



西行寺幽々子の
生命保険
数学基礎講座

西行寺幽々子の 生命保険数学基礎講座

文：後藤和智（後藤和智事務所 OffLine）

表紙：七六（七六要塞）

2013年10月13日（第9回東方紅樓夢）

注意

1. 本書は、同人サークル「上海アリス幻楽団」の作品「東方 Project」の二次創作作品です。本書は東方 Project の二次創作ガイドラインに従って作成されているものであり、また著者と原作者及び作者のサークルとは一切関係がありません。そのほか、登場人物の口調などが原作と異なる場合があります。
2. 本書を著作権法の定める私的使用の範囲外で公開などを行うことを禁じます。
3. 本書に出てくる計算及び計算結果は、生命保険数学の基礎の解説のために簡略化しているものであり、実際の商品を反映しているものではありません。本書によって生じた生命保険に関するトラブルについての責任は負いかねます。

0.1 まえがき

四季映姫・ヤマザナドゥ（以下、映姫）：…まったく、あの方が冥界の管理者としての仕事をしないと、すぐに冥界が飽和してしまうのですから、たまには一言言っておかないと…。

小野塚小町（以下、小町）：いや、だからと言って、直接その管理者様のところに向くってのもどうかと思いますがねえ。
映姫：小町、何度も言っていると思うけれど、あなたももう少し熱心に仕事をしないと、今度は幻想郷に幽霊がたまってしまうのよ。あなたは少し気分屋の気が過ぎる。そもそも私の最大の気苦労はあなたの勤務態度であり、…

霧雨魔理沙（以下、魔理沙）：おいおい、こんなところでいつもの説教を初めても仕方がないだろう。そんなことよりもなんで私がお前たちの私事にわざわざ同行しなけりゃならんのだ。

映姫：いきなり私たちが冥界を訪れても多くの幽霊たちは困惑するでしょう。そこでたびたび冥界にも行っているというあなたに案内してもらったほうがことがスムーズに進むと思うからです。

魔理沙：まあ確かに、冥界への入り口の周りにはいるような騒音とかも、私が案内していると言ったら普通に通してくれたしな。お前たちだけだったら驚かれて、そして怪しまれるだろうし。…さて、もうすぐお前たちの目的地、白玉楼に到着するぜ。

魂魄妖夢（以下、妖夢）：何奴！！…なんだ、魔理沙さんか。

魔理沙：よう妖夢。重ね重ね申し上げるが、いきなり斬りかかるのはよくないと思うぜ。それより用事があるのは私じゃない。後におわず閻魔様ご一行だよ。

妖夢：はあ…って、ええ！？な、なぜ閻魔様がこのようなところに！？

小町：いいからまずはその剣を早く引いてくれて。そう緊張されちゃこっちも用件を話しづらいさね。確かにあんたのお察しの通り、四季様があんたのご主人様に用があるんで来たんだ。あたいと魔理沙はその付き人ってわけさ。

映姫：魂魄妖夢、仕事熱心なのは感心ですが、過度な警戒心というものも時として自らの身を減らすものです。…と、ここで長話をしていたらいけませんね。今日はあなたの主人、西行寺幽々子さんに少し話があってここに参ったのです。

西行寺幽々子（以下、幽々子）：妖夢う、駄目よ、あまり来てくださった人も確認せずに斬りかかっちゃ…。って、あら。映姫さんではありませんか。

映姫：いきなり訪ねてきたことはお詫びします。しかし、あなたが冥界の管理者としての仕事を最近怠っているせいで、冥界に幽霊がたくさんたまっている状態であるということはあなたもご存じのはずです。私はあなたに冥界の管理を請け負うものとしての自覚を促すべく…

幽々子：あらやだ、そういうことでしたか。ただ、死を見つめるものとして、人間がもし身内のものの死という一大事に向き合わなければならないときのことについていろいろ考えていたのですよ。そしてその流れで生命保険というものを学びました。

映姫：話をそらさないでください。第一亡霊であるあなたにとっては生命保険は最も遠い存在でしょう。

幽々子：そうかしら？そもそも生命保険というものは人間の死を統計的に扱うことにより、多くの人たちの出資を元にして、加入者の死亡という一大事に備えることができるんですよ。その「備え」が、加入者の健康状態の変化による死亡率の変化や、あるいは経済状況の変化によってどうなるのかとか、興味深そうなお話じゃなくて？

映姫：だから私はあなたの冥界の管理者としての態度をですな…。

魔理沙：あははは。閻魔様が幽々子に押し切られてら。でもまあ、確かに「死を操る程度の能力」を持つ幽々子だし、生命に関する統計や数学についての知識を聞いてみるのも面白いかもしれないな。

映姫：魔理沙、あなたまで幽々子さんの肩を持つのですか…。

妖夢：まあまあ閻魔様、落ち着いてください。閻魔様の用件はあとでじっくり伺いますので、いまはちょっと幽々子様にお付き合い願えませんか…。

映姫：ま、まあ、いいでしょう。今はまだ急ぎの用というわけではありませんし。

小町：あの四季様が折れてしまうとは。まああたいにとっても彼岸に渡す連中との話の種になるかもわからんし、ここはひとつ幽々子さんの話を聞いていきましようや、四季様。

幽々子：では決まりね。魔理沙、あなたをアシスタントに任命するわ。私の部屋にいくつか文献があるから取ってきて頂戴。あと妖夢はみんなのぶんのお茶とお菓子をお願いね。

妖夢：というわけで、このたびは「後藤和智事務所 OffLine」の34冊目の同人誌を手にとってくださりまして、誠にありがとうございます。本書は先ほどまで幽々子様がおっしゃった通り、生命保険に関する数学を解説するものとなっております。

魔理沙：詳しくは本書第1章で紹介するが、日本において生命保険はある種のインフラとしてかなり広い範囲に定着してい

るし、また国家による各種保険も、原理原則は生命保険数学や、その発展型と言える年金数理に基づいている。ただその数理的背景を一般向けに説明する書籍はあまりないので、本書で取り扱ってみることとしたんだ。

小町：生命保険に関する書籍はたくさん出されてはいるんだが、その多くが「あなたは保険料を払いすぎている！」とかで「保険の見直し」を迫るものだな。そしてその中には、日本の生命保険、なかんずく大手国内系の生命保険の「問題点」を糾弾するものも少なくないんだが、他方で生命保険というのがそもそもどういう仕組みか、そして現状はどうかということの解説は脇に追いやられていることもあるからねえ。

