

# アクチュアリーという仕事 ～その使命と醍醐味～

山内恒人

ネクスティア生命保険株式会社

保険計理人

---

# What is an Actuary?

## Society of Actuaries HP

An actuary is a business professional who analyzes the financial consequences of risk. Actuaries use mathematics, statistics and financial theory to study uncertain future events, especially those of concern to insurance and pension programs. They evaluate the likelihood of those events, design creative ways to reduce the likelihood and decrease the impact of adverse events that actually do occur.

Actuaries are an important part of the management team of the companies that employ them. Their work requires a combination of strong analytical skills, business knowledge and understanding of human behavior to design and manage programs that control risk.

SOA members work in life insurance, retirement systems, health benefit systems, financial and investment management and other emerging areas of practice. The majority of actuaries work within the insurance industry, although a growing number of actuaries work in other fields.

<http://www.soa.org/about/about-what-is-an-actuary.aspx>

---

---

# What is an Actuary?

## Society of Actuaries HP

アクチュアリーはリスクがもたらす財務的な結果(ダメージ)を分析する専門的な職業です。アクチュアリーは主に保険や年金に関する事柄など、不確かな将来事象を探求するために数学、統計そしてファイナンシャル理論を用います。アクチュアリーはリスクイベントが起きる可能性を計量し、その可能性を低減するクリエイティブな方策をさぐり、それが現実が発生したときに生じる有害事象のインパクトを軽減する方法もデザインします。

アクチュアリーは所属する企業のマネジメントチームにおいて重要な役割を果たします。その職務においては、確実な分析能力、ビジネスについての知識、人間の行動についての理解についての統合的な考え方が要求されます。それによって、リスクをコントロールするためのプログラムを考案し運営することができます。

SOAのメンバーは生命保険、退職制度、健康保険制度、ファイナンスと投資マネジメントやその他出現したエリアで仕事をしています。アクチュアリーの多くは保険業界で仕事をしていますが、その他のフィールドで仕事をするアクチュアリーも増えています。

---

# 解説1

アクチュアリーはリスクによる財務的な結果（ダメージ）を分析する専門的な職業です。

→ ここに「保険」の文字が入っていないことに注意



# 解説2



アクチュアリーは主に保険や年金に関する事柄など、不確かな将来事象を探求するために数学、統計そしてファイナンス理論を駆使します。

→ここでも「保険」や「年金」は例としてあげられているだけです。「不確かな将来事象」の一つの類例としての「保険」や「年金」です

→その際、数学・統計・ファイナンス理論を用いますので、それらを知っておく必要があります

# 解説3



SOAのメンバーは生命保険、退職制度、健康保険制度、ファイナンスと投資マネジメントやその他出現したエリアで仕事をしています。アクチュアリーの中には保険業界で仕事をしていますが、その他のフィールドで仕事をするアクチュアリーも増えています。

→ SOAはアメリカのアクチュアリー会(Society of Actuary)を指します。

→ ここでも保険業界から出て多くのフィールドを目指していることがわかります

# 主な業務

- 責任準備金に関する事象全般
- ソルベンシー・マージンに関する事項
- 主な財務諸表の策定
- 保険料の計算
- 商品開発
- 負債全体の監視
- リスク管理
- 募集関連の規定や報酬の策定
- 必要となる人材の育成
- その他たくさん





---

# アクチュアリー試験制度の概要





# 日本アクチュアリー会会員数

日本アクチュアリー会は会員資格を4つに分けている  
正会員は資格試験に合格し所定の研修を受けることになっている

個人会員の区別	人数	
	平成21年	平成22年
名誉会員	6	5
正会員	1,234	1,257
準会員	963	968
研究会員	1,885	1,998
合計	4,061	4,228



# アクチュアリー試験の概要



- 毎年12月に行われる
- 最近は変わりましたがクリスマス近辺で試験
- 平成23年度の試験日程

日程	科目	時間
平成23年 12月19日(月)	数学	14:00～17:00
12月20日(火)	損保数理 生保1・損保1・年金1	9:30～12:30
	生保数理	14:00～17:00
12月21日(水)	年金数理 生保2・損保2・年金2	9:30～12:30
	会計・経済・投資理論	14:00～17:00

# アクチュアリー資格試験

資格	詳細科目
準会員資格 〔全科目必須〕	1. 数学 2. 生保数理 3. 損保数理 4. 年金数理 5. 会計経済投資理論
正会員資格 〔選択〕	生命保険：生保1 生保2 年金：年金1 年金2 損害保険：損保1 損保2
	プロフェッショナル研修〔必修＝講習形式〕

最終的には生命保険・損害保険・年金の三部門に分かれる。資格は同等。

# 受験者の合格率



第1次試験 (基礎科目)	数学	生保数理	損保数理	年金数理	会計・経 済・投資理 論	
合格率%	7~20%	7~20%	15~35%	10~20%	10~35%	
第2次試験 (専門科目)	生保1	生保2	損保1	損保2	年金1	年金2
合格率%	10~20%	10~20%	20%内外	10~20%	15~20%	10~20%

