

OLIS-九州大学IMI保険フォーラム

生命保険業界におけるキャリアパス～数学・数理科学を活かすには？～

アクチュアリーとデータサイエンス

2022/11/12

Presented by Yosuke Fujisawa



- 坂内（英）先生
 - 代数的組合せ論
 - 大学院生のゼミに参加
 - 囲碁
- 柳川先生
 - 統計学
 - 単位は貰えないけど、任意参加
 - 3333段の石段@熊本
- IBMインターンシップ（1ヶ月@藤沢市）
 - 統計学を用いてHDの品質管理
 - 統計学者ルートリッジさんとの出会い
 - 数学・数理科学を活かすには？

- アクチュアリーとの出会い
 - 「新版 アクチュアリー」
 - 住友信託の藤井さんとの出会い



出典：IAAウェブサイト

[Home](#) [About the IAA](#) [Council](#) [Committees](#) [Forums](#) [Sections](#) [Events](#)

Education

[Home](#) [Members](#) [Documents](#) [Terms of Reference](#)

Members

Chairperson	Henning Wergen (2024)
Co-Vice-Chairperson	Conrad Backeberg (2023) Jeremy Brown (2022)
Members	Yair Babad - Israel Association of Actuaries Conrad Backeberg - Actuarial Society of South Africa Subhendu Bal - Institute of Actuaries of India Maja Benko - Slovensko Aktuarsko Drustvo Eugenija Bieliauskiene - Lietuvos Aktuaru Draugija Jeremy Brown - Society of Actuaries Vladimir Bubalov - Macedonian Actuarial Association Christian Buchta - Aktuarvereinigung Österreichs (AVÖ) Michael Callan - Actuaries Institute Australia Malcolm Campbell - Svenska Aktuarieföreningen Mercè Claramunt Bielsa - Col·legi d'Actuaris de Catalunya Jean-Claude De Pooter - Institut des Actuairens en Belgique Lukasz Delong - Polskie Stowarzyszenie Aktuariszy Dmitry Denisov - Russian Guild of Actuaries Yasuyuki Fujii - Japanese Society of Certified Pension Actuaries Yosuke Fujisawa - Institute of Actuaries of Japan

2000年～2008年 住友信託銀行 年金数理部

- 年金アクチュアリー業務
 - 企業年金に関する数理計算業務
 - 厚生労働省の窓口
- アクチュアリー試験
 - 試験直前は1ヶ月研修所で勉強
 - (0+) 3 + 2 + 2
 - 理事長賞
- 国際アクチュアリー会議@パリ (2006年)
 - TOEIC400点レベルで論文発表
 - ヴェルサイユ宮殿
 - リベンジを決意








