

保険業界の展望と、データサイエンスについて

～アクチュアリーは世界最古（？）のデータサイエンティスト～

藤澤陽介

住友生命保険相互会社
情報システム部 AIオフィサー

日本アクチュアリー会
ERM委員長、学術委員会（委員）

国際アクチュアリー会
EFRフォーラム副委員長、教育委員会（委員）

早稲田大学大学院会計研究科
非常勤講師（年金数理）

日本保険・年金リスク学会
理事、評議員、実務ジャーナル編集委員会（委員）

1

生命保険とアクチュアリーの誕生

2

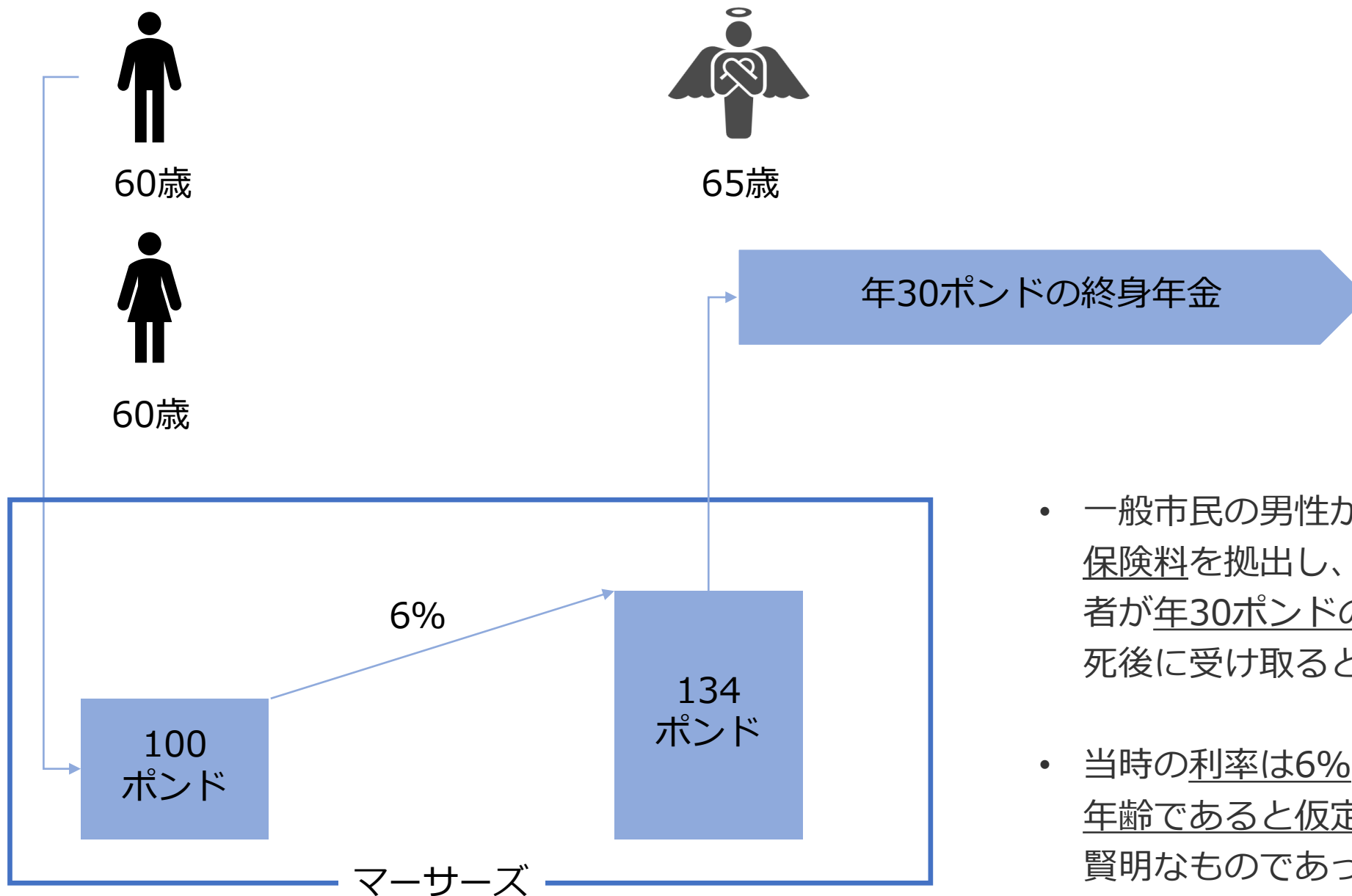
データサイエンスとアクチュアリアル・サイエンス