# 受験者のプロフィール(独断)

- 理学部出身者が多い
- 特に数学・統計を学んだ人が多い
- 次第に大学院修了者が増えてきた《大学院は次第に就職モラトリアム人口も抱えている感がありますが》
- 最近では文科系出身者でも正会員が出てきている
- 総じて、男が多い
- 算式好きも多い



# 生命表について



# 生命表

日本の生命表で最も有名なものは

厚生労働省作成

簡易生命表

毎年作成される

完全生命表

5年ごとに作成される



# 完全生命表

第20回生命表 (男)

(2-1)

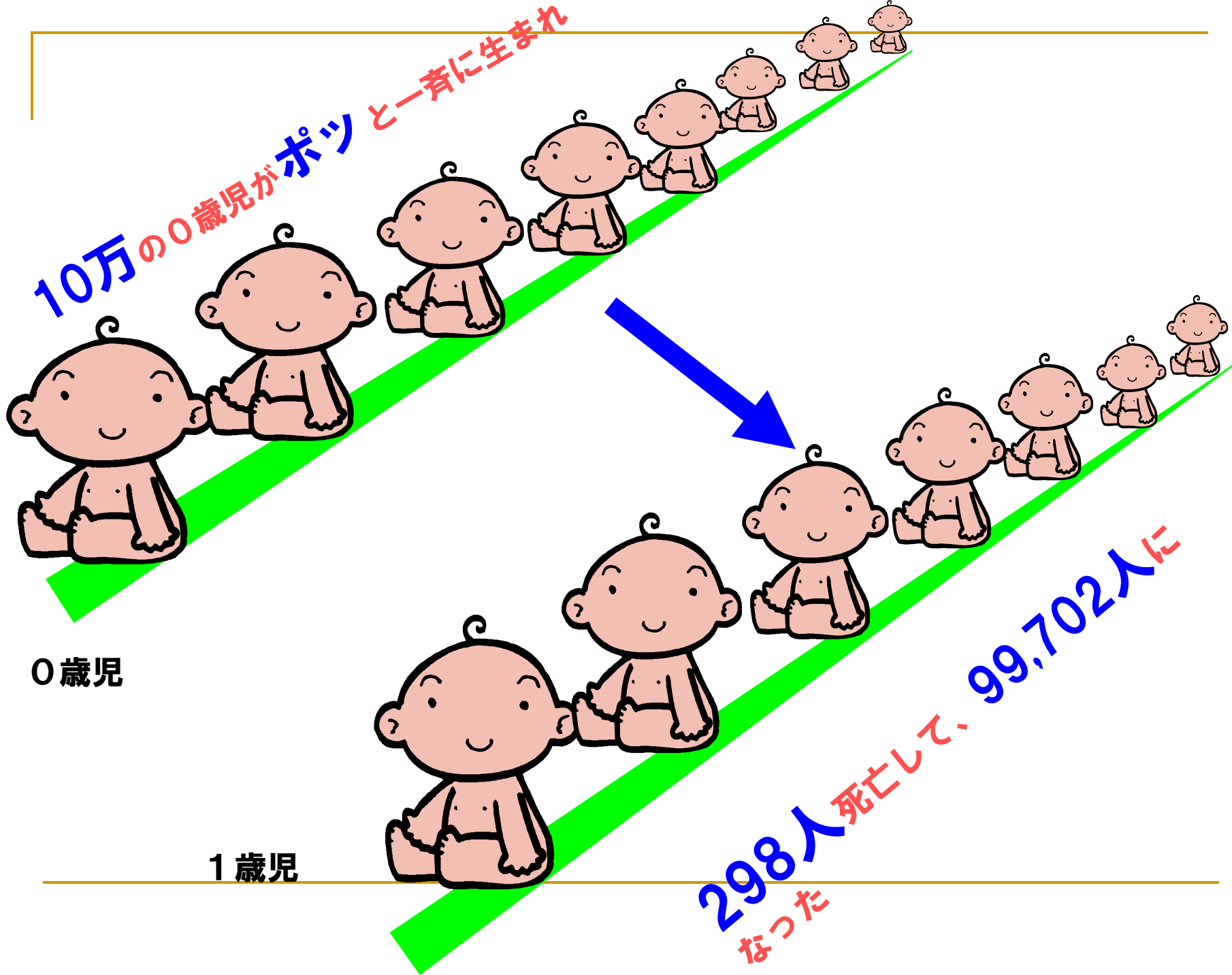
年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 ${}_n d_x$	生存率 ${}_n p_x$	死亡率 ${}_n q_x$	死力 $\mu_x$	平均余命 $e_x$	定常人口	
							${}_n L_x$	$T_x$
0 週	100 000	112	0.99888	0.00112	0.11019	78.56	1 916	7 855 882
1	99 888	17	0.99983	0.00017	0.02178	78.63	1 915	7 853 965
2	99 872	13	0.99987	0.00013	0.00370	78.62	1 915	7 852 050
3	99 859	10	0.99990	0.00010	0.00577	78.61	1 915	7 850 135
4	99 849	28	0.99972	0.00028	0.00457	78.60	8 980	7 848 220
2 月	99 821	22	0.99978	0.00022	0.00241	78.53	8 318	7 839 239
3	99 799	50	0.99950	0.00050	0.00239	78.47	24 943	7 830 922
6	99 749	48	0.99952	0.00048	0.00158	78.26	49 860	7 805 979
0 年	100 000	298	0.99702	0.00298	0.11019	78.56	99 764	7 855 882
1	99 702	45	0.99955	0.00045	0.00055	77.79	99 680	7 756 118
2	99 657	33	0.99968	0.00032	0.00032	76.83	99 641	7 656 438
3	99 625	22	0.99978	0.00022	0.00026	75.85	99 614	7 556 797
4	99 604	16	0.99984	0.00016	0.00018	74.87	99 596	7 457 183
5	99 588	14	0.99986	0.00014	0.00015	73.88	99 581	7 357 587
6	99 574	14	0.99986	0.00014	0.00014	72.89	99 567	7 258 006
7	99 559	14	0.99986	0.00014	0.00014	71.90	99 552	7 158 440
8	99 545	13	0.99987	0.00013	0.00014	70.91	99 539	7 058 887
9	99 533	11	0.99989	0.00011	0.00012	69.92	99 527	6 959 348