- IAAのPBSSコロキウム@ヘルシンキ (2007年)
 - 再度、論文発表
 - ロバート・ブラウンとの出会い



出典：IAAウェブサイト

Home About the IAA Council Committees Forums Sections Events Publicati

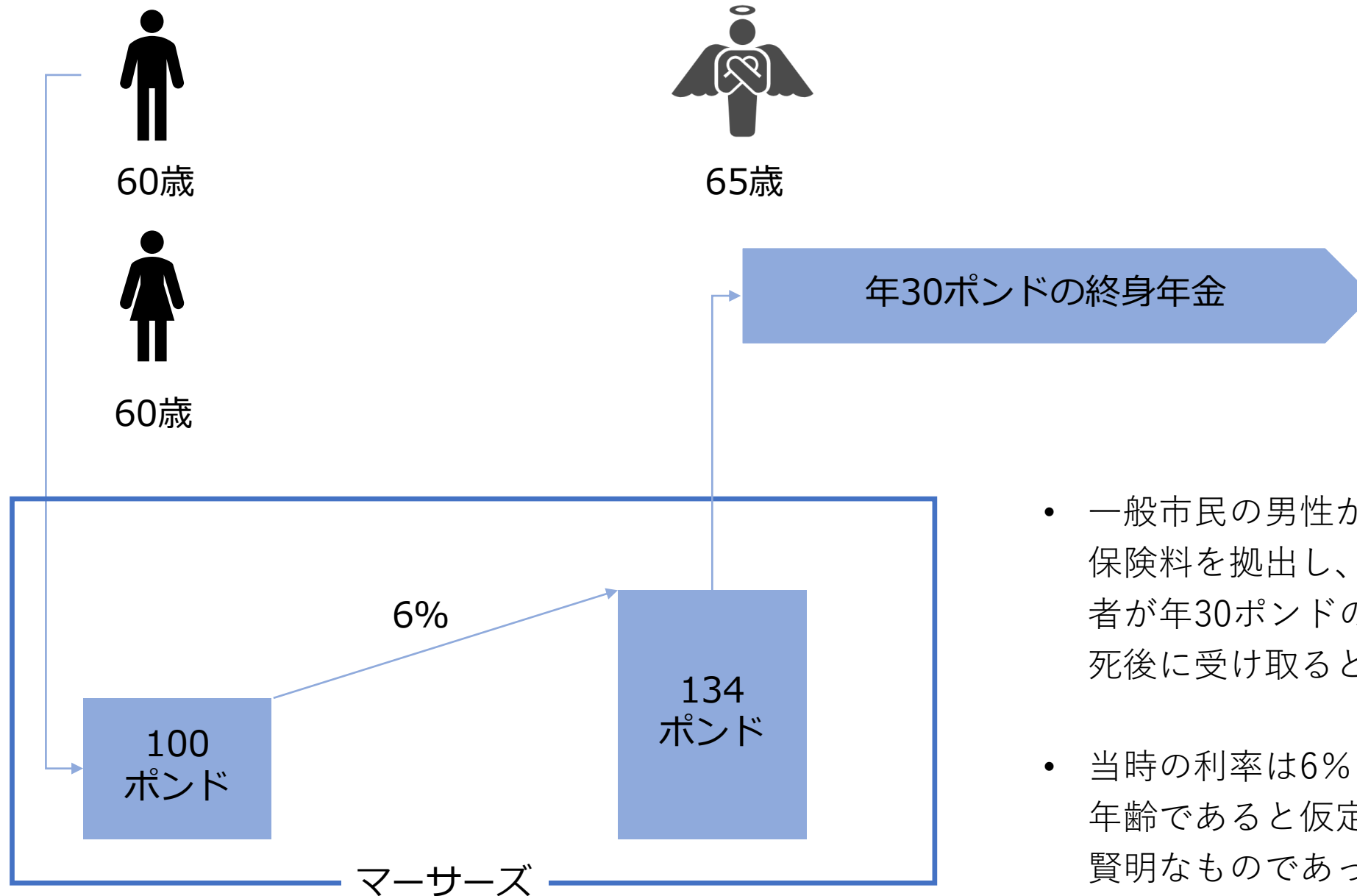
Past Presidents

	 <p>Tonya Manning – 2020 (United States)</p>	
 <p>Gábor Hanák – 2019 (Hungary)</p>	 <p>Masaaki Yoshimura – 2018 (Japan)</p>	 <p>Thomas S. Terry – 2017 (United States)</p>
 <p>Malcolm Campbell – 2016 (Sweden)</p>	 <p>Fred Rowley – 2015 (Australia)</p>	 <p>Robert L. Brown – 2014 (Canada)</p>

年金アクチュアリーがいなかったら・・・

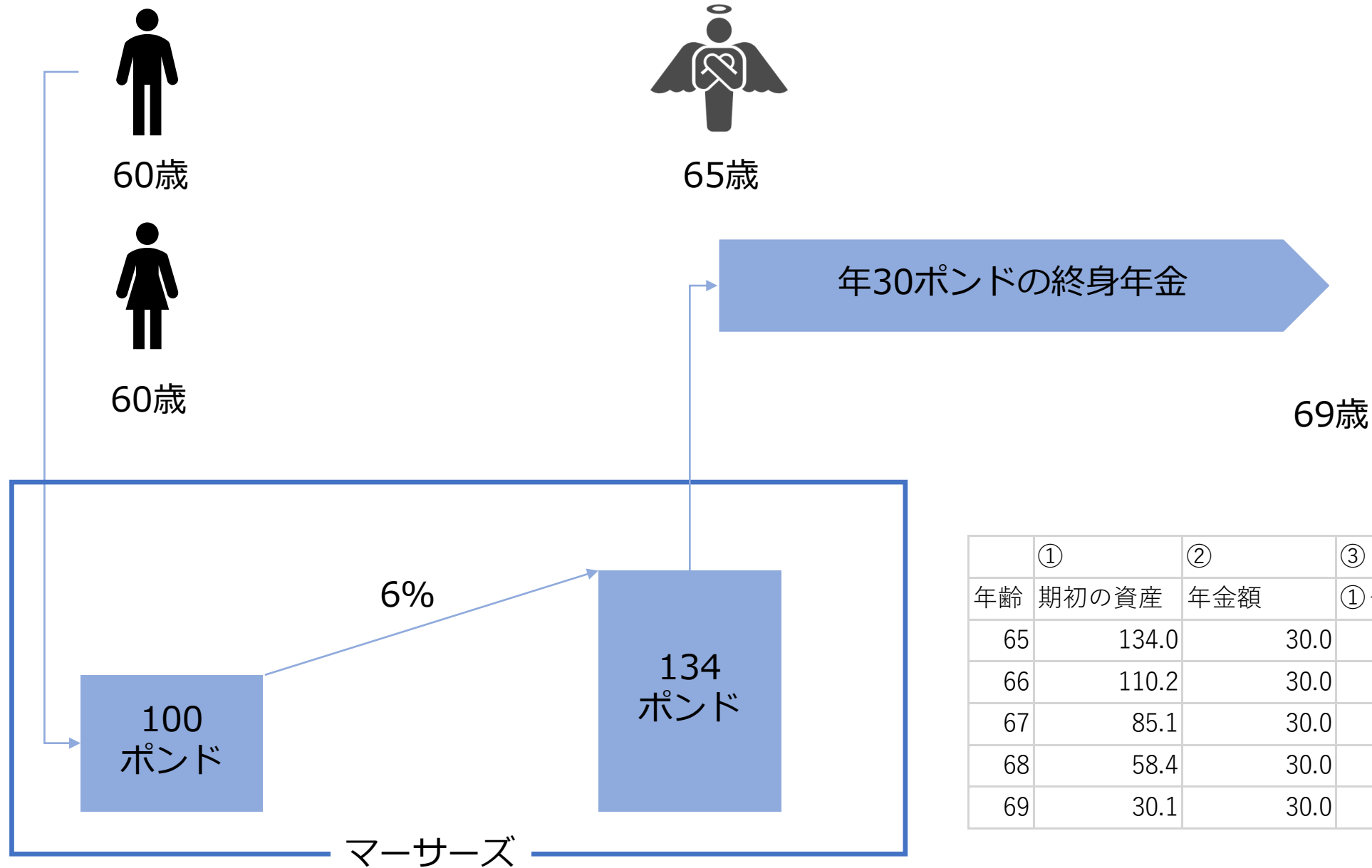
- マーサーズ・カンパニー：人の生存を前提とした長期契約を一般市民に提供した最初の金融機関
- 1690年にマーサーズ・カンパニーは、一般市民の男性が100ポンドの一時払保険料を拠出し、その代わりに、配偶者が年30ポンドの終身年金を男性の死後に受け取るという制度を採用
- 当時の利率は6%であり、妻が夫と同年齢であると仮定すれば、この条件は賢明なものであった
- しかし、投資した資金から得られる金利が下がったため、この制度の財政状況はすぐに悪化
- それに加えて、高齢の男性を引き受けていたため、妻が夫よりもずっと若いケースも少なくなかった
- 徐々に年金額を減らしていった結果、約束の年額30ポンドの半分になってしまい、最終的には開始から50年以上が経過した時点で、年金を完全に停止しなければならなかった
- そしてこの制度は、政府の補助金によって救済せざるを得なかった