3

保険業界の展望

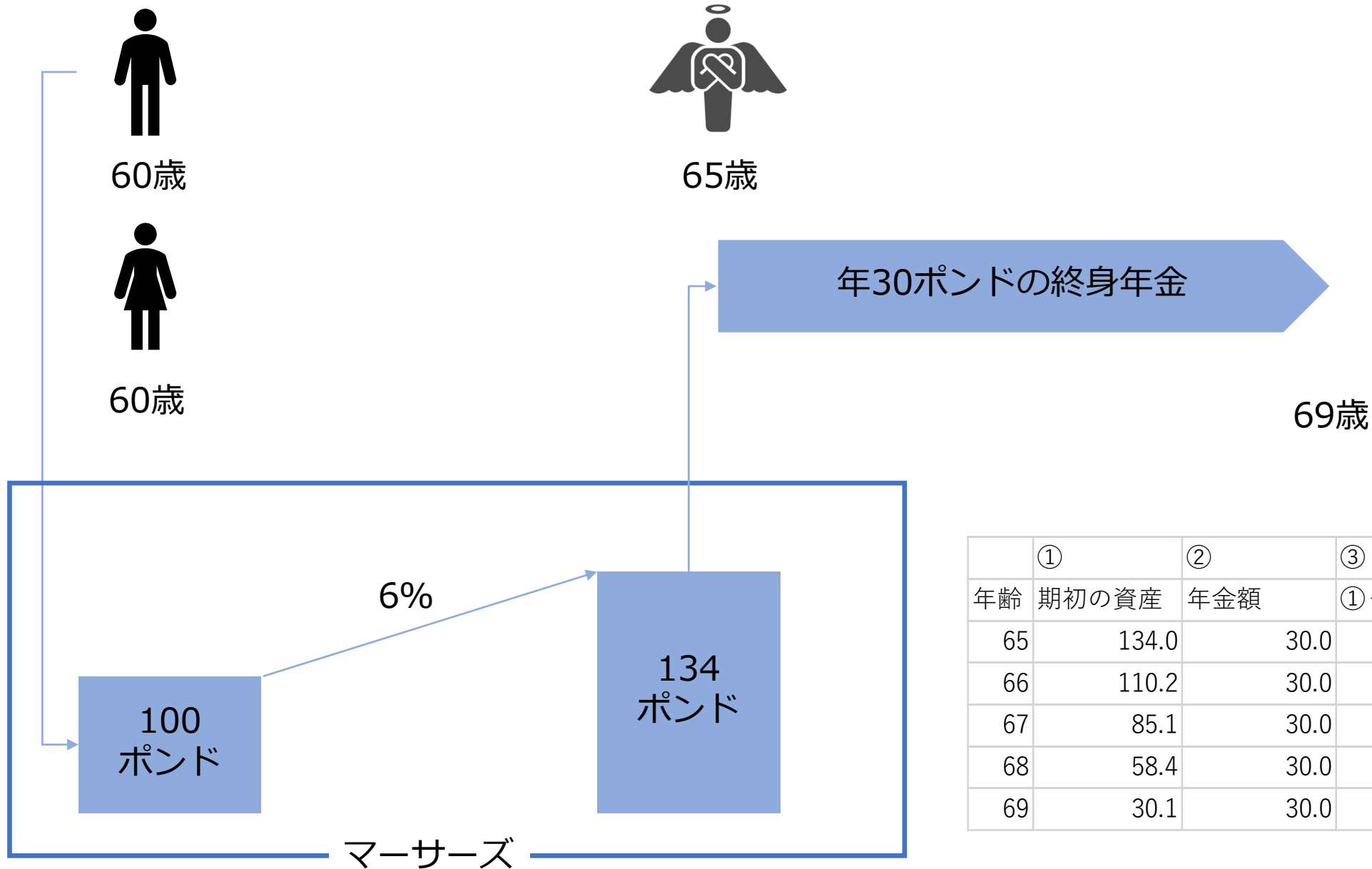
- 日本アクチュアリー会のサイト：「保険や年金、金融などの多彩なフィールドで活躍する数理業務のプロフェッショナルです」
- 多彩なフィールドとは？
 - 生保：40.9%、損保：16.0%、信託銀行：6.9%、その他：36.3%（2021年3月末時点）
 - その他とは？
 - 監査法人、コンサル、再保険会社、厚生労働省、金融庁、データプロバイダー…
- 数理業務とは？
 - 生保数理
 - 年金数理
 - 損保数理
 - リスクマネジメント
 - データサイエンス
- プロフェッションとは？

