

野球選手向けの生命保険の開発

Development of a life insurance for soccer players

経営システム工学専攻

18N7100017J 堀口 翼

1. はじめに

今年度も107名（支配下74人、育成33人）の選手がプロ野球ドラフト会議にて指名された。野球は年齢を問わず競技人口も多く、国民的スポーツと言っても過言ではない。プロ野球選手や高校球児の活躍を見て、憧れる子どもも大勢いるだろう。しかし、プロ野球の世界は日本の平均的な会社員の生涯年収分を数年で稼いでしまうような華々しく見える世界である一方、そのお金をあっさりと使い切ってしまい、貧しい引退後生活を送っている人、更には借金で首が回らなくなったような元選手は少なくない。

スポーツ選手にとって怪我は付き物であり、野球は特に肩や腰への負担が多いスポーツである。怪我が完治しないままプレーを続け、再発を繰り返し、怪我から復帰できずに引退する選手も少なくない。プロ野球選手に対する保証制度は充実しているとは言い難く、これらのリスクは若者がプロ選手を目指すことを諦める原因に繋がりうる。

そこで本論ではプロ野球選手向けの生命保険の開発を行い、プロを志す若者の増加、怪我による思わぬ引退のリスクの低減を手助けをし、プロ野球選手の保障体制の充実を図ることを目的とする。

具体的な内容については後述することになるが、多重脱退表を用いて、保険料の計算、責任準備金の算出を行う。

2. 関連研究

スポーツ選手向けの生命保険の開発では矢坂[5]がサッカー選手向けの生命保険の開発を行っている。しかし、サッカーと野球のプロの世界では環境、制度、給与で異なるところが多くあるため、より競技の環境に適した生命保険を開発する必要がある。

例えば、矢坂の開発した保険の給付条件の怪我による引退が「怪我や病気が発生した年に引退も発生したもの」としていたが、データについては後述するが、プロ野球では肘、腰などの長期間のリハビリを要する怪我が多く、怪我をした初年度の引退より怪我後2~3年でリハビリを経て復帰できるか判断をつけるケースが多くみられた為、需要に見合った給付条件を考える必要がある。

またJリーグではプロA契約、プロB契約、プロC契約[6]といった契約がある。先行研究[5]において、これらは考慮されていなかったが、これらの契約の構成員はかなり異なる属性を持っており、被保険者集団の保険加入時の属性をより考慮することでより適した保険設計ができると考えた。

3. 準備

以下に保険料設計に用いた多重脱退表、保険料算出方法、責任準備金算出方法について記す。

3.1 多重脱退表

保険の対象となる所定の属性を持つ者の集団を被保険者集団といい、被保険者集団には閉集団と開集団がある。閉集団は、構成員が属性を失うことにより縮小していくが、新規に集団に加入する者のない集団である。開集団は、構成員の離脱がある一方で新たな加入者もあって、構成員が変化していく集団である。

集団を定義する属性を全て備えた者の集まりを主集団といい、主集団を離脱した構成員で特定の属性の有無を同じくする者の集まりを副集団という。

保険契約における集団を例に考えると、最初の加入者が構成員の集団を「主集団」、これらから死亡、解約等で主集団から脱退し構成される集団を「副集団」と捉えることができる。

このようないくつかの脱退原因による被保険者集団の消息を一表にまとめたものを脱退残存表と呼ぶ。

表3.1 多重脱退表

x	l_x	a_x	b_x
0	100000	90	5
1	99905	61	6
2	99838	40	7
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots

上の表の例では脱退する原因が A, B 2種の脱退原因がある場合を考えていて、

$$l_{x+1} = l_x - a_x - b_x$$

が成立している。

脱退原因A, Bについての脱退確率を

$$q_x^A = \frac{a_x}{l_x}, \quad q_x^B = \frac{b_x}{l_x}$$

とし、それぞれA脱退率、B脱退率と呼ぶ。

例えば、A 脱退率について、原因Bによる脱退が存在しない場合に主集団から原因Aによって脱退する割合がAの本来の脱退率であり、A絶対脱退率と呼ぶ。表すときには $q_x^{A^*}$ と表現する。

以下に絶対脱退率と脱退率の関係式を記すとある時間区間 $(t, t + \Delta t)(0 < t < 1)$ A脱退する者の数は $l_x q_x^{A^*} \Delta t$ であるが、時刻t