年金アクチュアリーがいなかったら・・・

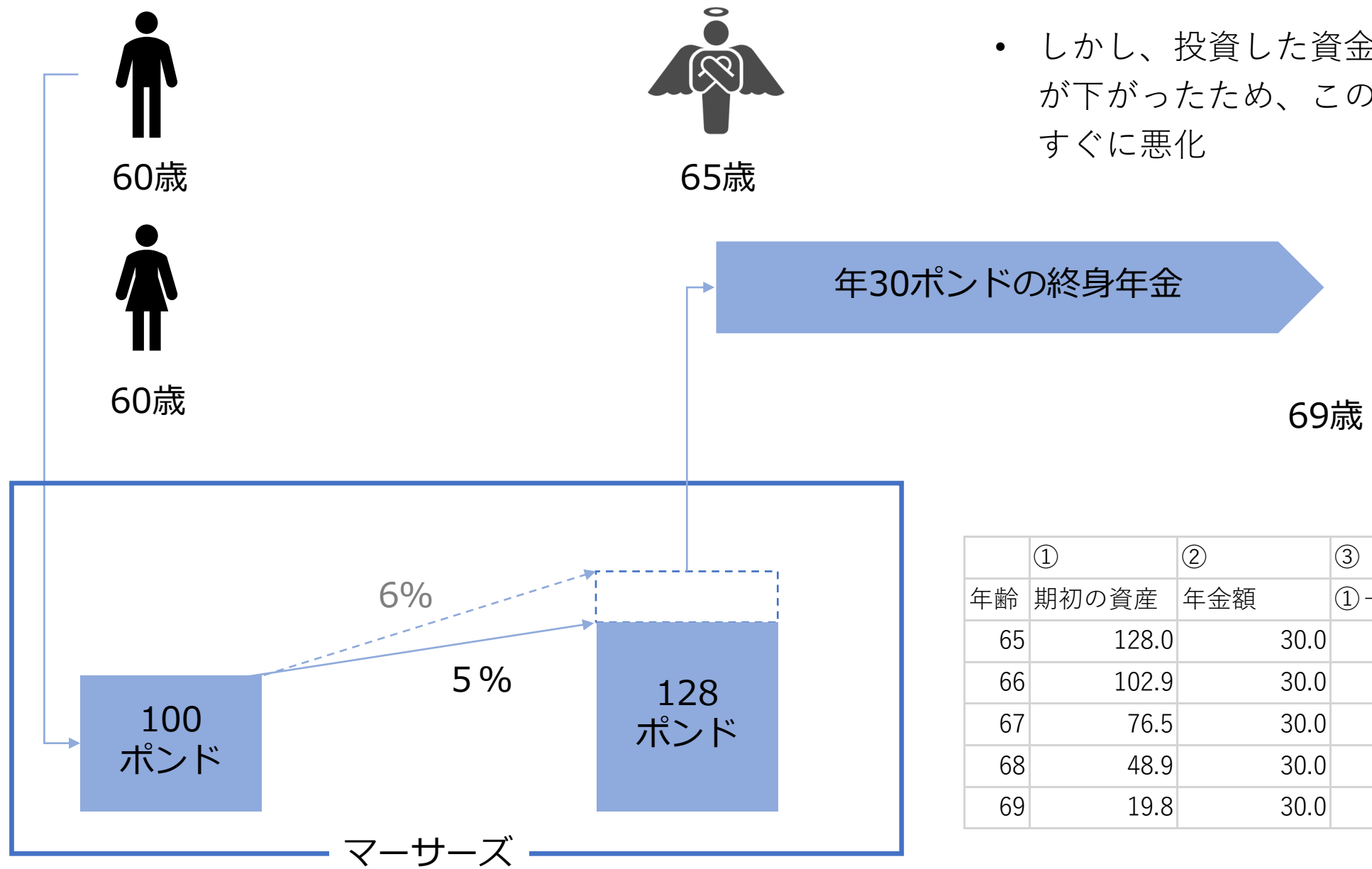


- 一般市民の男性が100ポンドの一時払保険料を拠出し、その代わりに、配偶者が年30ポンドの終身年金を男性の死後に受け取るという制度を採用
- 当時の利率は6%であり、妻が夫と同年齢であると仮定すれば、この条件は賢明なものであった