妖夢：本書の著者の問題意識として、生命保険の数理を知っておくことは、金融の基礎知識はもちろん、さらに言うと社会保障政策を考える上でも役に立つものであるだろうというものがあります。生命保険がどのような仕組みで開発されているかを知ることで、経済の動向と、家計や社会保障のつながりについて、読者の皆様の理解が少しでも深まれば幸いです。

小町：本書の概要を説明しておこう。まず第1章では日本の生命保険の現状と、それにおける生命保険数学の位置づけについて解説するようだ。第2章は、科学的な生命保険の要諦である生命表の話で、第3～6章は本格的な生命保険の数学の話になるらしいな。

魔理沙：あと、詳しい経緯はここでは省略するが、一応本書の著者は、3級ファイナンシャル・プランニング技能士資格を持ち、また公益社団法人日本アクチュアリー会（第1章参照）の検定試験の「生保数理」と「数学」を合格している（2013年8月現在）。また保険数理関係での実務経験も少しだけある。ただ今は保険数理関係の事務からは完全に身を引いており、従って本書はどこの会社・組織の意見も代表するものではない。また本書に出てくる全ての計算例は実際の商品を参照しているものではなく、計算や概念の説明のためはかなり簡略化したものだ。そのため実務とはかけ離れているところも多い。本書に書かれているのは、あくまでも一般的・基礎的なことであることを理解してほしい。

幽々子：読者の皆様への説明は終わったかしら～？それじゃ始めるとするわね。

映姫：うーむ…。この方がまだ私の手に負えないとは。やはり私も未熟ということかしら…？

目次

0.1	まえがき	2
第1章	日本の生命保険の基礎	7
1.1	はじめに	7
1.2	日本の生命保険業界	7
1.3	日本の生命保険行政	8
1.4	日本の生命保険商品	9
1.5	保険と共済はどう違う？	10
1.6	アクチュアリーとは？	11
1.7	生命保険数学の心構え	12
第2章	生命表と生命関数	13
2.1	はじめに	13
2.2	生命表とは何か？	13
2.3	生命関数	14
2.4	死力	15
2.5	平均余命	17
第3章	確定年金と生命年金	19
3.1	はじめに	19
3.2	年金終価と年金現価、確定年金	19
3.3	分割払いと利力	21
3.4	生命年金と終身年金	24
3.5	計算基数（その1）	25
第4章	一時払い純保険料	27
4.1	はじめに	27
4.2	定期保険、終身保険	27
4.3	計算基数（その2）	28
4.4	生存保険	28
4.5	養老保険及び生存給付金つき保険	29
4.6	いろいろな保険の一時払い純保険料	30
4.6.1	定期付終身保険	30
4.6.2	収入保障保険	30
4.6.3	逓増定期保険	31
4.6.4	学資保険（こども保険）	32
4.6.5	医療保険・がん保険	32
第5章	保険料と責任準備金	33
5.1	はじめに	33
5.2	純保険料	33
5.3	月払いの保険料	34
5.4	短期払いの保険	35
5.5	定期保険の更新	36

5.6	営業保険料	36
5.7	(平準純保険料式) 責任準備金	37
5.7.1	責任準備金とは	37
5.7.2	過去法と将来法の一致	38
5.7.3	保険料短期払いのときの責任準備金	39
5.7.4	貯蓄保険料と危険保険料	39
5.8	チルメル式責任準備金	40
5.9	解約控除	41
5.10	払済み保険と延長保険	41
第6章	計算基礎が変わると…	43
6.1	はじめに	43
6.2	予定利率が変わる場合	43
6.3	予定死亡率が変わる場合	44
6.4	多重脱退と解約	44
第7章	資料編/おわりに	47
7.1	資料編	47
7.1.1	ブックガイド	47
7.1.2	生命表	48
7.2	エビローク	54
7.3	あとがき	54
7.4	参考文献	56

第1章

日本の生命保険の基礎

1.1 はじめに

幽々子：そもそも生命保険というものは、保険の契約者からお金を集めて、稼ぎ手の死亡や医療費の不足などに対してお金を支払う、という金融なのは皆さんもご存じよね？

妖夢：そのくらいは存じ上げております。

幽々子：でも保険会社の役割はそれだけではないわ。契約者に対して必要な保障を、できるだけ安価で提供する必要もあるのよ。そのためには保険会社は、契約者から保険料として集めたお金を運用する必要があるの。ただし原則として、契約者から集めたお金を運用した結果損失を出してはいけないから、比較的安全な資産である債権で運用されることが多いのだけどね。

魔理沙：また、近代的な生命保険というのは、契約者における死亡などの支払い事由の発生を確率的に捉えることによって成立しているものだ。そのためには、商品開発の根幹に関わるものには、高度な数学的知識が問われることになるぜ。そして保険の商品開発に関わらない一般の人たちに対しても、近代的な保険を裏付ける数理的知識を知ることにより、経済と保険の関わりはもとより、さらには社会保障政策に至るまでの「まさかのときの備え」についてより高度な視座を得ることができる。そこに保険数学の基礎を学ぶ必要が出てくるぜ。

幽々子：本章では保険数学について説明する前に、日本の生命保険の現状について軽く見ていくわ。その前にいくつか基礎知識として述べておくと、保険料というものは、純粹に保険金や給付金の支払いに使われる部分である**純保険料**と、保険会社の従業員の皆さんの給与や契約管理、システムの維持などの**付加保険料**に分かれるの。これらを合わせた金額が、普段契約者が払っている**営業保険料**になるわ。

魔理沙：保険の種類についても説明しなければならないな。日本では、後述する保険業法という法律によって、3種類の保険が定義されている。一つ目は「人の生存又は死亡に関し一定額の保険金を支払うことを約し保険料を収受する保険」（保険業法第2条）で、所謂生命保険（**第一分野**）。二つ目は「一定の偶然的事故によって生ずることのある損害をてん補することを約し保険料を収受する保険」（同）で、所謂損害保険（**第二分野**）。そして疾病や傷害に対してお金を支払う保険（同第3条4の二を要約）で、これは**第三分野**保険と呼ばれる。生命保険会社が売ることができるのは第一分野と第二分野、損害保険会社が売れるのは第二分野と第三分野だ。