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/20th/xls/seimei.xls>

# 0歳近辺をピックアップ

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$
0	100 000	298
1	99 702	45
2	99 657	32

10万の0歳児がポツと一斉に生まれ



0歳児

1歳児

298人死亡して、99,702人になった

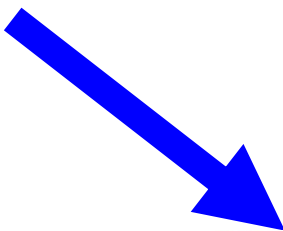
# 80歳近辺をピックアップ

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$
80	55 242	3 313
81	51 929	3 447
82	48 481	3 569
83	44 913	3 672
84	41 241	3 745

55,242人の80歳の老



80歳



81歳

3,313人死亡して、51,929人になっ

# 生命表からくり

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$	生存率 $p_x$	死亡率 $q_x$	死力 $\mu_x$	平均余命 ${}^o e_x$
31	98 562	75	0.99924	0.00076	0.00075	48.47
32	98 487	78	0.99921	0.00079	0.00077	47.50

- ① 31歳の年初に98,562人が生存していた
- ② 31歳から32歳になる間に75人が死亡した
- ③ その結果31歳の年初には $98,562 - 75 = 98,487$

これを繰り返す

# 空欄を埋めてみよう

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$	生存率 $p_x$	死亡率 $q_x$	死力 $\mu_x$	平均余命 ${}^o e_x$
31	98 562	75	0.99924	0.00076	0.00075	48.47
32		78	0.99921	0.00079	0.00077	47.50
33		84	0.99915	0.00085	0.00082	46.54
34		90	0.99908	0.00092	0.00089	45.58

算式  $l_{x+1} = l_x - d_x$

例  $l_{32} = l_{31} - d_{31} \Leftrightarrow 98,487 = 98,562 - 75$



# 答え合わせ

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$	生存率 $p_x$	死亡率 $q_x$	死力 $\mu_x$	平均余命 ${}^o e_x$
31	98 562	75	0.99924	0.00076	0.00075	48.47
32	<b>98 487</b>	78	0.99921	0.00079	0.00077	47.50
33	<b>98 409</b>	84	0.99915	0.00085	0.00082	46.54
34	<b>98 325</b>	90	0.99908	0.00092	0.00089	45.58

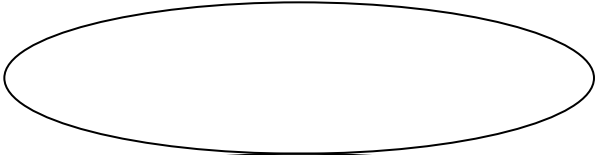

# 死亡率

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$	生存率 $p_x$	死亡率 $q_x$	死力 $\mu_x$	平均余命 ${}^o e_x$
31	98 562	75	0.99924	0.00076	0.00075	48.47
32	98 487	78	0.99921	0.00079	0.00077	47.50
33	98 409	84	0.99915	0.00085	0.00082	46.54
34	98 325	90	0.99908	0.00092	0.00089	45.58

算式  $q_x = d_x / l_x$

例  $q_{31} = d_{31} / l_{31} = 75 / 98,562 = 0.00076$

# 演習問題

年 齡 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$
$x+1$	50,000	3,000
$x+2$		3,500
$x+3$		4,000

# 演習問題答え合わせ

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$
$x+1$	50,000	3,000
$x+2$	47,000	3,500
$x+3$	43,500	4,000