- 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

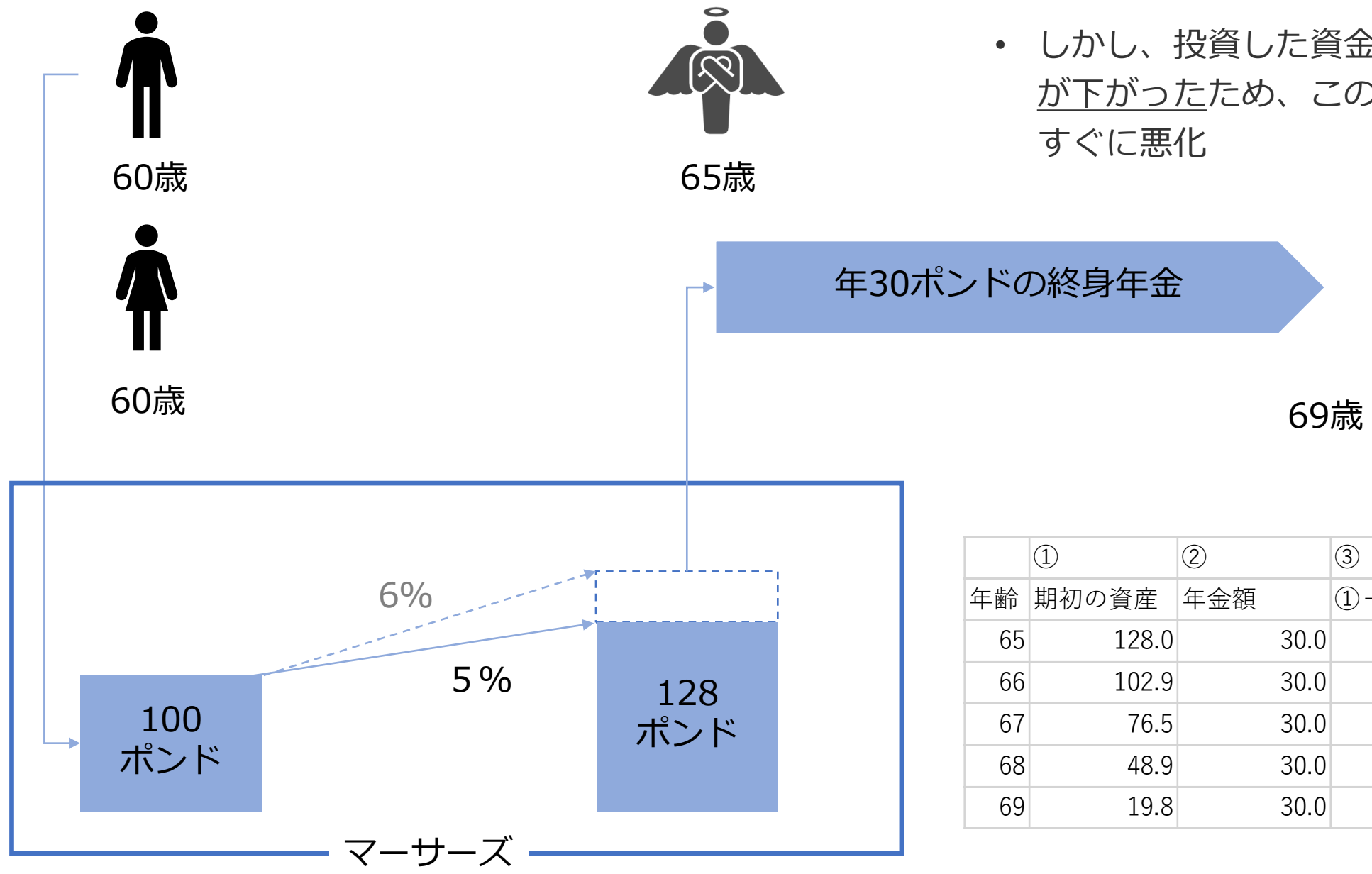


- 一般市民の男性が100ポンドの一時払保険料を拠出し、その代わりに、配偶者が年30ポンドの終身年金を男性の死後に受け取るという制度を採用
- 当時の利率は6%であり、妻が夫と同年齢であると仮定すれば、この条件は賢明なものであった

アクチュアリーがいなかったら...

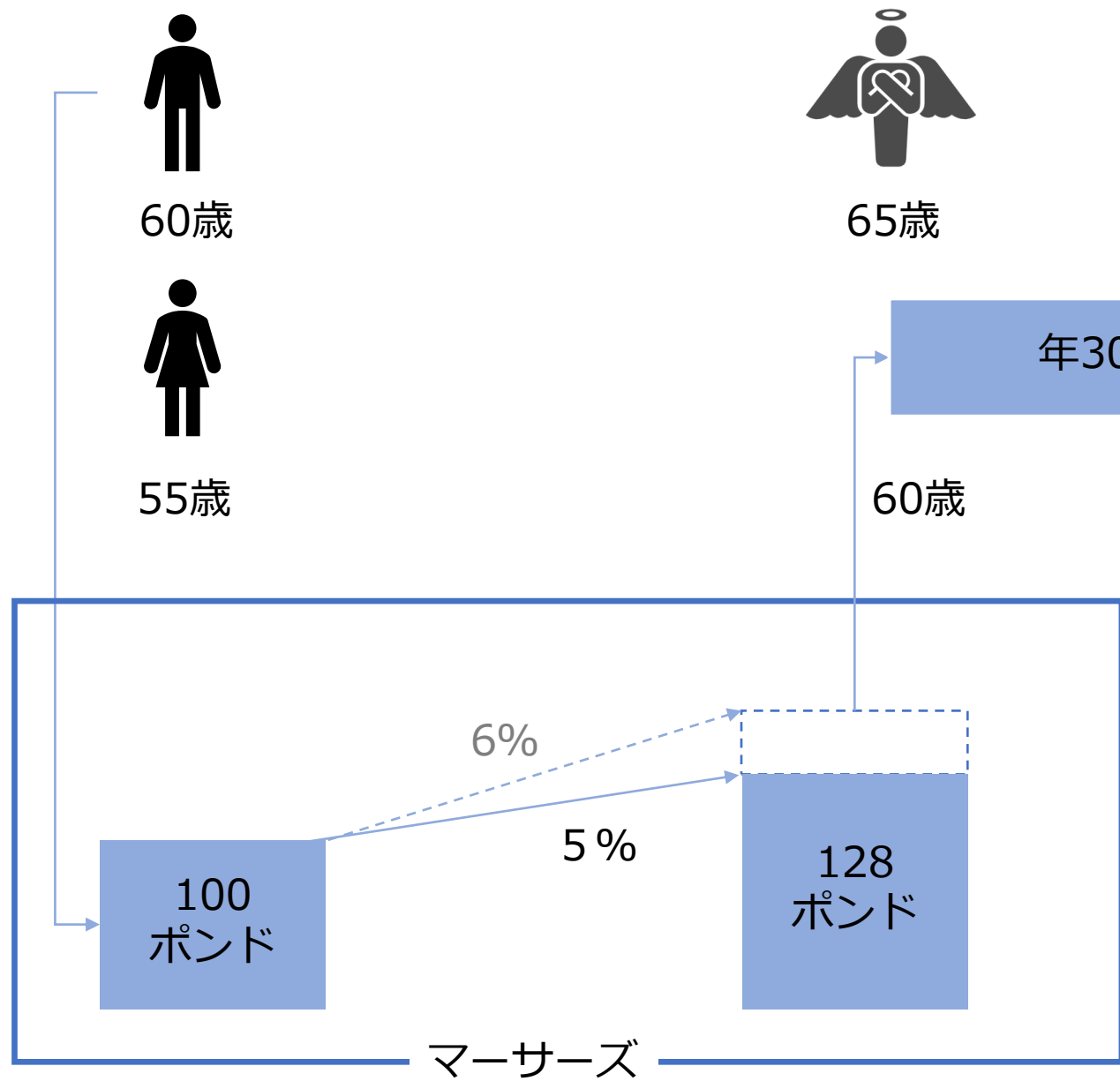


	①	②	③	④
年齢	期初の資産	年金額	①-②	期末の資産
65	134.0	30.0	104.0	110.2
66	110.2	30.0	80.2	85.1
67	85.1	30.0	55.1	58.4
68	58.4	30.0	28.4	30.1
69	30.1	30.0	0.1	0.1



