x:\overline{n}|}} = \alpha_0$$

$$\therefore {}_{t+1}V^{\{z\}}_{x:\overline{n}|} - {}_{t}V_{x+1:\overline{n-1}|} = (1 - {}_{t+1}V_{x:\overline{n}|})(\alpha_0 - \alpha)$$

$1 - {}_{t+1}V_{x:\overline{n}|} \geqq 0$ （$t = 0, 1, 2, \cdots\cdots, n-1$, 等号は$t = n-1$のとき成立）より

$t = 0, 1, 2, \cdots\cdots, n-2$の場合　$\alpha_0 > \alpha$ のとき　${}_{t+1}V^{\{z\}}_{x:\overline{n}|} > {}_{t}V_{x+1:\overline{n-1}|}$

$\alpha_0 = \alpha$ のとき　${}_{t+1}V^{\{z\}}_{x:\overline{n}|} = {}_{t}V_{x+1:\overline{n-1}|}$

$\alpha_0 < \alpha$ のとき　${}_{t+1}V^{\{z\}}_{x:\overline{n}|} < {}_{t}V_{x+1:\overline{n-1}|}$

$t = n-1$の場合、α とα_0 の大小関係に拘らず${}_{t+1}V^{\{z\}}_{x:\overline{n}|} = {}_{t}V_{x+1:\overline{n-1}|}$

3．

(1) 責任準備金の再帰式より

$({}_tV_{x:\overline{n|}}+P_{x:\overline{n|}})(1+i)=q_{x+t}+p_{x+t}\ {}_{t+1}V_{x:\overline{n|}}$ ……①

$({}_tV'_{x:\overline{n|}}+P'_{x:\overline{n|}})(1+i')=q_{x+t}+p_{x+t}\ {}_{t+1}V'_{x:\overline{n|}}$ ……②

②−① $(1+i')\Delta_t V+(1+i')\Delta P+({}_tV_{x:\overline{n|}}+P_{x:\overline{n|}})\Delta i=p_{x+t}\Delta_{t+1}V$

$(1+i')\Delta_t V+R_t=p_{x+t}\ \Delta_{t+1}V$ ……③

また、$(1+i')\Delta P$はtに関して一定

$({}_tV_{x:\overline{n|}}+P_{x:\overline{n|}})\Delta i$ は前提によりtに関する増加関数

従って、R_tはtに関する増加関数である。

ここで、

(i) R_tが常に正であると仮定すると

③より$(1+i')\Delta_0V+R_0=p_x\Delta_1V>0$ （∵ $\Delta_0V=0$、$R_0>0$） 従って、$\Delta_1V>0$

$(1+i')\Delta_1V+R_1=p_{x+1}\Delta_2V>0$ （∵ $\Delta_1V=0$、$R_1>0$）

従って、$\Delta_2V>0$

以下同様にして$\Delta_nV>0$となるが、これは$\Delta_nV={}_nV'_{x:\overline{n|}}-{}_nV_{x:\overline{n|}}=0$と矛盾する。

以上により、R_tは常に正ではない。

(ii) R_tが常に負であると仮定すると

(i) と同様にして$\Delta_nV<0$となり、$\Delta_nV=0$と矛盾する。

したがってR_tは常に負ではない。

(i) (ii) およびR_tがtに関する増加関数であることから

$R_0\leqq\cdots\cdots\leqq R_{t_0}\leqq 0\leqq R_{t_0+1}\leqq\cdots\cdots\leqq R_{n-1}$ となるt_0が存在する。

(2) ③より $(1+i')\Delta_0V+R_0=p_x\Delta_1V\leqq 0$（∵ $\Delta_0V=0$、$R_0\leqq 0$） 従って、$\Delta_1V\leqq 0$

$(1+i')\Delta_1V+R_1=p_{x+1}\Delta_2V\leqq 0$ （∵ $\Delta_1V\leqq 0$、$R_1\leqq 0$） 従って、$\Delta_2V\leqq 0$