までにB脱退のある確率は ${}_tq_x^{B*}$ であるから、A脱退、B脱退はそれぞれ独立に発生、脱退の発生は 1 年を通じて一様に起こると仮定すると

$$\int_0^1 {}_tq_x^{B*} l_x q_x^{A*} dt = \frac{1}{2} l_x q_x^{B*} q_x^{A*}$$

より

$$l_x q_x^A = l_x q_x^{A*} - \frac{1}{2} l_x q_x^{B*} q_x^{A*}$$

$$q_x^A = q_x^{A*} \left(1 - \frac{1}{2} q_x^{B*} \right)$$

となる。 q_x^{B*} についてもAとBを入れ替え、同様の式である。

本研究では絶対脱退率の近似式として上式を用いた。

3.2 保険料算出

初めに保険料の算出の式に出てくる記号を紹介する。これらは式を簡単にするためのものであり、計算基数と呼ばれる。

$$D_x = v^x l_x$$

$$N_x = D_x + D_{x+1} + \cdots + D_{\omega-1}$$

$$C_x = v^{x+1} d_x$$

$$M_x = C_x + C_{x+1} + \cdots + C_{\omega-1}$$

${}_f l q_x$ は生命表の年齢 x 歳の者が f 年間生存し、次の1年以内に死亡する確率を表している

$${}_f l q_x = \frac{d_{x+f}}{l_x} = \frac{l_{x+f} - l_{x+f+1}}{l_x} = {}_f p_x - {}_{f+1} p_x$$

次に具体的に保険料の計算方法について述べていく。

本論では定期保険(x 歳で加入した被保険者が n 年後に生存する場合に保険金1を支払う保険)について取り扱ったため、定期保険の一時払、年払い保険料の計算方法について以下に記す。

$$\begin{aligned} \text{一時払保険料: } A_{x:\overline{n}|}^1 &= v q_x + v^2 {}_1 l q_x + \cdots + v^n {}_{n-1} l q_x \\ &= \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{年払い保険料: } P_{x:\overline{n}|}^1 &= \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \\ &= \frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+n}} \end{aligned}$$

3.3 責任準備金算出

保険会社は、定期的に入ってくる保険料とその運用に対する利息収入がある一方で、期間途中の保険金の支払いがある。通常は期間の途中ではそれまでの収入の方が支出より大きく、差額が会社に留保されている。どのくらいの保険金支払いが生ずるかは不確定であるため、将来の保険金支払いに対し最低限準備しておかなければならない金額が定められている。これを責任準備金という。

この責任準備金の計算にあたって、次のような前提をおくこととする。

- ・ 責任準備金の利殖や保険金の支払いは、保険料を計算した際の予定利率・予定死亡率に沿って実現するとする。
- ・ 責任準備金を計算する時点での契約者への支払いについては、死亡給付金は支払われたものと考え、生存給付金はま

だ支払われていない状態であるとして計算を行う。

- ・ その時点で収入すべき保険料があれば、それは収入されていない状態で計算を行う。

責任準備金計算時点からの『将来の支出の総現価-将来の収入の総現価』を生存者1人あたりに求めた額を計算する「将来法」を用いると、保険金額1、定期保険の t 年経過時点での責任準備金は

$$\text{一時払責任準備金: } {}_t V(A_{x:\overline{n}|}^1) = A_{x+t:\overline{n-t}|}^1$$

$$\text{年払責任準備金: } {}_t V(P_{x:\overline{n}|}^1) = A_{x+t:\overline{n-t}|}^1 - P_{x+t:\overline{n-t}|}^1 \ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

4. 野球選手向けの生命保険の開発

以下では実際にプロ野球選手向けの生命保険案を提示し、保険料や責任準備金の算出を行い、結果を記す。

保険金額:1
給付条件:A理由による脱退
保険金年度末支払い
保険期間:22-x (A脱退を確認できたのが在籍年数 22 が最大の為)
解約返戻金無
i = 1%

このような定期保険を考えた。

4.1 主集団

野球選手向けの生命保険を開発するにあたり、まず主集団となりうる選手の属性を考える。関連研究で述べたが、サッカーとプロ野球での大きな違いとして契約制度がある。野球は大きく2種類の契約形態が存在し、1つは支配下選手登録契約と呼ばれるものである。ドラフト会議で指名され、プロの世界に足を踏み入れる人の大半がこの契約であり、1チーム70人までと上限がある。