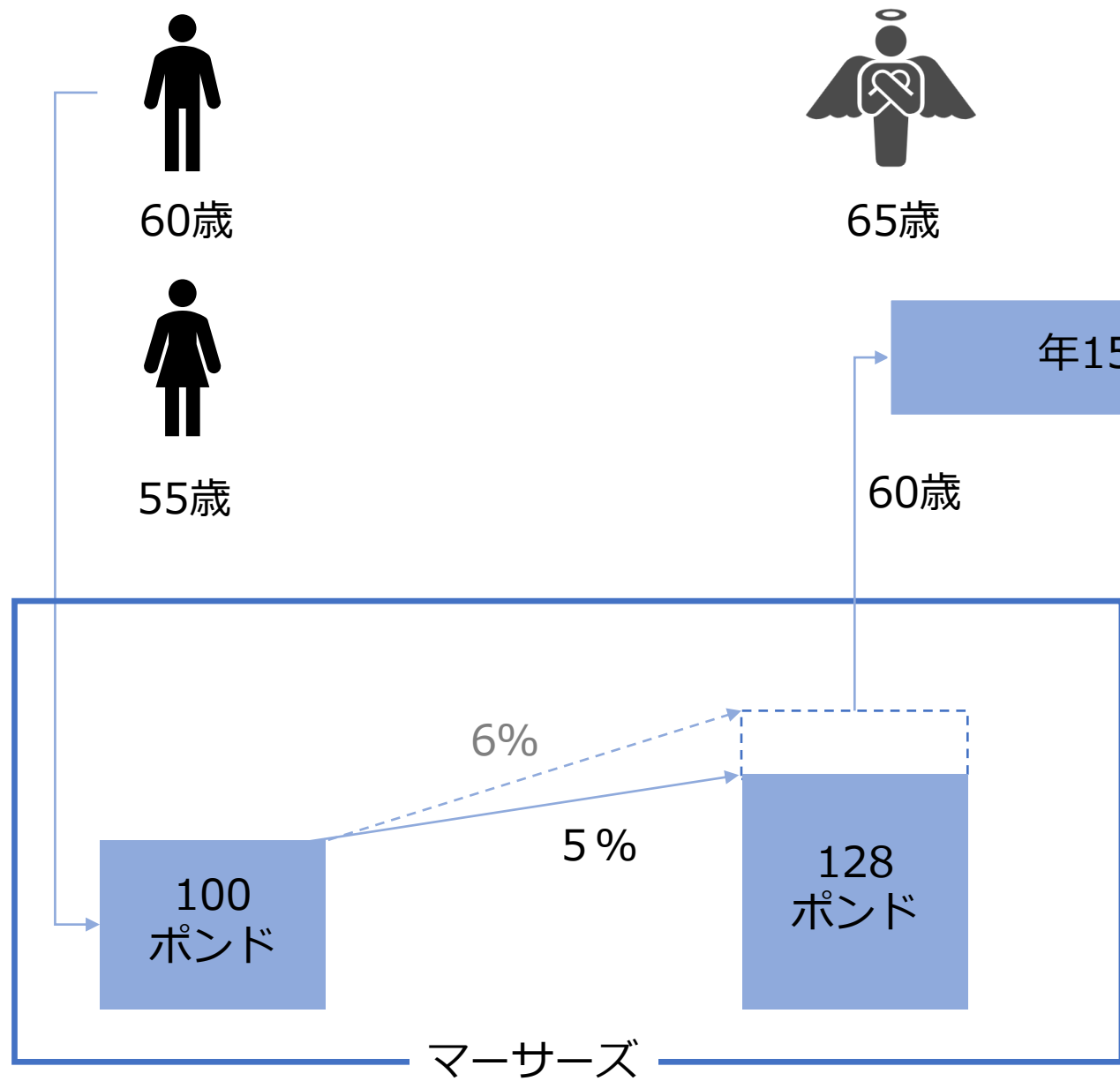
- しかし、投資した資金から得られる金利が下がったため、この制度の財政状況はすぐに悪化

	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



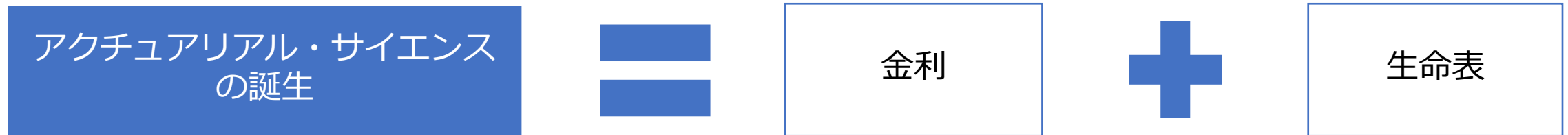
- それに加えて、高齢の男性を引き受けていたため、妻が夫よりもずっと若い ケースも少なくなかった

	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



- 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



- マーサーズ・カンパニー（1690年）の失敗の原因
- 甘い計算基礎率
 - 当時の利率は6% ⇒ 実際の利回り < 6%
 - 妻が夫と同年齢であると仮定 ⇒ 妻の年齢 < 夫の年齢
- マーサーズ・カンパニーは生命表を使っていたのか？
 - グラントの生命表（1662年）
 - ハレーの生命表（1693年） ⇒ 「高齢者ほど死亡率が高い」
- 数学者ジェームス・ドドソンが近代的な生命保険会社を設立（1762年）
 - ドドソンが年齢制限で保険加入を断られたことが会社設立のきっかけ