年金アクチュアリーがいなかったら・・・



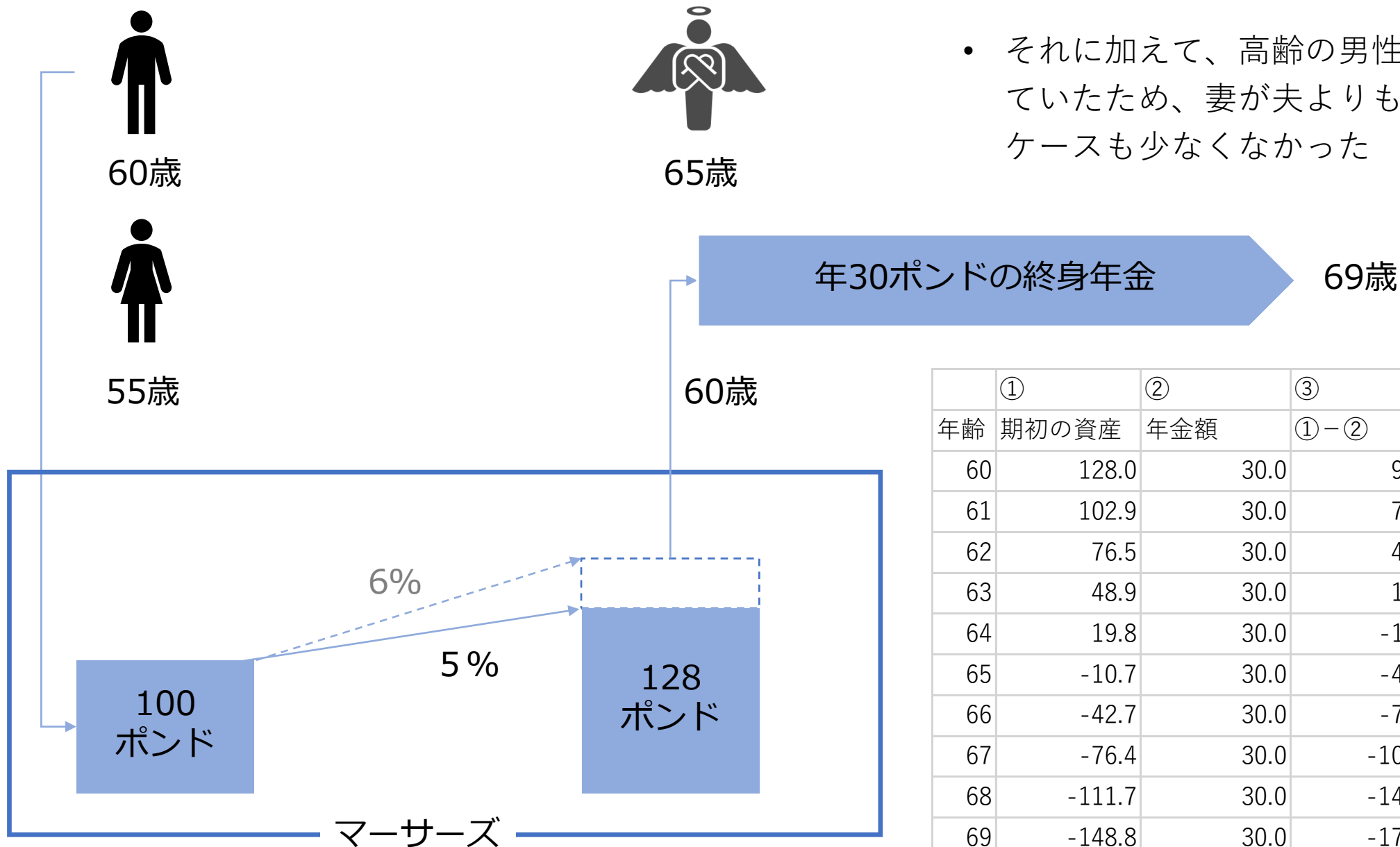
年金アクチュアリーがいなかったら・・・



- しかし、投資した資金から得られる金利が下がったため、この制度の財政状況はすぐに悪化

	①	②	③	④
年齢	期初の資産	年金額	①-②	期末の資産
65	128.0	30.0	98.0	102.9
66	102.9	30.0	72.9	76.5
67	76.5	30.0	46.5	48.9
68	48.9	30.0	18.9	19.8
69	19.8	30.0	-10.2	-10.7