# ここで改めて言葉の定義

- **生存数**: 年度始において生存している人数:  $l_x$
  - **死亡数**: 年間に死亡した人数:  $d_x$
  - **平均余命**: ある年齢の人の今後何年生きるのかの平均値(単位は「年」)
  - **平均寿命**: 0歳児の平均余命年数(単位は通例「歳」)
  - **死亡率**: 年間死亡者数を年始の生存人数で割り算をしたもの:  $q_x$
-

# 平均余命はこちら

年齢 $x$	生存数 $l_x$	死亡数 $d_x$	生存率 $p_x$	死亡率 $q_x$	死力 $\mu_x$	平均余命 ${}^o e_x$
31	98 562	75	0.99924	0.00076	0.00075	48.47
32	98 487	78	0.99921	0.00079	0.00077	47.50
33	98 409	84	0.99915	0.00085	0.00082	46.54
34	98 325	90	0.99908	0.00092	0.00089	45.58

# [完全]平均余命

*e*  
*x*



# 平均余命を鑑賞する〔完全表〕

年齢	男性	女性
	平均余命	平均余命
$x$	$e_x$	$e_x$
18	61.02	67.90
19	60.05	66.91
20	59.08	65.93
21	58.11	64.95
22	57.14	63.96
23	56.18	62.98
24	55.22	62.00
25	54.25	61.02
26	53.29	60.04
27	52.32	59.06
28	51.36	58.08
29	50.39	57.10
30	49.43	56.12
31	48.47	55.14
32	47.50	54.16
33	46.54	53.18
34	45.58	52.21
35	44.62	51.23
36	43.67	50.26
37	42.71	49.29
38	41.76	48.32
39	40.81	47.35

年齢	男性	女性
	平均余命	平均余命
$x$	$e_x$	$e_x$
40	39.86	46.38
41	38.92	45.42
42	37.98	44.45
43	37.04	43.49
44	36.11	42.53
45	35.18	41.57
46	34.26	40.62
47	33.35	39.67
48	32.44	38.72
49	31.53	37.78
50	30.63	36.84
51	29.74	35.90
52	28.86	34.97
53	27.98	34.04
54	27.11	33.12
55	26.25	32.20
56	25.40	31.28
57	24.56	30.37
58	23.73	29.46
59	22.91	28.56
60	22.09	27.66

# 保険料計算の概要



# 保険料の計算

保険会社の主なキャッシュフローは

保険料 → 収入

保険金 → 支出

保険会社の副次的なキャッシュフローは

利息 → 収入(支出)

事業費 → 支出

純保険料

営業保険料



# 営業保険料計算の仮定

## ■ 予定の集合体

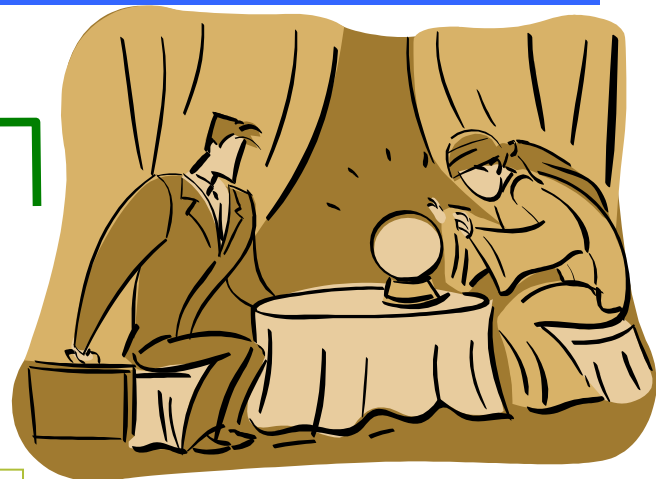
■ 予定死亡率

一度決めたらまず  
変えられない

■ 予定利率

長期の固定割引金利

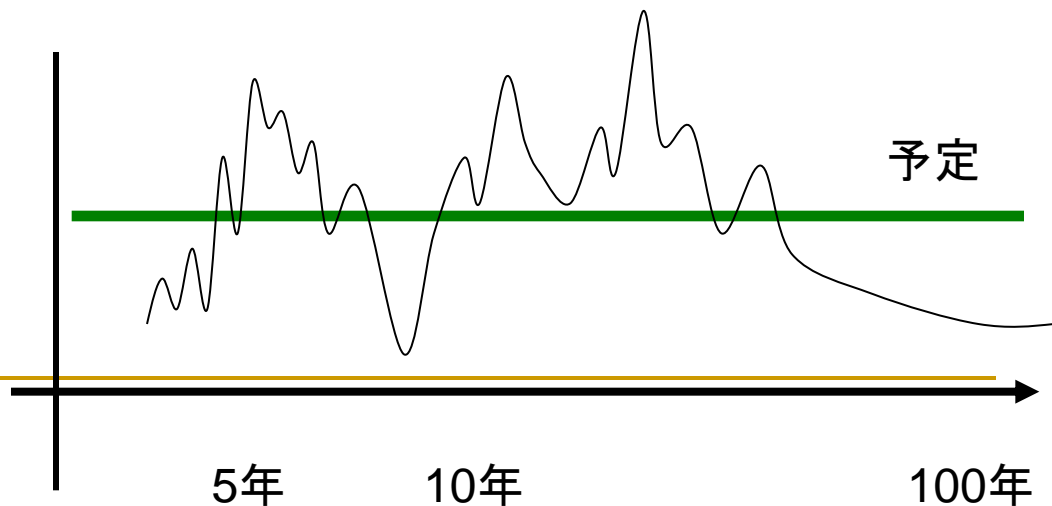
■ 予定事業費率



アクチュアリーはコンサルタントとして  
占い師を雇っている????