もう1つの契約が育成選手制度契約で、こちらは人数に上限はないが、出場できる試合が限られていたり、契約金が存在しない、最低年俸が定められている様な契約である。主に支配下登録まで至らないが将来性がある選手、怪我をして調整が必要な選手が登録されており、限られた期間内に育成契約から支配下登録にすることも、支配下登録から育成契約に変更することもできる。

今回の研究目的から、活躍が期待されながらも、予期せぬ怪我によって引退に追い込まれてしまうリスクへの対応が必要だと思われるため、支配下登録選手を対象とした。具体的には2016~2019年度に引退した支配下登録選手593人を対象とした。

4.2 脱退原因

本論文では2重脱退を考える。具体的な脱退原因は

A:引退前3年以内に外科的手術を伴う怪我や骨折、病気歴がある人の引退、育成契約への切り替え
 B:その他の理由による引退
 とした。

Aの脱退原因とした理由は数ある怪我の中で肉離れや捻挫、打撲などは重度なものから軽度なものまで存在し、治療日数も幅広く、引退に直接関与したか判断が難しかったため、治療日数が数か月かかる骨折や靱帯再建などの手術と運動困難な病気であれば判断が容易かつ、引退に関与する可能性が高く、適切である考えた。
 更にデータ(付録C)より怪我による引退は、リハビリ期間を含めて1年以上影響があると思われた。特に投手に多くみられたトミー・ジョン手術は復帰まで2、3年を要していた為、今回は3年以内を対象とした商品を提案することとした。

育成契約への変更を脱退とみなしたのは育成契約中は年俸が低いため、金銭的な支援が必要であると考えたこと。怪我が原因で育成契約切り替え後、リハビリに長期間を要すも復帰できなかった場合、給付の対象にならない為、保障制度の充実を図るという研究目的の観点からこれも脱退原因Aとして挙げた。

4.3 多重脱退表の作成

2016-2019年度に引退した支配下登録選手の名前、在籍年数、怪我の履歴などをExcelにてデータをまとめた。在籍年数については支配下登録初年度を $x=0$ とした。その後データからA脱退者、B脱退者の副集団を抽出し、多重脱退表の項目を計算した。さらに計算を容易にするため、計算基数表の作成も行った。

5. 結果

5.1 保険料算出

一時払保険料、年払保険料はそれぞれ

$$A_{x:\overline{22-x}|} = \frac{M_x - M_{22}}{D_x}$$

$$P_{x:\overline{22-x}|} = \frac{M_x - M_{22}}{N_x - N_{22}}$$

となる。

保険料の計算結果を表にまとめると以下のようになった。さらに矢坂[3]が提案を行ったサッカー選手向けの生命保険の表も比較のために、右側に記す。

表5.1 定期保険保険料

x	一時払	年払
0	0.158292897	0.025108848
1	0.175160482	0.02791833
2	0.187235857	0.030990208
3	0.218492782	0.03494026
4	0.223594628	0.03693134
5	0.242135064	0.041781892
6	0.228362101	0.040942847
7	0.238282257	0.044568375
8	0.225839631	0.045105978
9	0.227661226	0.048349076
10	0.223066543	0.05131153
11	0.242569055	0.062322656
12	0.259724459	0.069487522
13	0.295593021	0.079314195
14	0.26545232	0.076827318
15	0.221497191	0.071458393
16	0.235977075	0.073340427
17	0.17780766	0.060225276
18	0.13005908	0.044970158
19	0.179126824	0.068737237
20	0.123762376	0.055491764
21	0	0
22	0	0

表5.2 矢坂[5]の定期保険保険料

x	一時払	年払
0	0.027207	0.005231
1	0.030012	0.00575
2	0.030232	0.005588
3	0.03018	0.00562
4	0.032935	0.006343
5	0.036888	0.007396
6	0.039906	0.008396
7	0.038237	0.008488
8	0.042437	0.01
9	0.048629	0.012493
10	0.050313	0.014457
11	0.049487	0.015923
12	0.053548	0.020292
13	0.043733	0.019982
14	0.023606	0.013655
15	0.021524	0.021524
16	0	0

$x=21$ の時はA脱退者が0人であったため、一時払、年払保険料ともに0となっている。年払保険料について矢坂のものと比較すると $0 \leq x \leq 16$ で平均して4.7倍となった。
 更に比較を図で表すと以下のようになった。