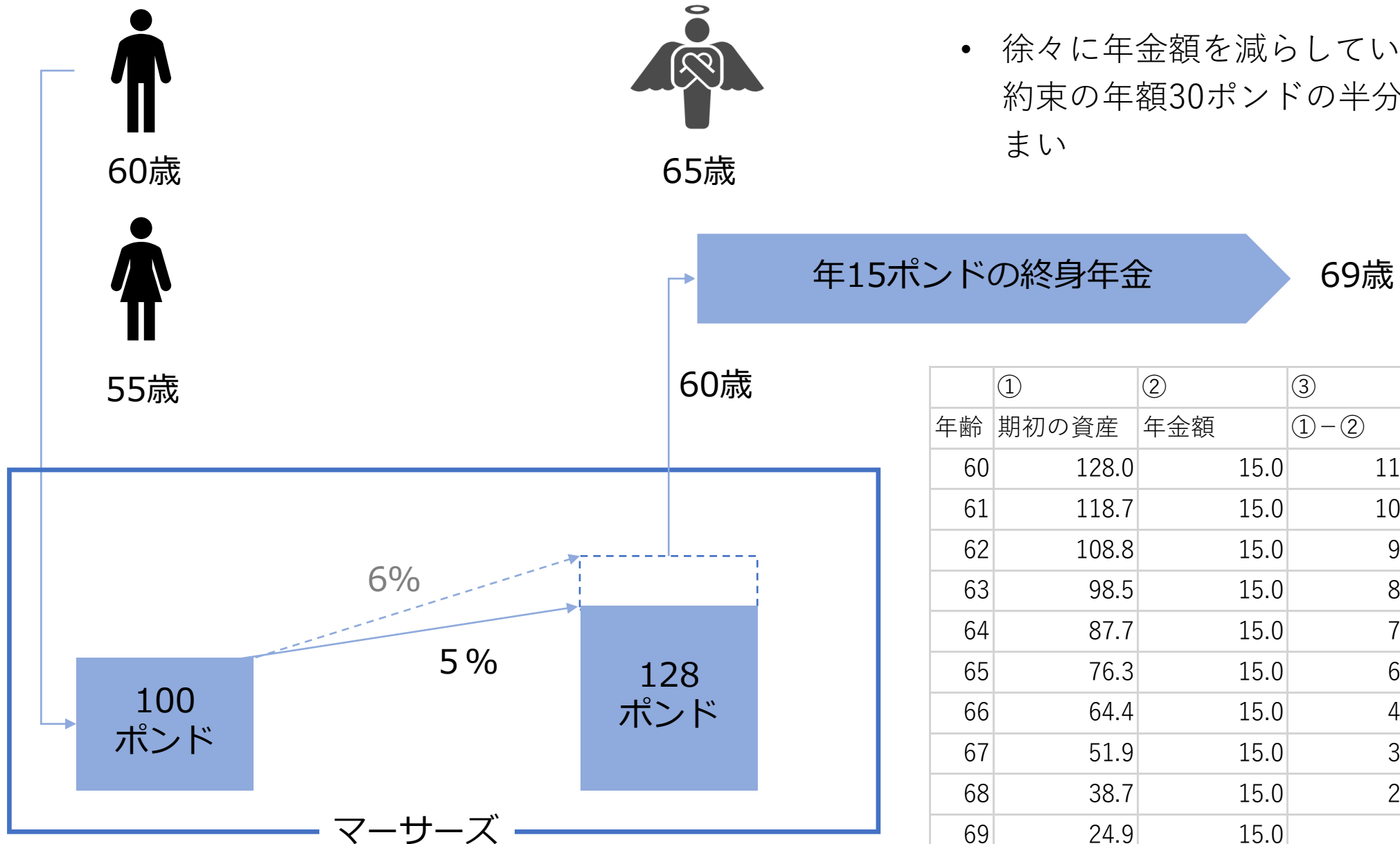
年金アクチュアリーがいなかったら・・・



- それに加えて、高齢の男性を引き受けていたため、妻が夫よりもずっと若いケースも少なくなかった

	①	②	③	④
年齢	期初の資産	年金額	①－②	期末の資産
60	128.0	30.0	98.0	102.9
61	102.9	30.0	72.9	76.5
62	76.5	30.0	46.5	48.9
63	48.9	30.0	18.9	19.8
64	19.8	30.0	-10.2	-10.7
65	-10.7	30.0	-40.7	-42.7
66	-42.7	30.0	-72.7	-76.4
67	-76.4	30.0	-106.4	-111.7
68	-111.7	30.0	-141.7	-148.8
69	-148.8	30.0	-178.8	-187.7

年金アクチュアリーがいなかったら・・・



- 徐々に年金額を減らしていった結果、約束の年額30ポンドの半分になってしまい

	①	②	③	④
年齢	期初の資産	年金額	①－②	期末の資産
60	128.0	15.0	113.0	118.7
61	118.7	15.0	103.7	108.8
62	108.8	15.0	93.8	98.5
63	98.5	15.0	83.5	87.7
64	87.7	15.0	72.7	76.3
65	76.3	15.0	61.3	64.4
66	64.4	15.0	49.4	51.9
67	51.9	15.0	36.9	38.7
68	38.7	15.0	23.7	24.9
69	24.9	15.0	9.9	10.4

- 死亡率： q_x
 - 年金数理に登場する計算基礎率の一つ
 - 当時、死亡率といえば「確定給付企業年金法施行規則第四十三条第二項第一号及び第二号に規定する予定利率の下限及び基準死亡率」を指すと思っていた。

別表第一 男子
(令2厚労告89・全改)

年齢	死亡率
15歳以下	0.00015
16歳	0.00019
17歳	0.00024
18歳	0.00029
19歳	0.00036
20歳	0.00042
21歳	0.00047
22歳	0.00050
23歳	0.00053
24歳	0.00055
25歳	0.00055

2008年～2010年 Master of Actuarial Science, University of Waterloo

The image is a screenshot of a Google Maps interface. At the top left, a search bar contains the text 'university of waterloo'. Below the search bar is a thumbnail image of the University of Waterloo building. To the right of the search bar, there are navigation icons for various categories: レストラン (Restaurant), ホテル (Hotel), アクティビティ (Activity), 交通機関 (Public Transport), 駐車場 (Parking), 薬局 (Pharmacy), and ATM. The main map area shows North America with a red pin marking the location of the University of Waterloo in Ontario, Canada. The map includes labels for various US states and Canadian provinces, as well as major cities like Chicago, New York, and Toronto. On the left side of the map, there is a sidebar with the following information:

- ウォータールー大学 (University of Waterloo)
- 4.3 ★★★★★ クチコミ 924 件 (4.3 stars, 924 reviews)
- Icons for: ルート・乗換 (Route/Transfer), 保存 (Save), 付近を検索 (Search nearby), モバイルデバイスに送信 (Send to mobile device), 共有 (Share)
- Address: 200 University Ave W, Waterloo, ON N2L 3G1 カナダ (Canada)
- Website: uwaterloo.ca
- Phone: +1 519-888-4567
- Coordinates: FFC4+W3 ウォータールー, カナダ オンタリオ (Waterloo, Ontario, Canada)
- Actions: スマートフォンに送信 (Send to smartphone), ラベルを追加 (Add label), 情報の修正を提案 (Suggest an edit)
- Photos section with thumbnails and a 'レイヤ' (Layers) button at the bottom.

寄稿

北米のアクチュアリー教育ーウォータールー大学ー

藤澤 陽介¹

1. はじめに

ウォータールー（Waterloo）はカナダのオンタリオ州に属し、トロントから約100キロ離れた場所に位置する。ナイアガラの滝へも1時間半程度で行ける自然に囲まれた町である。人口は、8.6万人であり、内学生が12%を占める学術都市である。また、ウォータールーは、大学だけでなく、マニユライフ・フィナンシャル（Manulife Financial）やサンライフ・フィナンシャル（Sun Life Financial）等、多くのアクチュアリーが属する企業も有しており、大学卒業後、ウォータールーを礎とする企業へ就職する学生も見受けられる。

ウォータールー大学は1957年に設立された比較的新しい総合大学である。マクリーズ誌が毎年公表する大学ランキングでも、過去17年中15回トップにランクされており²、カナダでの評価は高い。同大学は、人文科学、自然科学、工学、環境学、応用健康科学、そして数学の6学部から構成される。特に、工学部と数学部の名声が高く、卒業生の多くはマイクロソフトやグーグル等のIT企業へ就職する。2005年、2008年にビルゲイツが講演を行ったことでも有名である。また、同大学は世界各国から留学生を受け入れており、国際色豊かな大学である。特に、中国人留学生が多く、全体の8%を中国人が占める。数学部に属する学生を見るとその傾向はさらに強く、中国人の割合は学部全体の25%にまで上る。このように、ウォータールー大学は、北米に位置するもののアジア人の色彩が強い、産学協同の大学である。