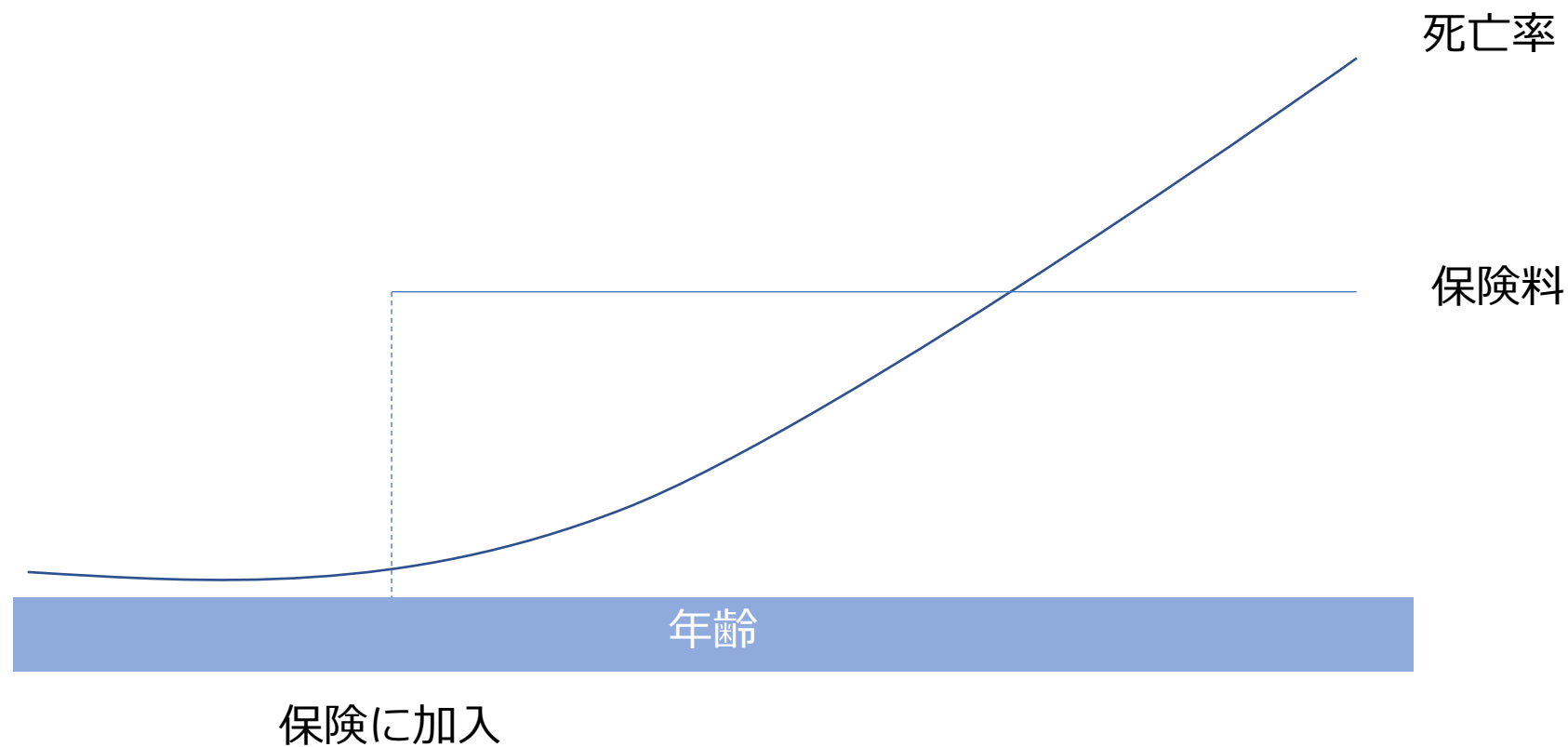
アクチュアリアル・サイエンス
の誕生



金利



生命表



- 福沢諭吉が欧米の保険制度を日本で紹介（1867年）
- 明治生命（1881年）、朝日生命（1888年）、日本生命（1889年）
- 1890年代のベンチャーブームに乗り、生命保険会社の新設が活発に
- 生命保険会社の健全な発達を促進するためには、法的規制が必要
- ドイツのゴータ生命に留学中であった矢野恒太（のちの初代日本アクチュアリー会会長）は、1895年にブリュッセルで開催された国際アクチュアリー会議の副議長を勤めた後に帰国し、農商務省の保険課長に任命
- 矢野はただちに保険監督法を作成し、付随する規則を発令
- 1899年に日本アクチュアリー会設立



- 岡山県生まれ（1865年）
- 岡山大学医学部卒業
- 日本生命社医
- 保険を学ぶべく渡欧
- 農商務省入省
- 初代保険課長（1900年）
- 官製初の生命表作成
- 第一生命設立（1902年）
- 第一生命社長（1915年）
- 生保協会会長（1923年）