幽々子：最後に、保険業法で定められている保険会社には、生命保険会社と損害保険会社のほかに、**少額短期保険業者**があるの。少額短期保険業というのは、「保険業のうち、保険期間が二年以内の政令で定める期間以内であって、保険金額が千万円を超えない範囲内において政令で定める金額以下の保険（政令で定めるものを除く。）のみの引受けを行う事業」（保険業法第2条三の17）と定義されるわ。これらは既存の生命保険や損害保険ではカバーできない部分を扱っているものも多いから、参考に見てみるのもいいかもしれないわね。

1.2 日本の生命保険業界

幽々子：2013年9月現在で、金融庁から生命保険会社として免許を受けている会社は43社あるわ*1。旧来からの会社も多いけど、最近では俗に「カタカナ生保」と呼ばれる外資系（プルデンシャル生命保険など）や「ひらがな生保」と呼ばれる損害保険会社の子会社（東京海上日動あんしん生命保険など）、外国の生命保険業者（アメリカンファミリーライフアシアランスカンパニーオブコロンバス（アフラック）など）、あるいは複数の会社の共同出資による保険会社（メディケア生命保険（住友生命保険と三井生命保険により設立）など）、インターネット専売の会社（ライフネット生命保険など）など、あり方が多様化しているの。

*1 <http://www.fsa.go.jp/menkyo/menkyoj/hoken.pdf>

会社名	破綻時	処理完了	手続き	債務超過額	営業権	受け皿会社など
日産生命	1997年4月	1997年10月	行政手続き	3,029億円	1,232億円	あおば生命
東邦生命	1999年6月	2000年3月	行政手続き	6,500億円	2,400億円	GEエジソン生命
第百生命	2000年5月	2001年4月	行政手続き	3,177億円	1,400億円	マニユライフ生命
大正生命	2000年8月	2001年3月	行政手続き	365億円	70億円	あざみ生命
千代田生命	2000年10月	2001年4月	更生特例法	5,950億円	約3,200億円	米AIG
協栄生命	2000年10月	2001年4月	更生特例法	6,895億円	3,640億円	米ブルデンシャル
東京生命	2001年3月	2001年10月	更生特例法	731億円	325億円	大同生命・太陽生命

表 1.1 2000 年前後の生命保険会社破綻処理の概要（植村保信『経営なき破綻 平成生保危機の真実』p.3より抜粋）

妖夢：そのあたりの変化が起きたのは、やはり 1990 年代終わり頃の生命保険会社の相次ぐ破綻が関係しているのでしょうか。

幽々子：それも大きな要因ね。もちろんこの時期から 2000 年代に至るまでの生命保険行政の変化も見逃せないのだけど、それについては次節に回すとして、1990 年代の生命保険会社の破綻について見ていくと、1997 年に日産生命保険（あおば生命保険に継承→現：ブルデンシャル生命保険）が破綻したのを皮切りに、第百生命保険（マニユライフ・センチュリー生命保険に継承→現：マニユライフ生命保険）、千代田生命保険（米 AIG グループが再建スポンサーになり AIG スター生命保険に商号変更→現：ジブラルタ生命保険）、東京生命保険（大同生命保険と太陽生命保険が再建スポンサーに→現：T&D フィナンシャル生命保険）など 7 社が破綻したの*2。また、2000 年代には、2002 年の大同生命保険を皮切りに、2003 年には太陽生命保険、2004 年には三井生命保険、2010 年には第一生命保険が、それぞれ相互会社から株式会社に移行しているの*3。

小町：相互会社、ってのはなんですか？

幽々子：相互会社というのは、保険会社にのみ許された会社形態よ～。株式会社では会社の経営への発言権は株主のものだけど、相互会社では保険契約者すべてが、株式会社の株主総会にあたる総代会での会社の経営への発言権を有するし、株式会社の株主配当にあたる社員配当を受ける権利を有するの。日本では戦後になって相互会社に移行する保険会社が多く見られたわ。ただ相互会社は株式会社に比べて資金調達などの面で難点があるから、近年の経済低迷を背景に株式会社に移行する会社も目立つのね。特に近年では第一生命の株式会社化は大きく報じられたわ。あと、最近の保険をめぐる事情の変化の中でも見逃せないのが、保険の販売チャネルの多様化ね。

映姫：ああ確かに。最近では銀行とか各種代理店とかも増えてきましたからね。インターネット専売の会社や、インターネットの販売を導入している会社もいくつかありますしね。

幽々子：なんと言っても外せないのが銀行による販売ね。これは専門用語で銀行窓販と呼ばれているものだけど、保険の銀行窓販は、2001 年に住宅ローンに付帯する長期火災保険や、あるいは信用生命保険などに始まり、2002 年からは個人年金保険が、2005 年からは一時払い終身保険や養老保険、そして 2007 年に全商品が解禁されたの*4。特に変額個人年金保険は、小泉純一郎政権下の金融緩和を背景に大いに躍進し、変額個人年金を専門に扱う保険会社も複数現れたわ。ただ 2008 年のリーマン・ショックで運用収益が大きく落ち込んだことから、2010 年周辺にかけてそれらの会社の多くが新規の募集を停止しているのだけどね。その一例として、2010 年に大和生命保険*5がリスクの高い投資を多く行っていたことから、会社更生法・特例更生法の適用を受けたというのがあるわね。

1.3 日本の生命保険行政

幽々子：最近の生命保険行政を考える上で外せない事柄は 3 つあるわ。第一に、1995 年の保険業法の改正。第二に、のちの金融庁となる金融監督庁の設立。第三に、2010 年の保険法の施行ね。

妖夢：あの、保険業法と保険法という言葉が出てきましたけど、その 2 つはどのように違うのでしょうか…？

幽々子：まず保険業法について説明するわね～。保険業法は、保険というものの長期性や、あるいは保険商品の作成には高度な知識が要求されることからくる情報の非対称性などから、保険会社が一方的に自分たちに有利になるようなことができちゃうかもしれないから、それを規制するために作った、保険業を規制する法律なの。さっき言った通り、1995 年には保険

*2 植村保信『経営なき破綻 平成生保危機の真実』（日本経済新聞出版社、2008 年）p.3

*3 出口治明『生命保険入門 新版』（岩波書店、2009 年）p.18-19。第一生命のくだりは 2011 年発行の 3 刷に記載。

*4 出口前掲書 pp.158-159

*5 大和生命保険（株式会社）、現：ブルデンシャル ジブラルタ ファイナンシャル生命保険。旧・大和生命保険（相互会社）とあざみ生命保険（大正生命保険の破綻の受け皿と、大和生命保険の事業継承を目的に旧大和生命とソフトバンクが設立）が 2002 年に合併。