出典：アクチュアリージャーナル第70号

数学部

コンピューター・サイエンス

応用数学

組合せ論と最適化

純粋数学

統計とアクチュアリアル・サイエンス

ビジネス数学と会計

- 人事部との交渉
 - TOEIC400点レベルで留学できるのか？
 - 「ア試験に合格したので大丈夫」
- ARCH (Actuarial Research Clearing House)
 - 博士の学生と一緒にウィスコンシン・マディソン校で論文発表 (2009年)
 - Kiyoo Sakaguchi奨学金で留学中の神谷先生との出会い
- ASNA (Actuarial Students' National Association)
 - アクチュアリー・クラブ
 - ケベックシティで開催 (2010年)
 - 「アクチュアリー受験研究会」のモデル
- 2本の論文執筆
 - IFRS Convergence: The Role of Stochastic Mortality Models in the Disclosure of Longevity Risk for Defined Benefit Plans (Asia-Pacific Journal of Risk and Insurance)
 - The Impact of the Automatic Balancing Mechanism for the Public Pension in Japan on the Extreme Elderly (North American Actuarial Journal)

表2：IAA 教育シラバスと大学プログラム

項目	教育シラバスの概要	関連する大学プログラム
金融数学	金利理論、キャッシュフローモデル、条件付請求権、金利の期間構造、リスク中立評価、ファイナンスの為の確率過程、ポートフォリオマネジメント、保険・金融債務への応用	金融数学、投資数学、コーポレートファイナンス、ファイナンスにおける数理モデル、ファイナンス
確率と数理統計	確率の概念、確率変数、相関係数と回帰分析、統計的検定・推定と信頼区間、データ分析	確率論、数理統計、回帰分析、統計的検定・推定
経済学	マクロ経済、ミクロ経済	マクロ経済、ミクロ経済
会計	会計の基礎的概念、会計基準の役割、事業主の特徴、内部会計、企業会計の解釈と限界	コーポレートファイナンス、財務会計、内部会計
モデリング	モデルの構造、モデル選択、モデルの測定・検証、シナリオ分析、感応度分析、モデルの限界、コンピュータを用いた応用、文書化・監査証跡	ロスモデル、サバイバルモデル、複合クレームモデル
統計的手法	統計的モデル（回帰直線、時系列解析等）、サバイバルモデル、リスクモデル（個別・複合）、パラメトリック・ノンパラメトリック分析、等級付け、度数分布、信用理論、破産理論、確率過程の概念、シミュレーション	回帰分析、時系列解析、サバイバルモデル、ロスモデル、破産・待合せ理論、確率過程、シミュレーション、複合クレームモデル
保険数学	保険請求へ繋がる事象の特徴、保険商品・社会保障等を用いた代表的な解決策、保険料率の算定手法、結果のモニタリングと財政安定の維持	生保数理の基礎、生保数理、損保数理、年金数理
投資と資産運用	投資家の目的、運用商品、投資の評価、ポートフォリオ選択、パフォーマンス評価、ポートフォリオ管理、ALM	コーポレートファイナンス、ファイナンス、ALM
リスクマネジメント	企業環境、リスク評価、商品とサービスの構造・評価、債務評価とリザービング、再保険等によるリスク抑制手法、ALM、リスクのモニタリング、ソルベンシー、金融機関の規制	ロスモデル、ファイナンス、ALM、ロスリザービング



日本の試験の「数学」



日本の試験の「会計・経済・投資理論」



日本の試験の「生保・損保・年金数理」

- 死亡率： q_x
 - 確率変数の期待値
- 分散不能なリスク
 - 70歳加入、 N 人の1年定期の死亡保険を考える。 q_{70} は、以下の独立同一分布に従うと仮定。

$$q_{70} = \begin{cases} 0.022 & \text{with 確率 } 0.25 \\ 0.025 & \text{with 確率 } 0.50 \\ 0.028 & \text{with 確率 } 0.25 \end{cases}$$

- $D(N)$: 1年間の死亡者数とすると、

$$V[D(N)] = V[E[D(N)|q_{70}]] + E[V[D(N)|q_{70}]] = 4.5 \times 10^{-6}N^2 + 0.0243705N$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{V[D(N)]}}{N} = 0.002121$$

2011年～2014年 ライフネット生命 リスク管理部長

- 出口さん・岩瀬さん
 - Twitter上での出会い
 - 二重の変化：年金から生保に、大手からベンチャーに
- 東日本大震災
 - 入社してから11日目
 - 緊急対策本部の事務局
 - 資産運用リスク、保険引受リスク、システムリスク など
- 社外のつながり
 - 若手：アクチュアリー受験研究会 会長
 - アカデミア：日本・保険年金リスク学会（JARIP） 理事
 - アカデミア：大阪大学 金融・保険教育研究センター 非常勤講師
 - 年金研究者：年金総合研究所 研究員 ← 執筆した論文つながり
 - リスクマネジャー：日本アクチュアリー会 ERM委員会



出典：2022年9月28日にAPUで撮影

- ERM委員会

- 阪大講師になったのも、ERM委員会への入会がきっかけ
- 吉村さんとの出会い
- 吉村さんが国際アクチュアリー会の会長になるタイミングで、ERM委員長を引き継ぎ

- CERA

- リスク管理に特化した新資格
- ソフトなスキルとハードなスキル
- 日本で試験開始後、初年度合格者は10人
- 日本アクチュアリー会でERM専門講座を創設（2018年）



Home About the IAA Council Committees **Forums** Sections Events Publications

Enterprise and Financial Risk Forum

Enterprise and Financial Risk

General Insurance

Health



Pensions, Benefits and Social Security



-- Virtual Forums --

Banking

Data Analytics

Inclusive Insurance

Mortality



Resource and Environment



Please sign in to see more options

Home

Members

Terms of Reference

Enterprise and Financial Risk

The purpose of the Enterprise and Financial Risk Forum (EFRF) is to facilitate discussion and knowledge-sharing among Full Member Associations on issues of international relevance for actuaries working in the area of enterprise, financial and investment risks.