以下同様にして

$(1+i')\Delta_{t_0}V+R_{t_0}=p_{x+t_0}\Delta_{t_0+1}V\leqq 0$ （∵ $\Delta_{t_0}V\leqq 0$, $R_{t_0}\leqq 0$）

従って、$\Delta_{t_0+1}V \leqq 0$

(ii) $t \geqq {}_{t_0+1}$ のとき

③より $p_{x+t}\ \Delta_{t+1}V - R_t = (1+i')\Delta_t V$

$p_{x+n-1}\Delta_n V - R_{n-1} = (1+i')\Delta_{n-1}V \leqq 0$ （$\because$ $\Delta_n V = 0$, $R_{n-1} \geqq 0$）

従って、$\Delta_{n-1}V \leqq 0$

$p_{x+n-2}\Delta_{n-1}V - R_{n-2} = (1+i')\Delta_{n-2}V \leqq 0$ （$\because$ $\Delta_{n-1}V \leqq 0$, $R_{n-2} \geqq 0$）

従って、$\Delta_{n-2}V \leqq 0$

以下同様にして

$p_{x+t}\Delta_{t+1}V - R_t = (1+i')\Delta_t V \leqq 0$ （$\because$ $\Delta_{t+1}V \leqq 0$, $R_t \geqq 0$）

従って、任意の $t \geqq {}_{t_0+1}$ に対して $\Delta_t V \leqq 0$

(i), (ii) により、任意の t に対して $\Delta_t V \leqq 0$, すなわち ${}_tV'_{x:\overline{n|}} \leqq {}_tV_{x:\overline{n|}}$

4.

(1) 過去からの収入終価の総額は

$$P \times \sum_{K=0}^{t-1} \ell_{40+K} \cdot (1+i)^{t-K}$$

過去からの支出終価の総額は

$$d_{40} \times \{P(1+i)\} \times (1+i)^{t-1}$$

$$+ d_{41} \times \{P(1+i)^2 + P(1+i)\} \times (1+i)^{t-2}$$

$$+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$+ d_{40+t-1} \times \{P(1+i)^t + P(1+i)^{t-1} + \cdots\cdots + P(1+i)\}$$

$$= P \times \sum_{K=0}^{t-1} d_{40+K} \ddot{S}_{\overline{K+1|}} \times (1+i)^{t-k-1}$$

したがって過去法により責任準備金 ${}_tV$ を求めると

$$\ell_{40+t} \cdot {}_tV = P \cdot \sum_{K=0}^{t-1} \ell_{40+K} (1+i)^{t-K} - P \cdot \sum_{K=0}^{t-1} d_{40+K} \ddot{S}_{\overline{K+1|}} \times (1+i)^{t-K-1}$$

ゆえに

$${}_tV = P \times \sum_{K=0}^{t-1} \frac{D_{40+K}}{D_{40+t}} - P \times \sum_{K=0}^{t-1} \frac{d_{40+K} \cdot v^{40+K+1}}{\ell_{40+t} \cdot v^{40+t}} \cdot \ddot{S}_{\overline{K+1|}}$$

$v^{K+1} \times \ddot{S}_{\overline{K+1|}} = \ddot{a}_{\overline{K+1|}}$ であることから

$${}_tV = P \times \frac{D_{40}}{D_{40+t}} \times \frac{N_{40} - N_{40+t}}{D_{40}} - P \sum_{K=0}^{t-1} \frac{D_{40}}{D_{40+t}} \cdot {}_{K|}\vartheta_{40} \cdot \ddot{a}_{\overline{K+1|}}$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n|}} = \ddot{a}_{\overline{1|}}\, \vartheta_x + \ddot{a}_{\overline{2|}}\, {}_{1|}\vartheta_x + \cdots\cdots\cdots\cdots + \ddot{a}_{\overline{n|}}\, {}_{n-1|}\vartheta_x + \ddot{a}_{\overline{n|}}\, {}_np_x$$