業法が抜本的に改正されたのだけど、この改正は、今までほぼ横並びだった生命保険を市場主義に転換したものと説明されるわ*6。具体的に主要な要点を述べると、第一に商品や保険料が自由化されたの。それを背景に、医療保険を中心に様々な商品が開発されるようになったわ。第二に販売チャネルの自由化で、銀行窓販や代理店の伸張はこれがきっかけなのよ。そして第三に、**ソルベンシー・マージン基準**の導入ね。

映姫：保険会社の健全性を測る指標として、保険を論じる上でいくつか触れられている指標ですよ。

幽々子：基準として使われているのは**ソルベンシー・マージン比率**で、これは**ソルベンシー・マージン**と呼ばれる、保険会社の支払い余力を基準に、次のように計算しますのよ。

$$\text{ソルベンシー・マージン比率} [\%] = \frac{\text{ソルベンシー・マージン総額}^{*7}}{\text{リスクの合計額} \times \frac{1}{2}} \quad (1.1)$$

幽々子：通常はこれが200%を超えていると健全と言われているのですが、1997年に破綻した日産生命をはじめ、200%を超えているにもかかわらず破綻した会社もいくつかあります*8。

妖夢：次に金融監督庁、現在の金融庁の登場についてはどうなるのでしょうか？

幽々子：まず原則的な変更点として、保険会社の規制を行う主務官庁が当時の大蔵省から金融監督庁になったことね。1998年に、保険会社が破綻したときに契約者を救済する機関である**保険契約者保護機構**（生命保険契約者保護機構と損害保険契約者保護機構がある）ができたのだけど、それは1997年の日産生命の破綻をきっかけに、1998年に金融監督庁の主導によって保険業法が改正されたのがきっかけなの。金融監督庁、後の金融庁は保険会社の破綻処理にも関わっているわ。

小町：そして最後に保険法っすね。これは保険業法とどう違うんで？

幽々子：**保険法**は、元々は商法の一部であった保険に関する部分を独立させて、新たに保険に関する法律を作ったものなの。だから保険業法は保険会社の業務規制に関する法律だけど、**保険法**は保険商品やその販売に関する法律と言えるわね。また商法から保険法を独立させるにあたって、商法にはなかった第三分野保険に関する記述を追加させているわ*9。

1.4 日本の生命保険商品

幽々子：次は日本の主要な生命保険商品の種類について説明するわね。

映姫：先ほど幽々子さんがおっしゃったように、1995年の保険業法の改正後、商品や保険料が多様化して、いろいろな商品が出るようになったのですよ。

幽々子：とはいえ現在でも伝統的な生命保険商品である、被保険者の死亡に対して保険金を支払う保険は決して衰えているとは言えないわ。**定期保険**と**終身保険**はその代表例ね。いずれも、被保険者の死亡、もしくは高度障害に対して、契約で定められた保険金を支払うというもの。定期保険はその契約期間が決まっていて、終身保険は契約期間が一生継続ものね。それから、保険金を一時金ではなく年金で受け取って、契約者が死亡した後の生活を保障する**収入保障保険**も代表的ね。

妖夢：高度障害でも保険金が支払われるのですか？

幽々子：そう。障害の種類によって異なるのだけど、例えば両眼の失明や言語ないし咀嚼能力の喪失、神経系や臓器・精神に障害をきたして終身介護を必要とするものなどには**高度障害保険金**が支払われるわ。ただそれらは死亡保険金と同一視されていることが多いのだけどね。またこれらは概ね保険金が全額支払われるものだけど、高度障害の程度に応じて、全額ではなく一部が給付される場合もあるから、その点は約款で確認してね。あと、最近は終身保険について、保険料の支払期間を短くして、貯蓄性を高めた商品も複数出ているわね。それらの商品は保険料支払後の解約返戻金が、支払った保険料に対して多くなることを売りにしているわ。ただそれらは保険料払い込み期間は解約返戻金が抑えられていることが多いから注意してね。

小町：死亡に対してではなく、生存に対して給付される保険もありますよ。

幽々子：そうですね。具体的な商品として典型的なのは**養老保険**かしら。養老保険は、満期まで生存していたら給付金を、また契約期間内に死亡したら満期保険金と同額の死亡保険金を支払う保険ね。ただ最近は生存に対して支払う保険といたら**個人年金保険**かしら。

映姫：前節で幽々子さんがおっしゃっていた変額個人年金保険などもその範疇に含まれますよ。

幽々子：個人年金にはいろいろ種類があってね、さっき映姫さんがおっしゃった**変額個人年金保険**は、受け取れる年金額が、保険会社による運用の成果によって変化するものなの。ただ契約上の最低保障金額は支払われるものが多いわ。また通常は生命保険は債権などの安定的な手段で運用するのが主だけど、変額個人年金保険をはじめとする**変額保険**は、株式や投資信

*6 出口前掲書、p.168

*7 植村前掲書 p.23

*8 植村前掲書 p.24

*9 詳しくは、公益財団法人生命保険文化センターの解説を参照のこと。http://www.jili.or.jp/knows_learns/law/

託などの割合を高めて、積極的に運用するの。また、これらの運用によるリスクが一般の定額の保険に及ばないようにするために、変額保険の給付に使われるお金や有価証券は**特別勘定**によって管理されるのよ。変額保険を契約する際には、株式などの変化による**市場リスク**や、外貨建て保険の場合や**為替リスク**にも注意する必要があるわ。その点は約款やパンフレットなどに書かれているから、じっくり読んでね。

小町：保険って資産形成にも使えるんですねー。

幽々子：資産形成のための保険としてもう一つ挙げるとしたら**学資保険（こども保険）**かしら。これは、親ないし祖父母を契約者・保険料払込人に、子供を被保険者にして、子供が一定の年齢になったら給付金や年金を支払うけど、子供が死亡したら死亡保険金を支払い、また保険料払込人が死亡したらその後の保険料の支払いを免除するというのが一般的ね。これも終身保険と同じように、最近は返戻率を競っているものが多いわね。それから保険で資産形成と言ったら、法人向けの保険も見逃せないわね。