Important Items:

- For New Members and Observers: Initial Communication and information with links to navigate through Community Tools and website
- Role of Forum Chairs, Vice-Chairs, Members and Observers and Liaisons document
- Link to disbanded Enterprise and Financial Risk Committee

Leadership



Paul Braithwaite

Chairperson



Yosuke Fujisawa

Vice-Chairperson

- 死亡率： $q_{x,t}$
 - 水準リスク：特定の母集団の死亡率が想定死亡率と異なるリスク
 - ボラティリティリスク：母集団が小さいことに由来するリスク
 - 大災害リスク：極端なボラティリティリスク
 - トレンドリスク：死亡率が仮定した割合と異なる割合で上昇するリスク

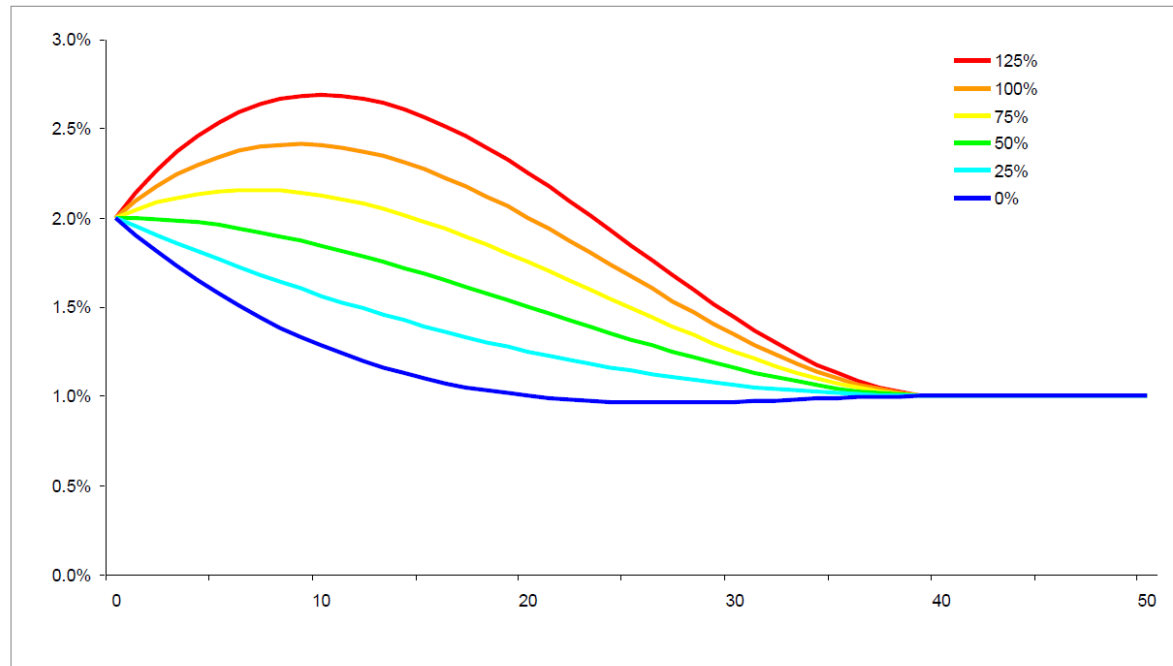


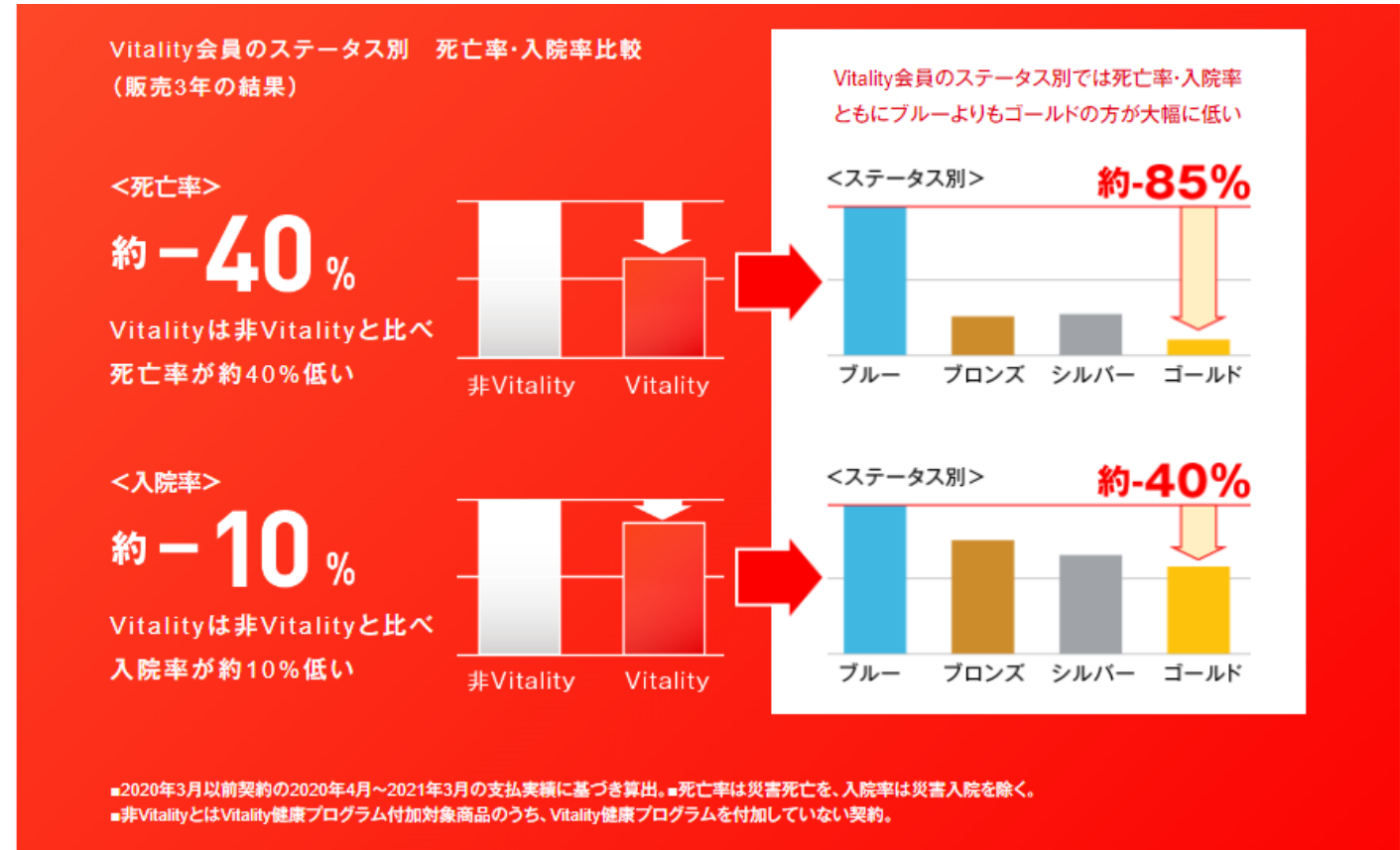
Figure 3: Illustration of the operation of the convergence formula over a 40-year period, with various proportions of the convergence remaining by the mid-point