であることから

$${}_tV = P \frac{D_{40}}{D_{40+t}} \ddot{a}_{40:\overline{t|}} - P \cdot \frac{D_{40}}{D_{40+t}} \times (\ddot{a}_{40:\overline{t|}} - \ddot{a}_{\overline{t|}}\, {}_tp_{40})$$

$$= P \cdot \frac{D_{40}}{D_{40+t}} \cdot \ddot{a}_{\overline{t|}} \cdot {}_tp_{40}$$

$$= P \times \frac{\ell_{40} v^{40}}{\ell_{40+t} \cdot v^{40+t}} \cdot \frac{\ell_{40+t}}{\ell_{40}} \cdot \ddot{a}_{\overline{t|}}$$

$$= P \times \frac{\ddot{a}_{\overline{t|}}}{v^t}$$

$$= P\, \ddot{S}_{\overline{t|}}$$

また、終身年金原資は $10{,}000\ddot{a}_{60}$ であるから

$${}_{20}V = P\ddot{S}_{\overline{20|}} = 10{,}000\,\ddot{a}_{60}$$

$$\therefore P = \frac{10{,}000\ddot{a}_{60}}{\ddot{S}_{\overline{20|}}} \qquad {}_{t}V = \frac{10{,}000\,\ddot{a}_{60}\ddot{S}_{\overline{t|}}}{\ddot{S}_{\overline{20|}}}$$

以上により

①	$\ddot{S}_{\overline{t\|}}$
②	$10{,}000\ddot{a}_{60}$ または $\dfrac{10{,}000N_{60}}{D_{60}}$
③	$\dfrac{10{,}000\ddot{a}_{60}}{\ddot{S}_{\overline{20\|}}}$ または $\dfrac{10{,}000N_{60}}{\ddot{S}_{\overline{20\|}}D_{60}}$

(2) 加入時における純保険料の収入現価は $P\ddot{a}_{40:\overline{20|}} = 0.95P^{*}\ddot{a}_{40:\overline{20|}}$

死亡給付現価は $P^{*}\sum_{t=0}^{19}{}_{t|}q_{40}\,v^{t+1}\ddot{S}_{\overline{t+1|}} = P^{*}\sum_{t=0}^{19}{}_{t|}q_{40}\ddot{a}_{\overline{t+1|}}$

$$= P^{*}(\ddot{a}_{40:\overline{20|}} - {}_{20}p_{40}\cdot\ddot{a}_{\overline{20|}})$$

終身年金給付現価は $10{,}000\cdot{}_{20|}\ddot{a}_{40}$

収支相等の原則より $0.95P^{*}\ddot{a}_{40:\overline{20|}} = P^{*}(\ddot{a}_{40:\overline{20|}} - {}_{20}p_{40}\cdot\ddot{a}_{\overline{20|}}) + 10{,}000\cdot{}_{20|}\ddot{a}_{40}$

$$\therefore P^{*} = \frac{10{,}000\cdot{}_{20|}\ddot{a}_{40}}{{}_{20}p_{40}\cdot\ddot{a}_{\overline{20|}} - 0.05\ddot{a}_{40:\overline{20|}}}$$

$$= \frac{10{,}000\cdot\dfrac{N_{60}}{D_{40}}}{\dfrac{\ell_{60}}{\ell_{40}}\cdot\dfrac{1-v^{20}}{1-v} - 0.05\dfrac{N_{40}-N_{60}}{D_{40}}} = \frac{10{,}000N_{60}}{\dfrac{(1+i)^{20}-1}{1-v}D_{60} - 0.05(N_{40}-N_{60})}$$

ここで、$D_x = N_x - N_{x+1}$, $M_x = vN_x - N_{x+1}$ より $N_x = \dfrac{D_x - M_x}{1-v}$

$$\therefore N_{40} = 389{,}948,\ N_{60} = 112{,}805$$

従って、$P^{*} = 4{,}593$

以上により、営業保険料の値

$\boxed{4{,}593^{円}}$