妖夢：個人と法人の保険ってどれだけ違うんでしょうか。

幽々子：法人向けの保険は、経営者や役員に対してかける場合を考えると、経営者や役員が死亡した場合、その影響は被保険者の家族の生活のみならず、企業活動にも影響を及ぼすわ。だからそのための保険金は、個人よりも格段に大きくなるの。また解約返戻金を原資として役員退職金などにするというパターンもあり、その点では死亡保障と共に解約返戻金も、個人の保険以上に重要になるわ。

妖夢：ここまではおそらく本章のはじめに幽々子様がおっしゃった第一分野の保険と言うことになるのでしょうか、あとは第三分野の保険ですね。どのようなものがあるのでしょうか。

幽々子：第三分野保険の主力は**医療保険**や**がん保険**、**介護保険**ね。入院や介護になったときに給付金が支払われる保険なのだけど、最近の傾向としては、公的な医療・介護制度と連動して給付金が支払われる、というものかしら。

小町：公的な制度と連動、とは？

幽々子：例えば介護保険の場合、特定のランクの要介護認定を受けたら支払うとか、そういうものね。これによって手続きの簡略化や客観性の確保が期待されるわ。それから第三分野保険として挙げられるのは**就業不能保険**かしらね。これは一定の期間以上就業が困難になったときに支払われる保険よ。今は2社しか出していないけれど^{*10}、もしかしらこれから伸びる可能性も十分にあるわ。このように第三分野の保険は、生命保険会社も損害保険会社も出せるから、本当に必要な保障をしてくれるのはどの商品か、というのをよく吟味する必要があるわ。

映姫：他にも保険の種類はあるのでしょうか？

幽々子：かつて一世を風靡していた保険として挙げられるのが**アカウント型保険**ね。これは**利率変動型積み立て終身死亡保険**と呼ばれる主契約と、死亡保険や医療保険などの別の契約ないし特約で構成され、保険料は主契約に対して払い込んで、そこから特約保険料を充当するという仕組みになっているの。資産形成と保障の両方を実現できるのだけど、大抵は資産形成で得られるお金が雀の涙ほどしかなかったり、契約が複雑になってしまうことから批判も多く、最近は通常の死亡保険や医療保険が見直されているわ。経済誌の保険特集とかでも見直すべき保険として真っ先に上がっていることが多いわね。

1.5 保険と共済はどう違う？

小町：そういえば気になったんですけど、保険のほかにも共済ってのもありますよね。生命保険も損害保険もカバーしてます。保険と共済ってどう違うんで？

幽々子：**共済**とは、一般に地域や職域の構成員がお金を出し合って、構成員の非常事態に対してお金を給付するような形態で、保険とは大差ないわ。ただ日本の共済が民間の保険と大きく違うのは主務官庁ね。民間の保険は、すでに言ったとおり主務官庁は金融庁だけど、共済は事業主体によって異なるわ。例えば元々労働組合員向けの共済である全労済は厚生労働省で、また農家向けであるJA共済は農林水産省よ。もっともこの両者とも、一般向けの市場にも力を入れているわ。こくみん共済や各地域の県民共済などは全労済がやっているのよ。あと、コープ共済や学生総合共済などの生協系も厚生労働省ね。また、保険の場合は顧客が社員（相互会社）とか契約者（株式会社）と呼ばれるのに対し、共済では加入者と言うわ。

魔理沙：共済については、2006年施行の保険業法改正以前は無認可で共済を行っていたところも多くあったが、この保険業法の改正によって、契約者保護などの観点から、金融庁の管理下に置かれることになったぜ。また、この改正をきっかけに、正規の保険業者（アイリオ生命保険（現：楽天生命保険）など）や、少額短期保険業者になったところも存在する^{*11}。

*10 『週刊東洋経済』2013年8月24日号

*11 出口前掲書 p.124

1.6 アクチュアリーとは？

幽々子：さて、本書は保険数学の本だけど、現代の世の中の様々な金融商品は、様々な数学的な理論に基づいて設計されているの。特に生命保険や損害保険、年金についての数理の専門家は**アクチュアリー**と呼ばれるわ。

映姫：数学の専門家と言うと、やはり理系の方が多くなるのでしょうか？

幽々子：その前に日本でアクチュアリーと呼ばれるための要件について説明いたしましょうか。日本でアクチュアリーという肩書きを名乗るためには、まずは**公益社団法人日本アクチュアリー会**（以下、アクチュアリー会）^{*12}の資格試験に合格しなければならないわ。同会の資格試験には2段階あって、第1段階として準会員になるための1次試験5科目（数学、生保数理、損保数理、年金数理、会計・経済・投資理論）、さらに準会員資格を得た上で^{*13}、正会員になるための2次試験3コースのうち1コースの2科目（生保コース、損保コース、年金コース）に合格して、かつ研修を受けて^{*14}、初めてアクチュアリー会の正会員資格を得て、アクチュアリーを名乗ることができるの。それまでは保険会社にアクチュアリー候補枠として採用されて、保険数理の実務をこなしつつ試験に挑戦するというのが一般的ね。

映姫：試験の回数や、受験資格はどのようなものになっているのでしょうか。

幽々子：試験は概ね毎年12月半ば～終わり頃に、東京と大阪で行われます^{*15}。また受験資格は原則として大学卒業が要件となっていますわ。あと、多くの問題を解くには確率論や統計学、経済学の知識が要求されますので、受験者には必然と理系の方や経済学の方が多くなりますわ。また日本大学などはアクチュアリー養成のコースなどを設置していますね^{*16}。

妖夢：商品の開発以外にアクチュアリーの活躍分野というのはあるのでしょうか？

幽々子：商品開発はアクチュアリーの実務の一部でしかないわ。アクチュアリーの活動するフィールドは、保険会社の会計の管理や、商品の妥当性の検証、保険数理のシステム開発、企業向けの保険や年金のコンサルティング業務、さらにはシンクタンク的な分析に至るまで、保険や年金に関する専門性が必要となる分野なら至る所にあるわ。特に保険会社では、会社全体の保険数理を統括するポジションである**保険計理人**を置かなければならないことが保険業法で定められていて、なおかつそれは同法施行規則によって、アクチュアリー会の正会員でなければならぬと定められているの。

保険業法第120条（保険計理人の選任等）

保険会社（生命保険会社及び内閣府令で定める要件に該当する損害保険会社に限る。第3項及び第122条において同じ。）は、取締役会において保険計理人を選任し、保険料の算出方法その他の事項に係る保険数理に関する事項として内閣府令で定めるものに関与させなければならない。