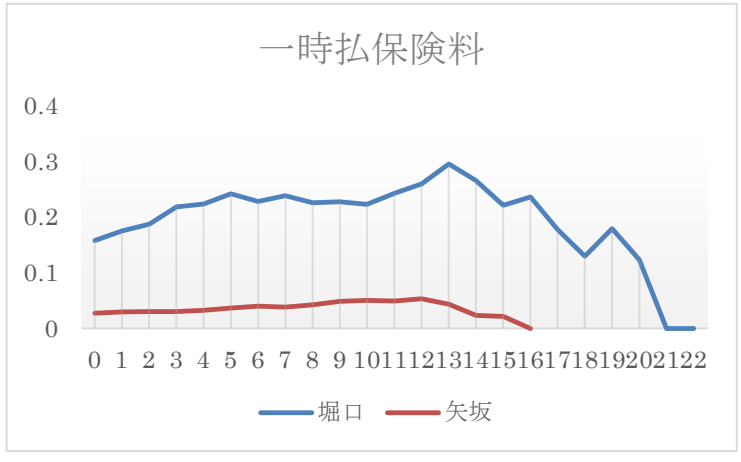


図5.1 一時払保険料の比較

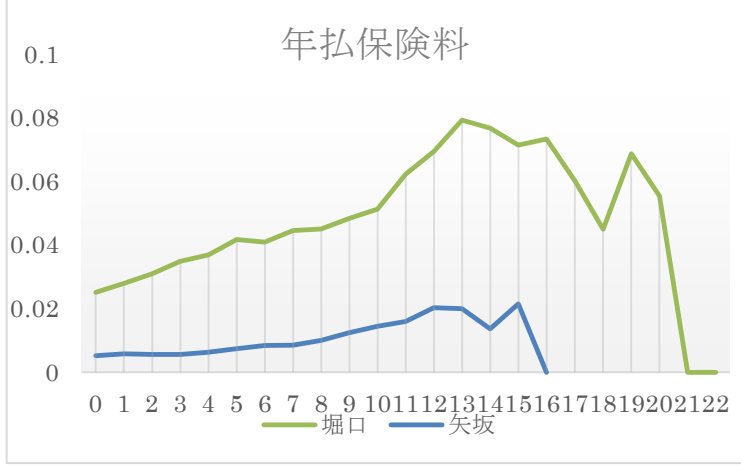


図 5.2 年払保険料の比較

ともに12, 3年目をピークに上昇していることがわかる。

5.2 責任準備金算出

$x=0$ の時の責任準備金については以下のようになった。

表5.3 $x=0$ の時の責任準備金表

t	一時払	年払
0	0.158292897	0
1	0.175160482	0.017827303
2	0.187235857	0.035763568
3	0.218492782	0.061763929
4	0.223594628	0.071905667
5	0.242135064	0.09700038
6	0.228362101	0.088753361
7	0.238282257	0.104550725
8	0.225839631	0.100712171
9	0.227661226	0.110123632
10	0.223066543	0.114722511
11	0.242569055	0.145785422
12	0.259724459	0.167094435
13	0.295593021	0.203676151
14	0.26545232	0.180800483
15	0.221497191	0.146324168
16	0.235977075	0.159258043
17	0.17780766	0.109095738
18	0.13005908	0.065468395
19	0.179126824	0.124749567
20	0.123762376	0.083115874
21	0	-0.025108848
22	0	0

表5.4 矢坂の $x=0$ の時の責任準備金

t	一時払	年払
0	0.027207	0
1	0.030012	0.002709
2	0.030232	0.001932
3	0.03018	0.002092
4	0.032935	0.005777
5	0.036888	0.0108
6	0.039906	0.015044
7	0.038237	0.014673
8	0.042437	0.020239
9	0.048629	0.028269
10	0.050313	0.032109
11	0.049487	0.03323
12	0.053548	0.039745
13	0.043733	0.032285
14	0.023606	0.014563
15	0.021524	0.016293
16	0	0