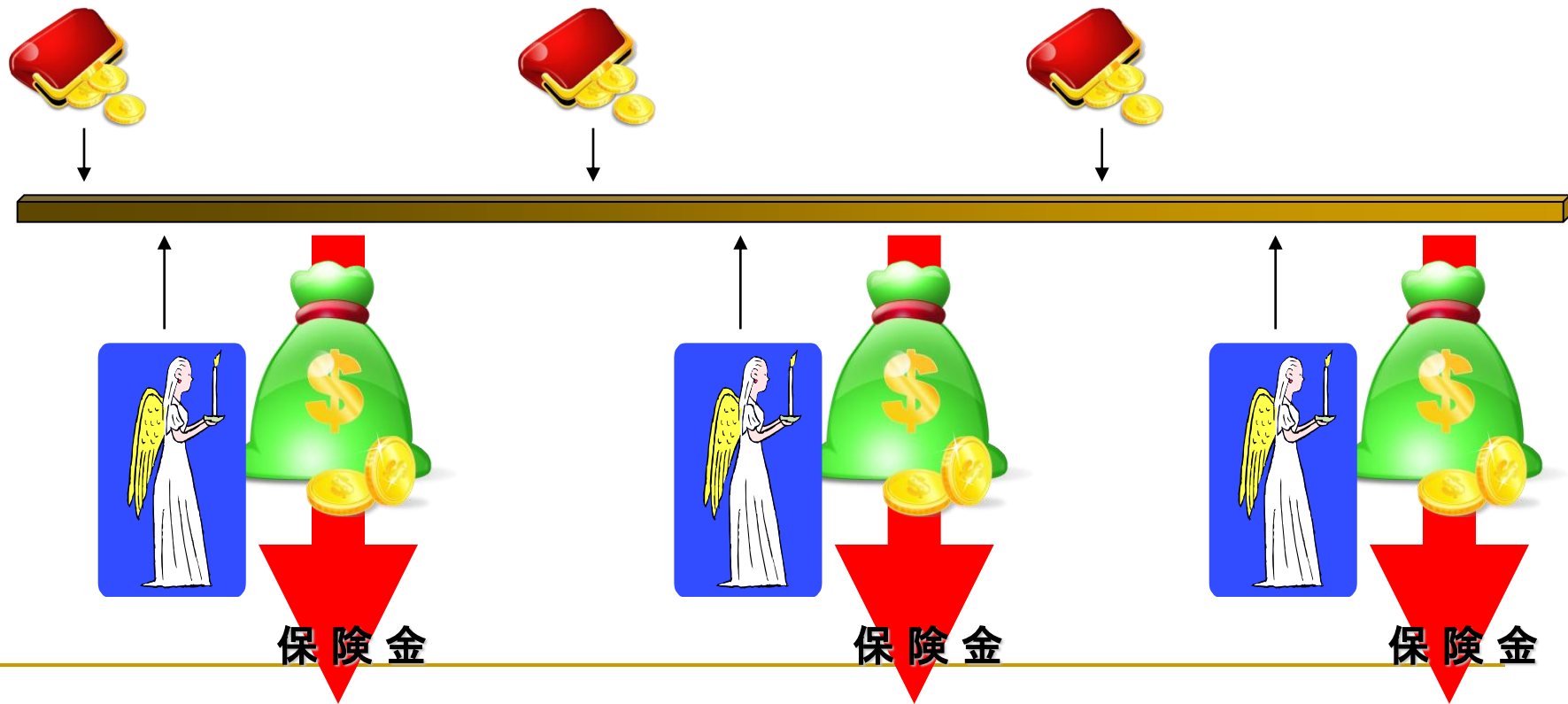
アクチュアリーには保守的な視点が  
求められる

度胸だけで保険料を決めた時代は  
過去の話

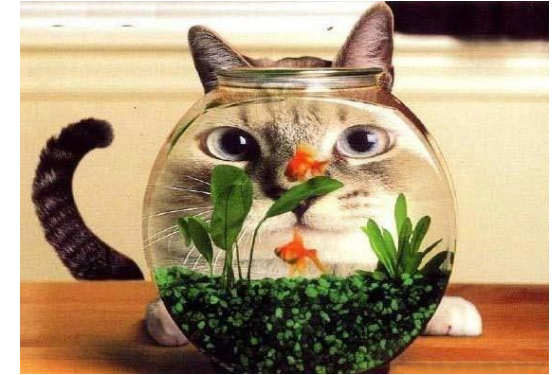


# キャッシュフローの抽象化

保 険 料



# キャッシュフローの現在価値



保険料の現価

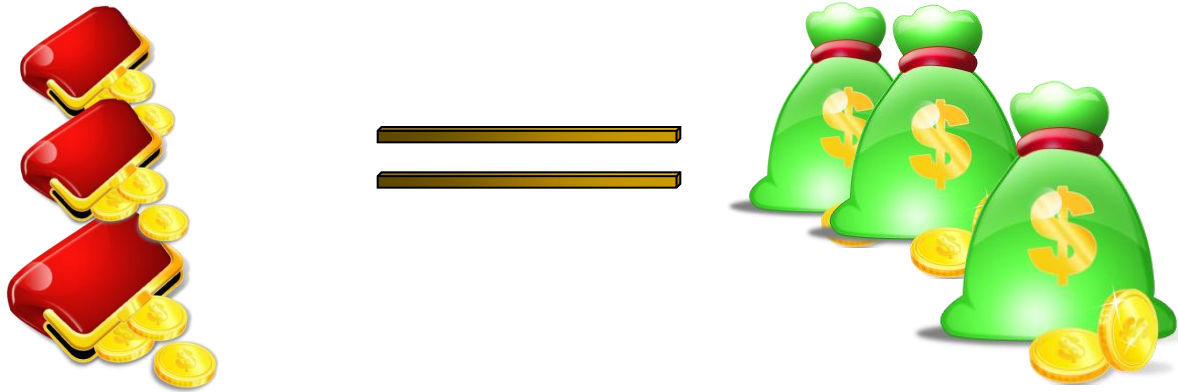


金利+生存率による現価計算

保険金の現価



# 収支相等の原則



保険料の現価

保険金の現価

等 価 = 交 換 可 能

平準保険料の計算原理



# 平準保険料には責任準備金がついてまわる

次のような生命表があったとする

年齢	生存数	死亡数
50	1000	100
51	900	200
52	700	300

保険金を100万円とすると・・・

ザックリ言って

年齢	1年毎の保険料	結果
50	$100/1000 \times 100$ 万円	<b>10万円</b>
51	$200/900 \times 100$ 万円	<b>22万2222円</b>
52	$300/700 \times 100$ 万円	<b>42万8571円</b>