保険業法施行規則第78条（保険計理人の要件に該当する者）

法第120条第2項に規定する内閣府令で定める要件に該当する者は、生命保険会社にあつては、次の各号に掲げる要件のいずれかに該当する者とする。

一 社団法人日本アクチュアリー会（昭和38年5月14日に社団法人日本アクチュアリー会という名称で設立された法人をいう。以下この条及び第211条の49において同じ。）の正会員であり、かつ、生命保険会社及び外国生命保険会社等の保険数理に関する業務に5年以上従事した者

二 社団法人日本アクチュアリー会の正会員であり、かつ、保険数理に関する業務に7年以上従事した者（生命保険会社及び外国生命保険会社等の保険数理に関する業務に3年以上従事した者に限り、前号に掲げる者を除く。）

幽々子：もちろん、保険計理人は保険会社の数理を統括する存在だから、保険数学の知識のみならず、保険会社の会計や法務などの幅広い知識も必要になるわ。

小町：保険以外にも年金もアクチュアリーのフィールドだと幽々子さんは言いましたが、そっちは何か制度とかあるんですか？

幽々子：年金の場合は**年金数理人**という制度が**厚生年金保険法**によって指定されているわ。この制度は厚生年金基金のみならず、国民年金基金や確定給付企業年金にも適用されるようになっているの。

厚生年金保険法第七十六條之二（年金数理関係書類の年金数理人による確認等）

この法律に基づき基金（第百十一条第一項若しくは第百四十三条第四項の規定に基づき基金を設立しようとする事業

^{*12} <http://www.actuaries.jp/>

^{*13} なお、原則として1次試験5科目のうち1科目以上に合格すれば、研究会員資格を得ることができる

^{*14} <http://www.actuaries.jp/examin/index.html>

^{*15} 詳しくはアクチュアリー会の試験情報を。<http://www.actuaries.jp/examin/info.html>

^{*16} http://www.chs.nihon-u.ac.jp/about_chs/curriculum_select_actuary/

主又は第四百四十二条第二項の規定に基づき合併により基金を設立しようとする設立委員を含む。)又は連合会が厚生労働大臣に提出する年金数理に関する業務に係る書類であつて厚生労働省令で定めるものについては、当該書類が適正な年金数理に基づいて作成されていることを次項に規定する年金数理人が確認し、署名押印したものでなければならない。

2 年金数理人は、前項に規定する確認を適確に行うために必要な知識経験を有することその他の厚生労働省令で定める要件に適合する者とする。

「年金数理関係書類の年金数理人による確認等について」(昭和63年8月26日 年発第二六五八号 各都道府県知事あて厚生省年金局長通知) 第二(年金数理人の要件について)

年金数理人の要件については、改正後の厚生年金基金規則第七六条第一項において定められているが、その運用は次のとおりであること。

(1) 「厚生大臣の定める基準」は、社団法人日本アクチュアリー会の正会員であるものとする。

(2) 「厚生年金基金等の年金数理に関する業務に五年以上従事したことがある者」は、基金の年金数理の業務(給付設計、財政再計算、決算における責任準備金の評価等をいう。)に五年以上従事し、かつ、このうち少なくとも二年は責任者として財政計算の確定、基金及び行政機関に対する財政計算の結果の報告等の業務を自ら行ったと認められる者であること。

なお、年金数理の実務経験及び責任者として行う業務の経験については、基金以外の年金数理の業務の経験を含むことができるものとする。

(3) 「十分な社会的信用を有するもの」とは次のアからオのいずれにも該当しないものとする。(略)

1.7 生命保険数学の心構え

幽々子：本章の最後に、これから生命保険数学の基礎を学ぶにあたって、みんなに生命保険数学の数式以前の大原則について述べておくれね。その大原則とは2つあって、第一に**大数の法則**、第二に**収支相等の法則**よ。

妖夢：大数の法則って、統計学の概念ですよ。それと生命保険とにどういう関係があるのでしょうか。

幽々子：そもそも大数の法則というのは、母集団が大きくなるほど、あるパラメータや事象の発生確率が平均値に収束していくという理論よね。保険の場合は、契約者集団が小さいと、保険金や給付金の支払いの対象となる事象の発生確率がぶれてしまい、会社の財務に影響を及ぼしかねないわ。それじゃ困るわよね。だから保険を運営していくためには、契約者集団をそれなりに大きくして、リスクを平準化しなければならないの。そしてそのような状況下で初めて、保険数学で想定した前提が成り立つものなのよ。

小町：もう一つの収支相等の法則というのはどういうものなんです？

幽々子：収支相等というのは、その名の通り、保険会社が保険料として契約者から受け取る収入と、契約者に保険金や給付金として支払う支出が同じにならなければならないというものなの。そしてそのためには、保険会社が契約者に対して一方的に有利にならないようにするために、主務官庁である金融庁の確認を受けなければいけないわ。また本章の最初の節でも言った通り、保険会社には金融機関として契約者から集めたお金を運用によって増やす役割もあるから、そこも考慮して設計しなければならないの。

妖夢：しかしそうすると、保険会社はどのように利益を上げていることになるのでしょうか。保険会社もやはり企業である以上、業務の拡大にはそれなりの収益が必要となるはずだと思うんですけど…。

魔理沙：まず日本の生命保険の仕組みとして、保険料の計算で前提としている、死亡率などの保険事故の発生確率、**予定利率**と称される運用利率、事業費及び事業費率、商品によっては解約率などは全て主務官庁に届け出る必要がある。裏を返せば、そこから利益が発生するとも言えるぞ。例えば、詳しくは第6章で説明するが、死亡率が予定よりも低かったら多くの保険で利益が生まれる。これを**死差益**と言うぞ。また運用が好調ならそこでも利益が出るだろう。それが**利差益**だ。また事業費を抑えるための施策を行えば**費差益**が出るし。解約についても場合によっては差益、あるいは差損が出るだろう。死亡率や解約率をコントロールすることは原理的にできないが、運用や事業費を工夫することによって利差益・費差益を出すことは可能かもしれない。日本の会計基準では、保険は契約が発生した時点で将来の費用などが固定されるから、そこからの差益や差損が関心の対象となるわけだ。アメリカの会計基準や**IFRS(国際財務報告基準)**だとまた事情は変わってくるがな。