表5.5 引退率と絶対引退率の保険料比較

x	怪我による引退率		怪我による絶対引退率	
	一時払	年払	一時払	年払
0	0.158292897	0.025108848	0.168833179	0.026780777
1	0.175160482	0.027953913	0.186755936	0.029804435
2	0.187235857	0.031037207	0.199764233	0.033113977
3	0.218492782	0.035003779	0.232718728	0.037282856
4	0.223594628	0.037011287	0.23852196	0.039482186
5	0.242135064	0.041890281	0.258449198	0.044712687
6	0.228362101	0.041071278	0.244961235	0.044056658
7	0.238282257	0.044738836	0.256003966	0.048066187
8	0.225839631	0.045318374	0.24421204	0.049005095
9	0.227661226	0.048633897	0.247095362	0.052785494
10	0.223066543	0.051695917	0.24352674	0.05643759
11	0.242569055	0.062930368	0.265317344	0.068832021
12	0.259724459	0.070402465	0.283920652	0.07696123
13	0.295593021	0.080746879	0.321546944	0.087836688
14	0.26545232	0.07873665	0.291625013	0.086499815
15	0.221497191	0.073983181	0.247984272	0.082830239
16	0.235977075	0.077231327	0.260232304	0.085169655
17	0.17780766	0.064974833	0.199999181	0.073084103
18	0.13005908	0.050558896	0.145838103	0.0566928
19	0.179126824	0.082712305	0.200858841	0.092747124
20	0.123762376	0.076452599	0.141442716	0.087374399
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0

矢坂のものよりかなり多く責任準備金を積むことが分かる。
同じく12, 13年目での怪我の引退が多かったため、そこをピークとしていることが分かる。
在籍年次 x における一時払保険料と0年次加入保険料一時払 t 年経過時の純保険料式責任準備金は等しくなるため、年払いの責任準備金の比較の図のみ掲載する。

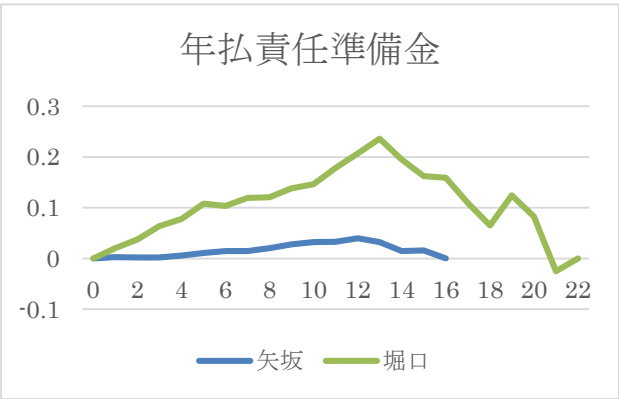


図 5.3 保険料年払の責任準備金比較

保険料を計算するにあたり、予定利率・予定生存率・予定死亡率を使用するが、実際には予定通りの死亡者数や運用利回りになるとは限らない。実際の死亡率が予定のそれよりも小さくなれば、予定していた保険金の支払いより実際の支払の方が少ないので問題はない。しかし、予定していた保険金の支払いより実際の支払いの方が多くなると、受取った保険料で保険金の支払いがまかなえなくなる。そこで、支払いが増大しても保険会社が支払不能状態に陥らないように基礎率を保守的に設定する必要がある。今回は安全割増の一例として絶対脱退率を用いた。
付録Aの多重脱退表より、絶対引退率を引退率で割ると、平均して約1.08倍であり、絶対引退率を用いた安全割増は8%程度であった。それぞれの引退率を用いて保険料を計算した結果を以

下に記す。

6. 考察・今後の課題

今回設計したプロ野球選手向けの生命保険は、給付する保険金を1000万円と仮定すると引退率を用いたものの年払平準純保険料が 251100 円、絶対引退率を用いたものは 267800 円となった。矢坂のものではそれぞれ52300 円と72400 円であったため、比較するとかなり高額となった。これは3年以内の怪我というかなり広く保障する範囲を取ったためだと思われる。
在籍年数と引退年次については野球、サッカーに共通してみられる変動の傾向があった為、他のスポーツではどのようなか検証することで、スポーツ選手向けの生命保険商品開発の発展が期待できると思われる。
また、今回は基礎的な商品案の提示でとどまった為、データの母数を増やしたり、ストレステストを行って、本商品の精度を高めることが今後の課題である。

参考文献

[1] 二見 隆,『生命保険数学 上巻』, 公益社団法人 日本アクチュアリー会
[2] 二見 隆,『生命保険数学 下巻』, 財団法人 生命保険文化研究所
[3]『保険 1(生命保険)』, 公益社団法人日本アクチュアリー会
[4] 黒田 耕嗣,『生命年金数理 理論編』, 培風館
[5] 矢坂紘佑 サッカー選手向け生命保険の開発, 2016