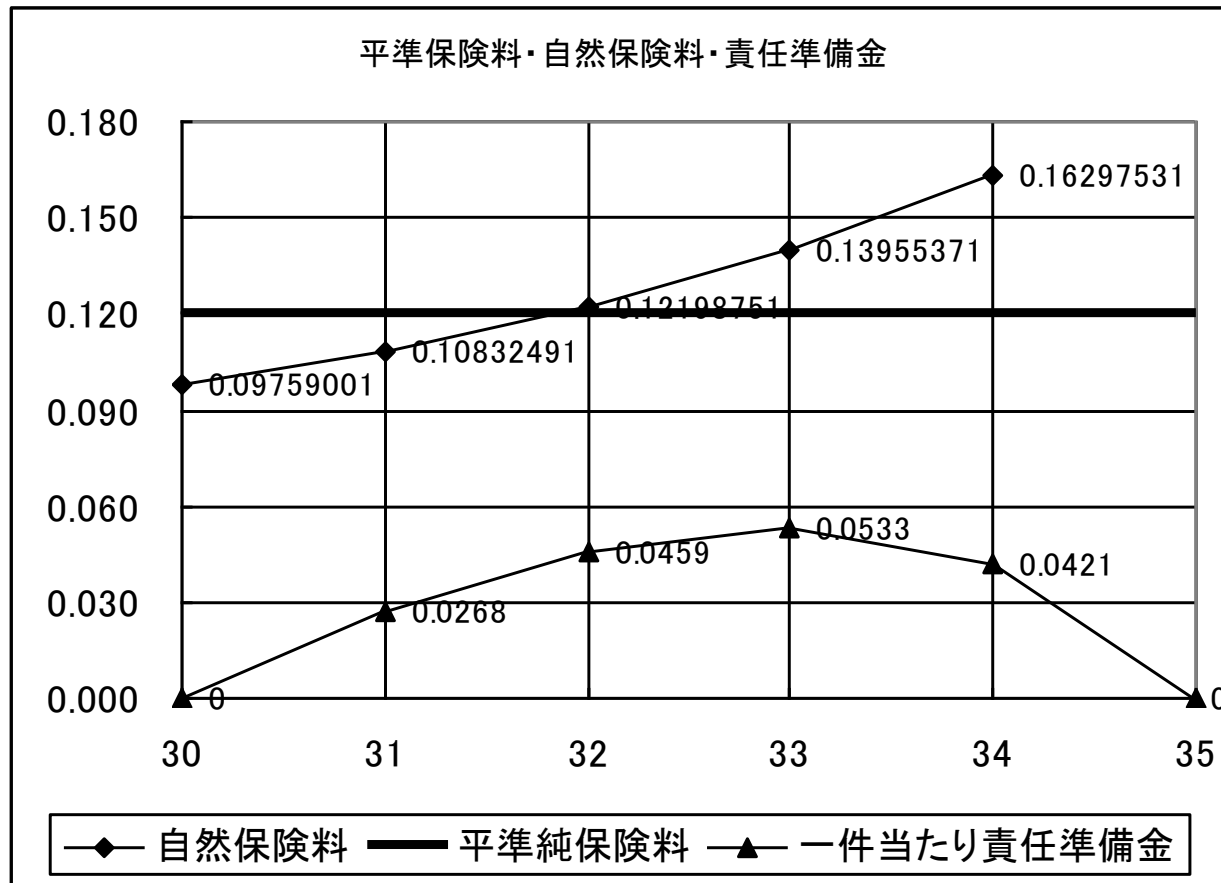
金利を考えなければ平準保険料は・・・

$$(100+200+300)/(1000+900+700) \times 100 \text{万円}$$

---

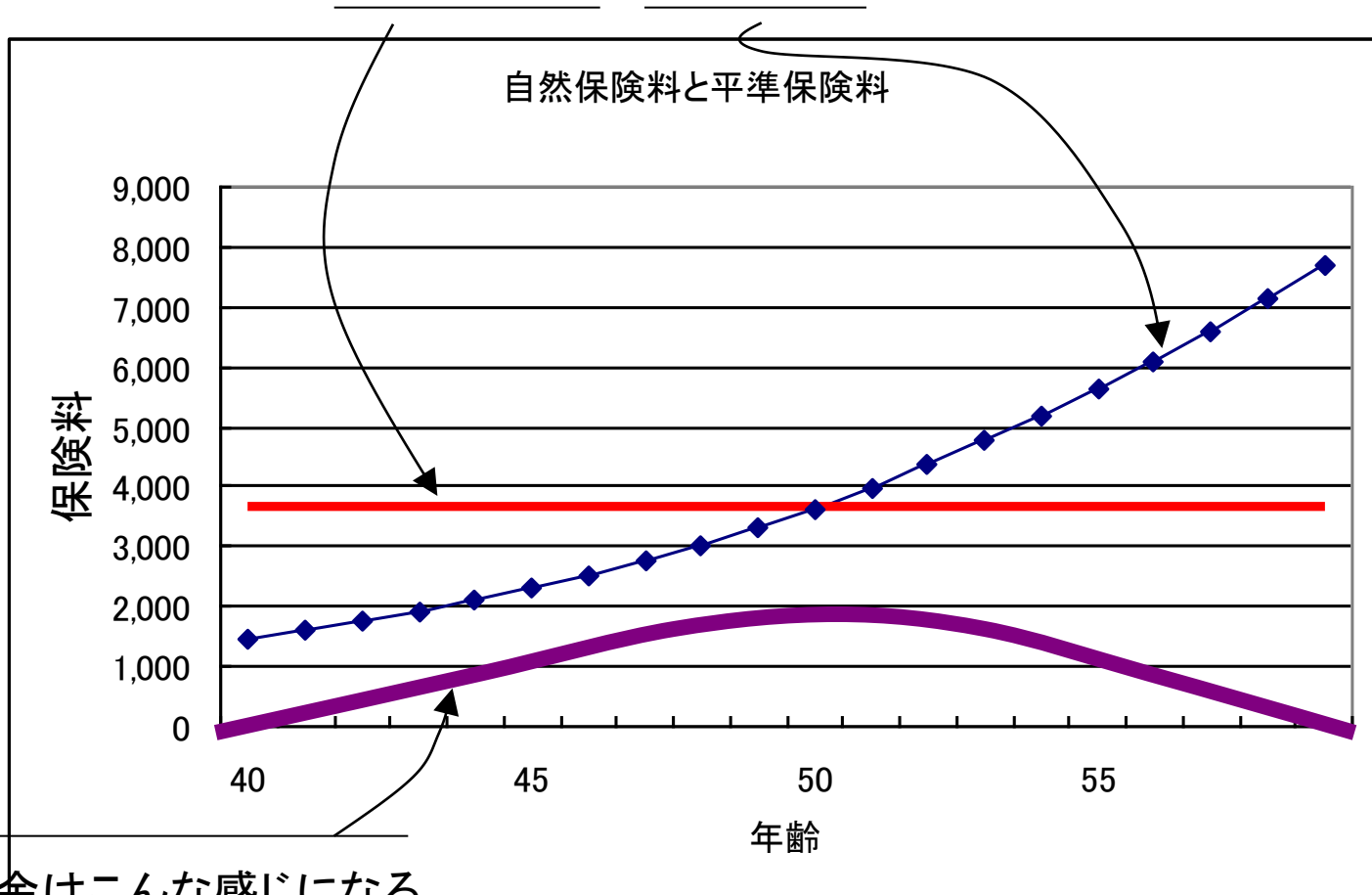
$$= \mathbf{23万769円}$$

# 定期保険の責任準備金



# 責任準備金の様子

20年の定期保険の場合の平準純保険料と自然保険料の関係



責任準備金はこんな感じになる

# 責任準備金がわかると生保が90%わかる

平成20年3月末(かんぽを含む)  
円)