第2章

生命表と生命関数

2.1 はじめに

幽々子：さて、ここから具体的な保険数学の話に入っていきわね。最初に説明するのは、近代的な生命保険には絶対に欠かすことのできない、**生命表**についての解説よ。

映姫：生命保険会社は生命に関係する商品を取り扱う金融機関ですから、その生命に関して正確なものが求められますね。

幽々子：近代的な生命表の起源は、1662年にジョン・グラントという人の『**死亡表に関する自然的および政治的諸観察**』とされているの。また、1693年には、ハレー彗星の名で知られるエドモンド・ハレーが、当時のドイツで、現在はポーランドのブレスラウという都市の死亡統計をもとに『**人間の死亡率の推計**』という研究を発表して、死亡率の研究の礎を築いたの。これらの研究が、近代的な生命保険に繋がっているとと言えるのよ〜*1

魔理沙：日本では福澤諭吉によって西洋の生命保険が紹介され、1881年に福澤の門下生である阿部泰蔵によって、日本で初めての近代的な生命保険会社である有限明治生命保険会社（1947年より明治生命保険相互会社）が設立された。明治生命は2004年に安田生命保険相互会社と合併して明治安田生命保険相互会社になったが、その安田生命も、近代的な生命保険会社ではないものの、1880年に結成された日本で初めての生命保険組織である「共済五百名社」を母体にしており、この合併は最古の生命保険2社が合併した形と言われているな。

2.2 生命表とは何か？

幽々子：生命表には2種類のものが存在するわ。第一に、政府が国内の統計情報を元に作成するもので、これを**国民表**と言うの。日本では厚生労働省や地方自治体が作成しているわ*2。国勢調査を元にした「完全生命表」は5年ごと、推計人口を元にした「簡易生命表」は毎年作られているのよ〜。そしてこれらの生命表から、平均寿命を求めることができるの。0歳における平均余命を平均寿命と言うのだけど、各年齢の平均余命は生命保険数学で扱うわ。

妖夢：平均寿命ってよく聞きますけど、生命表から作成しているんですね。

幽々子：もう一つの生命表は**経験表**と言ってね、これは保険会社が自分の会社のデータを持ち寄って、計算上の補正をかけた上で作成された、保険に使うための生命表よ。日本では経験表は、前章で採り上げた日本アクチュアリー会が作成し、生命保険の主務官庁である金融庁の許可を受けることになっているわ。最新の経験表が、「標準生命表2007」*3よ。

妖夢：しかし、国民の正確な死亡率が政府で作成されているのであれば、経験表の意義はどこにあるのでしょうか？

幽々子：経験表を使う意義はいくつか挙げられるわ。第一に経験表は国民表に比べて死亡率が高く設定されているの。これは保険会社の経営の健全性を維持するためのもの。国民表の死亡率は、言うなれば「平均値」そのものなのだけど、現実にはすべてそこで固定されるわけじゃないわよね？統計学の考え方に従えば、確率変数が平均値を超える確率は、確率変数が正規分布に従うなら50%。結構平均値って易々と超えられるものなの。標準生命表2007では、各社から集めた結果の平均値に標準偏差2個ぶんを加えた値を採用しているわ*4。これなら、死亡率が生命表を超える確率はおよそ2.28%に抑えられるの。

小町：それ以外にも理由はないんですか？

幽々子：次に挙げられるのが**選択効果**の存在ね〜。多くの方は、生命保険に入ると、保険に入っているという安心感から、契約後しばらくは死亡率が下がるという研究があるの。これが選択効果ね。

小町：確かにそれで平均値をとったら、死亡率が下がって、さっき幽々子さんが言った健全性の問題が起こりそうっすね。

*1 グラント及びハレーについては、総務省統計局の統計学教育サイト「なるほど統計学園」<http://www.stat.go.jp/naruhodo/index.htm>などを参照されたい。

*2 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/list54-57.html>

*3 <http://www.actuaries.jp/lib/standard-life-table/>

*4 日本アクチュアリー会『標準生命表2007の作成概要』http://www.actuaries.jp/lib/standard-life-table/seimeihyo2007_B3.pdf

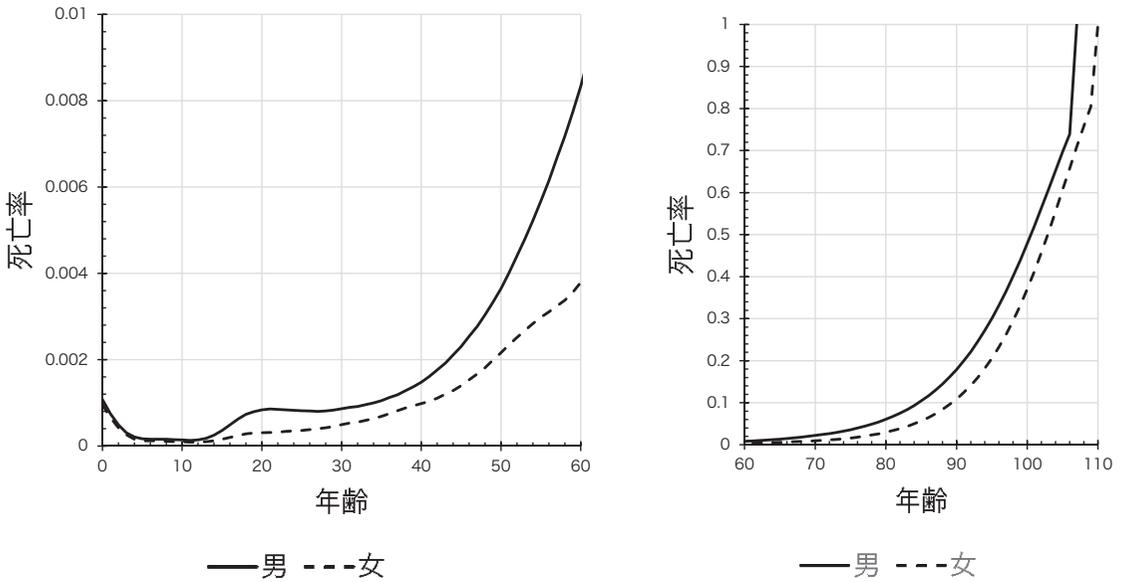


図 2.1 標準生命表 2007 での死亡率の推移

幽々子：選択効果が起こりそうな期間を除外することを^{せつだん}「**截断**」と言うのよ。標準生命表 2007 での截断期間は表 2.1 のようになっているわ*5。今の標準生命表 2007 は、截断期間が設定されていてその期間を除外して考えているのだけど、こういう表を**截断表**と言うのよ〜。あと、標準生命表 2007 にはないのだけど、例えば戦前の日本で用いられていた「日本三會社生命表」*6には、選択期間を考慮した生命表が掲載されていたの。これを**選択表**と言うわ。そして選択効果を排した生命表は**終局表**と言うの。またもう一つは、被保険者の状態や、必要な保障に対応する生命表があることね。標準生命表 2007 には、死亡保険用のほかに、年金開始後用、第三分野標準生命表の 3 種類があるのだけど、例えば年金開始後用は、年金をもらうようになると、やはり死亡率が下がるようになるというのが見られるの。だから年金のためには、年金に対応した生命表が必要なのよ〜。