1

生命保険とアクチュアリー¹の誕生

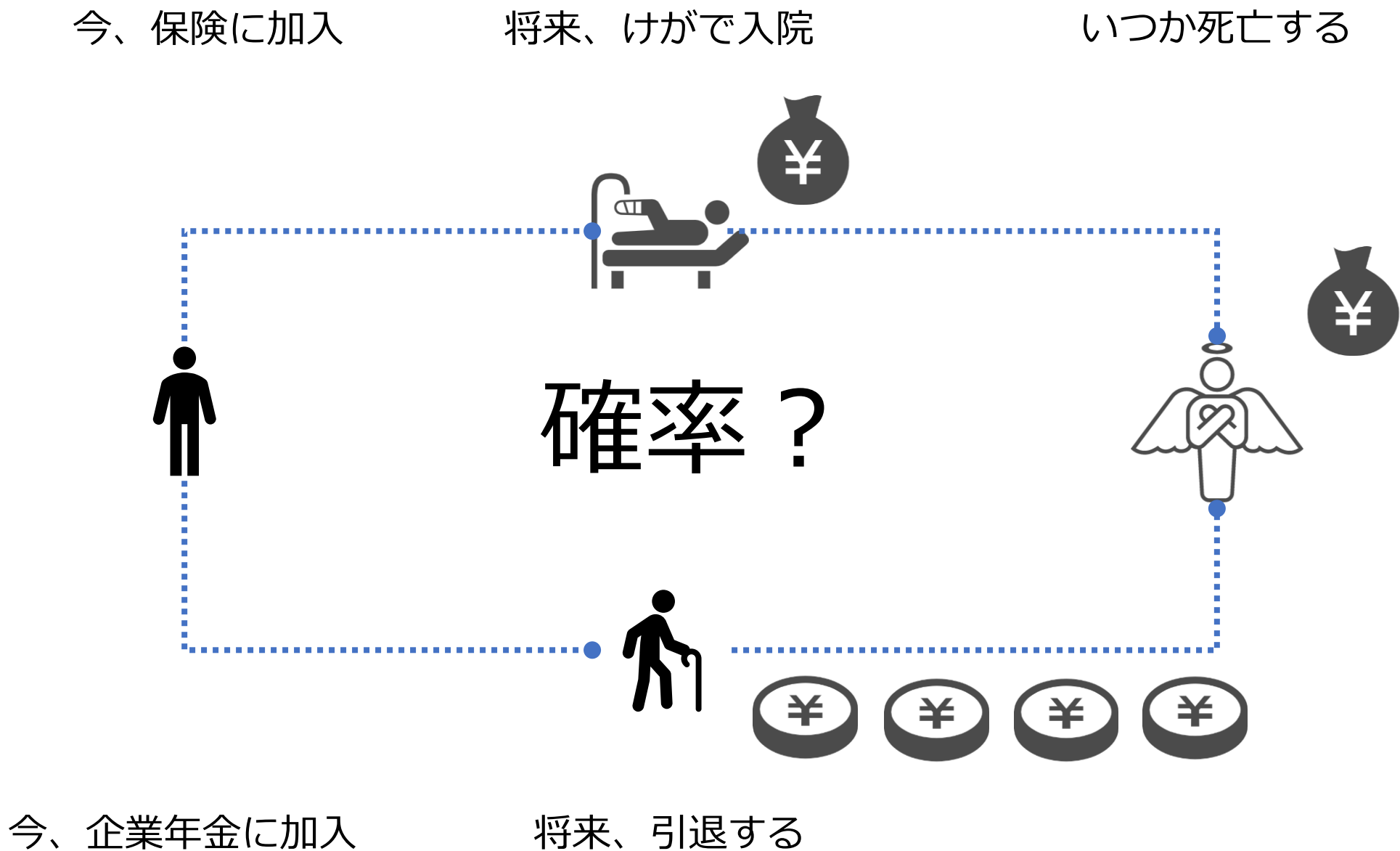
2

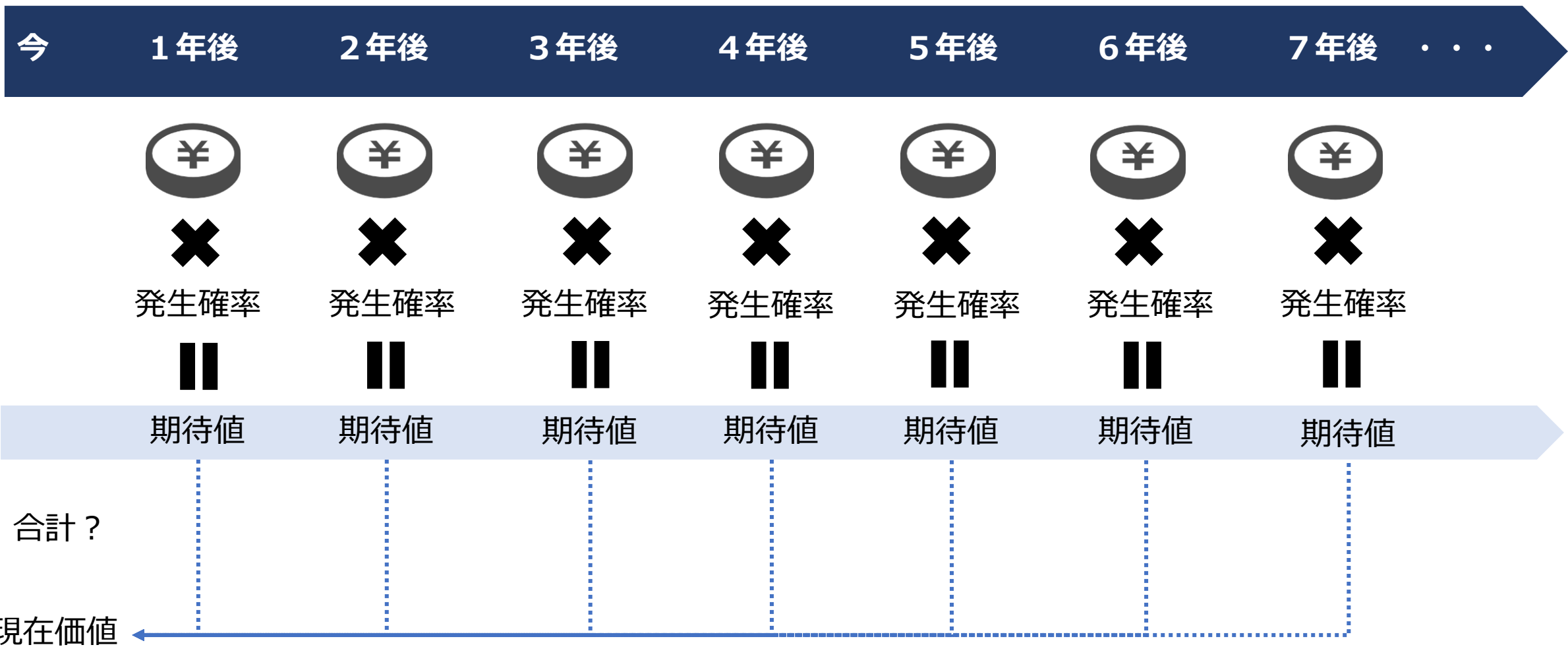
データサイエンスとアクチュアリアル・サイエンス

3

保険業界の展望

過去の統計データ





保険料の計算：

1. 金利や死亡率などの前提条件を定義
2. 生存確率や死亡確率などに関連するキャッシュフローの現在価値を計算
3. 保険料を決定

アクチュアリー試験

- 手計算
- 電卓

アクチュアリー実務

- エクセル
- アクチュアリアル・ソフトウェア
- (RやPython)

アクチュアリー研究

- RやPython

$$\text{期初払い終身年金現価率} = \sum_{t=0}^{\omega-x} v^t {}_t p_x = \frac{N_x}{D_x}$$

60歳支給開始期末払い終身年金現価には、据置期間を指定する引数 m を用いる。

```
1 | > axn(actuarialtable = act_2019m, x=60, m=1)
2 | [1] 17.87915
```

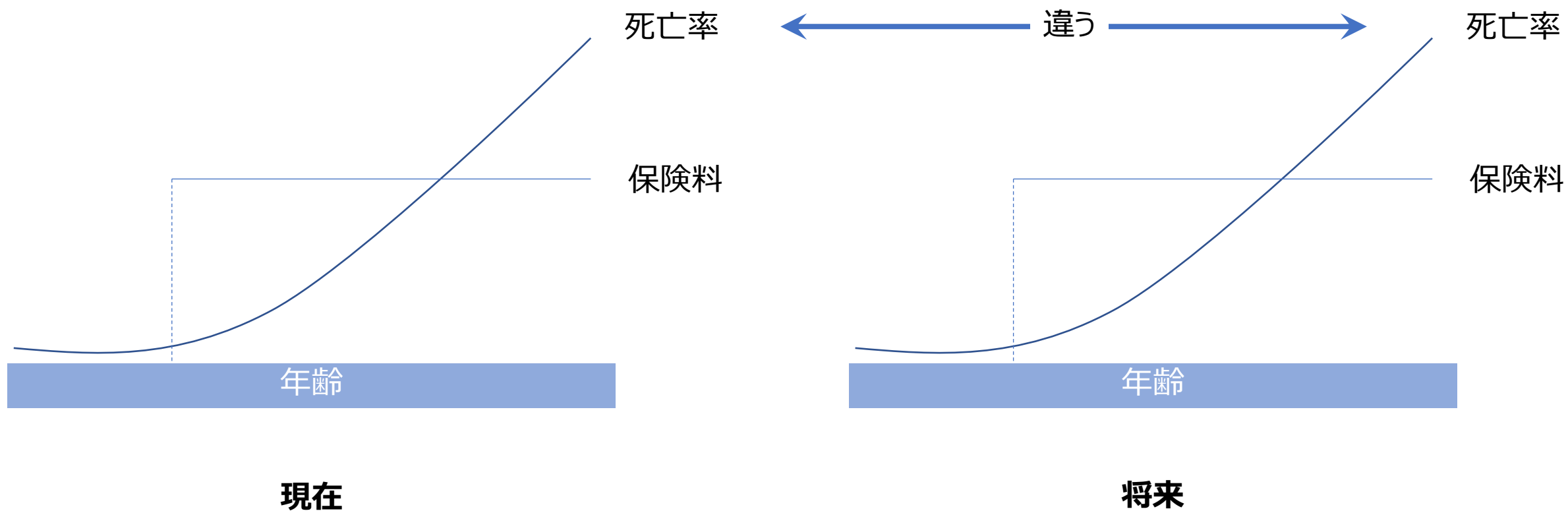
Function

- ✔ Axn: 定期保険/終身保険の価値を評価
- ✔ axn: 生命年金の価値を評価
- ✔ Exn: 生存保険の価値を評価
- ✔ AExn: 養老保険の価値を評価
- ✔ Axyzn: 連生保険の価値を評価
- ✔ axyzn: 連生年金の価値を評価

```
1 | > act_2019m <- new("actuarialtable",
2 | +                 x=lifetable_2019m@x,
3 | +                 lx=lifetable_2019m@lx,
4 | +                 interest=0.02)
5 | > df_act_2019m <- as(act_2019m, "data.frame")
6 | > head(df_act_2019m)
7 |   x      lx      Dx      Nx      Cx      Mx      Rx
8 | 1 0 100000.00 100000.00 4043429 191.666667 20717.07 1592488
9 | 2 1  99804.50  97847.55 3943429  27.819401 20525.40 1571771
10 | 3 2  99775.56  95901.15 3845582  15.325380 20497.58 1551246
11 | 4 3  99759.29  94005.41 3749681  12.810541 20482.26 1530748
12 | 5 4  99745.43  92149.36 3655675   9.485963 20469.45 1510266
13 | 6 5  99734.95  90333.02 3563526   7.793437 20459.96 1489796
```