(単位:10億

資産の部			負債及び純資産の部		
科目	金額	構成比	科目	金額	構成比
現金等	9,595	2.9%	保険契約者準備金	299,578	91.8%
有価証券等	250,114	76.6%	内 責任準備金	291,591	89.3%
貸付金	54,101	16.6%	その他	15,003	4.6%
有形固定資産	6,690	2.0%	負債の部計	314,581	96.4%
無形固定資産	578	0.2%			
その他	5,345	1.6%	株主資本+基金等合計	7,424	2.3%
			内 剰余金等	1,976	0.6%
			評価・換算額その他	4,419	1.4%
			純資産の部計	11,843	3.6%
資産の部計	326,424		負債及び純資産の部計	326,424	

# 生保数理を受験する方々のための特殊な視点1

1	${}_tV_{x:\overline{n} }^{[z]} = {}_{t-1}V_{x+1:\overline{n-1} }$	初年度定期式
2	$\alpha = P_{x+1:\overline{n-1} } - vq_x$	初年度定期式
3	${}_tP_x^{ai}$	$= \frac{l_{x+t}^{ii} - l_x^{ii} \cdot {}_tP_x^i}{l_x^{aa}}$
4	就業者が就業不能者となり時点 $t$ まで生存する確率 ${}_tP_x^{ai}$	${}_tP_x^{ai} = \int_0^t {}_sP_x^{aa} \cdot \mu_{x+s}^{(i)} \cdot {}_{t-s}P_{x+s}^i ds$
5	${}_tq_x^{ai}$	$= \frac{d_{x+t}^{ii} - l_x^{ii} \cdot {}_tq_x^i}{l_x^{aa}}$

## 生保数理を受験する方々のための特殊な視点2

6	$\ddot{a}_{x:\overline{n} } = 1 + vp_x \ddot{a}_{x+t:\overline{n-1} }$	必須の再帰式
7	$A_{x:\overline{n} } = vq_x + vp_x A_{x+1:\overline{n-1} }$	必須の再帰式
8	$\begin{aligned} &({}_tV + P)l_{x+t}(1+i) \\ &- d_{x+t+1}(1+i)^{2/2} = l_{x+t+1} \cdot {}_tV \end{aligned}$	保険金年央支払の場合の必須の再帰式 第 t+1 保険年度
9	x 歳以上、y 歳未満で死亡する者の平均 年齢: $x + (T_x - T_y - (y-x)l_y) / (l_x - l_y)$	これは x 歳以上、y 歳未満の者が死亡する 平均年齢とは異なる
10	$M_x = D_x - dN_x$	現時点でこれが初見であると、合格の可能性はかなり低い

## 生保数理を受験する方々のための特殊な視点2

11	謎の $q_x^i$	$q_x^i = \frac{d_x^{ii}}{l_x^{ii} + i_x / 2}$ を盲目的に信じてはいけない
12	${}_n \overset{\circ}{e}_x = \int_0^n t \cdot {}_t p_x \mu_{x+t} dt$ は成り立たない	${}_n \overset{\circ}{e}_x = \int_0^n {}_t p_x dt$ はOK。(p417 参照)

# 保険数理部分のまとめ



- 生命表の原理は簡単
- 生命保険数学は記述を目的としている
- 契約という通常言語を数式に翻訳する
- 数値を求めることに貪欲であるべきである
- 将来を見つめる目が必要
- 責任準備金がわからないと生保はわからない
- 試験問題は語弊があることを承知で言えばパズルである



# 参考図書[生命保険分野]

- 二見隆 生命保険数学 上巻下巻 日本アクチュアリー会(生命保険文化研究所)  
日本アクチュアリー会指定教科書 生命保険数学の基本的かつ本格的な参考書
- 黒田耕嗣 生保年金数理 I 培風館  
生命保険数学の基本的課題をコンサイスにまとめた一冊
- H. U. ゲルバー(山岸訳) 生命保険数学 シュプリンガー  
確率論的背景を基礎に書かれた古典ともいえる一冊
- Dickson, Hardy, Waters “Actuarial Mathematics for life Contingencies Risks” Cambridge 2009  
古典的筆法と現代的筆法の両者の良い点を取り入れた見事な一冊
- Kaas, Goovaerts, Dhaene, Denuit “Modern Actuarial Risk Theory” Kluwer Academic Publishers  
損害保険数学の良書。確率分布についての基礎知識があった方がよい。
- 山内恒人 生命保険数学の基礎 東京大学出版会
- 森本ほか 全体最適の保険ALM 金融財政事情研究会 (2011/07)

本日の話の拡大版についてはNextiaのustream「これであなたもアクチュアリー」で配信しています。

お疲れ様でした