- 死亡率： $q_{x,t}$
 - リスクに対する「View」
 - 将来の死亡率がどの程度改善するのかを定量的、定性的に評価
 - コンサバティブに見積もると「安全」だけど、競合他社がいるのでビジネスにならない
 - アグレッシブに見積もるとビジネスは取れるけど、マーサーズのようになるかもしれない
 - 何が「Best Estimate」なのか
- 健康増進型保険
 - Shared Value：顧客が健康になると、保険会社の収益も増えるだけでなく、社会にも貢献
 - 保険会社が、①健康状態を把握、②運動や健康的な食生活を行い、③楽しみながら健康になるプラットフォームを提供
 - 再保険会社の役割：保険商品の「輸出入」
 - 死亡率に影響を与える因子は？

- 死亡率： $q_{x,t}$
 - リスクに対する「View」は再保険会社によって異なる
 - 先進的なERMを実施するスイス・リーのView \neq RGA再保険会社のView
 - リスクに対する自分のViewを形成
 - コロナ禍でのリスク管理
- 社会保障審議会 企業年金・個人年金部会
 - カナダの年金制度の有識者として委員に推薦 ← 執筆した論文つながり
 - 人と人との不思議なつながり
- 厚生労働科学研究費補助金 行政政策研究分野 政策科学総合研究
 - イギリス・カナダの私的年金における確定給付型及び確定拠出型共通の限度
 - アクチュアリー 3名の共同プロジェクト
 - Special Thanks to ロバート・ブラウン
 - iDeCo（個人型確定拠出年金）の法改正

2020年～ 住友生命 AIオフィサー（データストラテジー専門部長）

- 健康増進型保険
 - Vitality保険
 - 健診書、がん検診、アンケート、歩数、心拍数、ジムなどを通じてポイント獲得
 - 最初のステータスはブルー
 - ポイント累計が一定値を超えると、ブロンズ、シルバー、ゴールドに
 - ステータスに応じて保険料割引、リワードの提供
 - 疾病予測モデルを開発
 - アプリを通じて、顧客の健康状態を見える化
 - 因果推論



2020年～ 住友生命 AIオフィサー（データストラテジー専門部長）

- ネットで生保が売れるのか？
 - デジタル保険の第一弾：「熱中症保険」
 - PayPayアプリで購入可能
 - 100円で加入できる「熱中症保険」5万件の大ヒット！住友生命子会社に学ぶ“新鉱脈”（ダイアモンド・オンライン）
 - リアル・ワールドデータを用いた商品開発
 - 機械学習モデルを用いたオペレーション



出典：住友生命のウェブサイト

非伝統的な
商品

Validity/PayPay保険の
商品開発や決算など

非伝統的なデータを用
いたサービス開発、既
存業務の高度化

伝統的な
商品

死亡保険や医療保険の
商品開発・決算など

死亡率を因果分析など
で深掘り

伝統的な
業務

非伝統的な
業務

まとめ

年金アクチュアリー

留学

CERA

・再保険

健康増進型保険

- 住友信託時代： q_x
 - 年金数理に登場する計算基礎率の一つ
 - 当時、死亡率といえば「確定給付企業年金法施行規則第四十三条第二項第一号及び第二号に規定する予定利率の下限及び基準死亡率」を指すと思っていた。
- 死亡率には、「大数の法則」では制御できないブレがある ⇒ 確率変数としての q_x
- 死亡率推計モデルを用いると将来死亡率を推計できる ⇒ $q_{x,t}$
- でも、そこにはViewがない。
- なぜ死亡率が改善するのか？： $q_{x,t}$ given by 健診結果(BMI、血圧、血糖 ...) and 運動 ...
- その分析を成しうるデータが、Vitalityデータ。
- 日々の運動データをウェアラブルで収集。毎年の健康診断結果や、入院・手術・がん・認知症・死亡などの多様なアウトカムを把握することができる約100万人規模のコホートデータ。
- (数学・数理科学を活かして) データからShared Valueを創造。

最後に

- 1986年の海外研修で、スイス・アクチュアリー会の会長だったビュールマン教授が日本の若手に送った言葉：
 - 私たちアクチュアリーは、専門職として、保険・年金に付随したリスクの不確実性のすべての側面を処理できる者であると理解しなければなりません。
 - このような理解のもとにおける広い意味でのアクチュアリーの役割はもちろん一人の個人の力では、達成することができません。しかし、私たちはそれをアクチュアリーという職業人全体としては達成できます。
 - 以下にアクチュアリーの新しい研究分野のいくつかをスケッチしてみました。
(略)
 - **社会保障は非政治的なエキスパートの協力を必要とします。私たちアクチュアリーは、それを支援することができます。ある意味では、アクチュアリーは自国の社会保障に関する問題の解決を、援助する義務があるといってもよいでしょう。その過程ではアクチュアリーはインフレーションという現象に必ず遭遇します。これをどのように処理したらよいのでしょうか？これは科学的アドバイスが求められる数多くの問題のひとつです。**
 - 日本からはるばる来ていただいた、若いアクチュアリーの皆様の前で講演するというこの機会を借りて、私は次の提案をさせていただくのがもっとも適当であると思います。
 - いますぐ、これらの新しい問題に取り組む仕事を開始しましょう。

Moving the actuarial profession forward!