截断年数	男	女
1 年	1~9 歳	1~9 歳
2 年	10~29 歳	10~24 歳
3 年	30~34 歳	25~29 歳
4 年	35~39 歳	30~34 歳
5 年	40 歳~	35 歳~

表 2.1 標準生命表 2007 の截断年数

魔理沙：本節の脚注にもある通り、日本の生命表は、厚生労働省による国民表も、アクチュアリー会による経験表も公開されている。本書には標準生命表 2007 を資料編に収録しているから、是非とも参考に見てほしい。

2.3 生命関数

幽々子：標準生命表には、生存者数、死亡者数、死亡率、平均余命が掲載されているわ。これらの値は、保険数学では**生命関数**として与えられているものなのよ〜。

映姫：関数と言いますと、生存者数などの数値が、何らかのパラメータによって動くものとして計算するのでしょうか。

幽々子：各種生命関数は年齢の関数として扱いますわ。生存者数や死亡者数などは年齢によって関係すると見なしますの。また生命表の上では離散的な表になっていますが、計算の上では連続的なものとして扱うこともありますわ。そういうわけで、まずは代表的な生命関数から見ていこうかしら。まずは生命表で与えられている生存者数 l_x と死亡者数 d_x の定義について説明するわね〜。標準生命表 2007 年では、0 歳の人を 100,000 人として、生存者数 l_x は x 歳になったばかりの人が生命表上で何人生きているか、死亡者数 d_x は、 x 歳の人の集団が $x + 1$ 歳になるまでに何人死亡するかを表した値となるわ。だから l_x と d_x には次の関係が成り立つの。

*5 『標準生命表 2007 の作成概要』資料 1

*6 1910 年作成。ここで言う「三會社」とは、日本生命保険、明治生命保険（現：明治安田生命保険）、帝国生命保険（現：朝日生命保険）。

$$l_{x+1} = l_x - d_x \quad (2.1)$$

幽々子：生存者数と死亡者数の定義について説明したところで、今度は**生存率** p_x と**死亡率** q_x の定義に入るわね。さっきの式の両辺を l_x で割ると、次のようになるわ。

$$\frac{l_{x+1}}{l_x} = 1 - \frac{d_x}{l_x} \quad (2.2)$$

幽々子：ここで、生存率と死亡率を次のように定義するの。

生存率と死亡率

$$\text{生存率 } p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \qquad \text{死亡率 } q_x = \frac{d_x}{l_x} \quad (2.3)$$

幽々子：この定義が意味するところは、生存率 p_x は、 x 歳の人が「 $x+1$ 歳まで」、つまり 1 年間生存する確率で、一方で死亡率 d_x は x 歳の人が「 $x+1$ 歳になるまでに」死亡する確率ということになるの。

妖夢：1 年間、ということは、1 年間以外の生存率や死亡率も定義されるのでしょうか。

幽々子：そう。まず生存率だけど、 x 歳の人が t 歳になるまでに生存する確率は、次のように定義されるわ。

t 年生存率

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} \qquad (t \geq 0) \quad (2.4)$$

妖夢： p の左下の t が、何年生存するか、ということを示すんですね。

幽々子：生命表では t は 0 もしくは自然数になるけど、 l_x を連続的な関数と見なす場合は、 t は 0 または正の実数をとることもできるわ。次は死亡率だけど、死亡率の場合は、「 x 歳の人が t 年間に死亡する確率」と、「 x 歳の人が t 年間生存して 1 年の間に (t 年後から $t+1$ 年後の間に) 死亡する確率」の 2 つがあるの。定義は次の通りになるわ。

死亡率

$$x \text{ 歳の人が } t \text{ 年以内に死亡する確率 } {}_t q_x = \frac{l_x - l_{x+t}}{l_x} \quad (2.5)$$

$$x \text{ 歳の人が } t \text{ 年生存して 1 年以内に死亡する確率 } {}_{t|} q_x = \frac{d_{x+t}}{l_x} = \frac{l_{x+t} - l_{x+t+1}}{l_x} \quad (2.6)$$

幽々子：生命保険で主に使うのは後者ね～。

小町：なんで後者をメインで使うんです？

幽々子：生命保険の多くの計算は、1 年ごとの区切りを基準にして、生存率、死亡率、予定利率などを扱うの。だから 1 年という区切りが最も重要な。生命表の上では年齢・生存数・死亡数は離散的な数として扱うからこれらも離散的な数値になるけど、それらが連続的なら、各種死亡率や生存率も連続的な値として扱うことができるわ。

魔理沙：なお、生命表では年齢に上限が決められており、それを**最終年齢**と言い、通例 ω で表されるぜ。最終年齢においては、その年齢の生存者数 l_ω が 0 になる。

2.4 死力

幽々子：連続的な値として扱うということは、全ての年齢、すべての瞬間に対して微分が可能になるということなの。

映姫：生命表の上では年齢や生命関数は離散的なものですが、連続的なものとして扱う場合の用途などはあるのでしょうか？

幽々子：例えば標準生命表の作成のときには、各種生命関数を連続的なものとして扱う場合の関数を使って値を補正してますわ。まず、生命関数を連続的に扱ったときに出てくる新たな生命関数である、**死力**について説明するわね～。

小町：死力…死ぬ力ですか…。なんだか幽々子さんの能力と対照させて考えると少し怖いです。

幽々子：あはは。これはあくまでも保険数学の概念だから怖がることはないわよ～。死力 μ_x というのは次のように定義される値のことよ。