アクチュアリーとデータサイエンティストの違い

- 過去のデータをもとに将来を予測するという観点では一緒
- でも、アクチュアリーの予測は、長期的なことが多い（∵ 保険や年金の分野で確立された理論）



- 例えば、死亡率の将来予測（データサイエンティストの場合）

過去のデータを集めて、
死亡と関係する特徴量を
抽出し、精度の高い予測
モデルを作りました！



- 例えば、死亡率の将来予測（アクチュアリーの場合）

過去のデータを集めて、
現在の死亡率を推定した
けど、将来の死亡率は不
確実性が高いので不安…



- 例えば、死亡率の将来予測（アクチュアリーの場合）
- 将来の死亡率の行方は誰にも分らないので、他の専門家（例えば、医師）の意見を聞く
- 感応度分析
 - 死亡率の改善率が1%ではなく、2%だった場合、保険会社にどのような影響を及ぼすのか
 - 保険商品の収益性の変化
- 定期的なモニタリング（予定死亡率 vs. 実際死亡率）
- シナリオ分析
 - パンデミックのシナリオ
 - 大規模地震のシナリオ
 - 気候変動シナリオ
- エマージングリスクの管理

1

生命保険とアクチュアリー¹の誕生

2

データサイエンスとアクチュアリアル・サイエンス

3

保険業界の展望

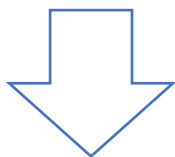
- 以前は、モデリングを行うにはプログラミングの知識が必要だった
 - Fujisawa, Yosuke and Li, Johnny Siu-Hang. "IFRS Convergence: The Role of Stochastic Mortality Models in the Disclosure of Longevity Risk for Defined Benefit Plans" *Asia-Pacific Journal of Risk and Insurance*, vol. 5, no. 1, 2011.
 - Fujisawa, Yosuke and Li, Johnny Siu-Hang. "The Impact of the Automatic Balancing Mechanism for the Public Pension in Japan on the Extreme Elderly" *North American Actuarial Journal*. 16. 207-239, 2012.
- 国際アクチュアリー会のEducation Committeeでの主な議論
 - アクチュアリー vs. データサイエンティスト
- 2017年に国際アクチュアリー会の教育シラバスを改定し、データサイエンスを追加
- 背景
 - 利用可能なデータの増加（質と量）
 - 例えば、医療のレセプトデータや健診データ、自動車のドライブレコーダー
 - 従来とは異なるデータで、保険や関連サービスを組成することが必要に
 - アクチュアリーがその役割を担うのか、それ以外のデータサイエンティストが担うのか



保険会社

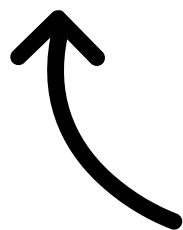


健康増進



顧客

- ウェアラブル
- 歩数や心拍数
- がん検診の受診
- オンライン評価
- 購買情報



健康診断と顧客の活動情報を用いて支払い発生確率を予測
どのような活動がリスク低減に寄与しているのかを把握

- ファイザー製2回接種、重症化7割防止 南アで調査（2021/12/15 日経新聞）
- 新型コロナウイルスの変異型「オミクロン型」が広がる南アフリカで、米ファイザーと独ビオンテックのワクチンを2回接種した人の70%が重症化を防げるとの調査結果が公表された。
- 南ア最大の民間保険会社ディスカバリー・ヘルスが14日に公表した。医療機関と共同で大規模に調査した分析をした。

<https://actsc.jp/archives/1417>



Dec 14, 2021 13:47 CAT

Discovery Health, South Africa's largest private health insurance administrator, releases at-scale, real-world analysis of Omicron outbreak based on 211 000 COVID-19 test results in South Africa, including collaboration with the South Africa

Johannesburg, 14 December 2021

Alphabet's Verily targets employer health insurance with Swiss Re partnership (ロイター, 2020/8/25)
アルファベットのVerilyがスイス再保険会社との提携。雇用者の健康保険をターゲットに。

ソフトバンク、スイス再保険の株式100億ドル取得で交渉 (日経新聞, 2018/2/8)

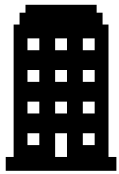
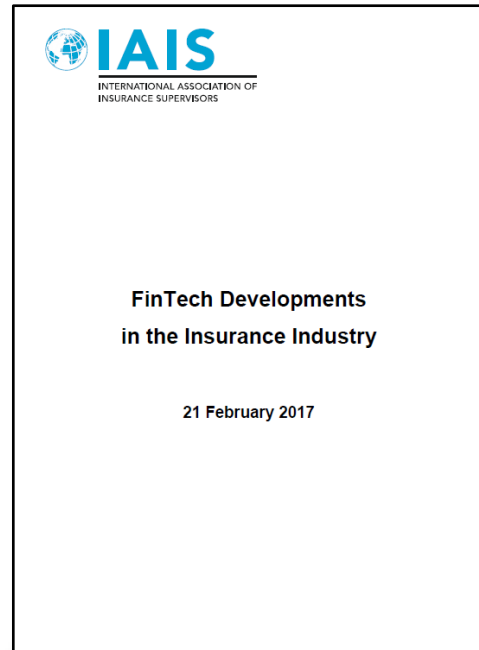
Tesla Invites Actuaries to Help It Create a 'Revolutionary' Insurance Company (Insurance Journal, 2020/7/24)
テスラ、「革命的な」保険会社の設立に向けてアクチュアリーを招待

"I would love to have some high energy actuaries, especially. I have great respect for the actuarial profession. You guys are great at math. Please join Tesla, especially if you want to change things and you're annoyed by how slow the industry is. This is the place to be. We want revolutionary actuaries," Musk said on a call with analysts on July 22.

「特にエネルギーが豊富なアクチュアリーが欲しいですね。私はアクチュアリーという職業をとっても尊敬しています。あなたたちは数学が得意なんですね。特にテスラに参加して、物事を変えたいと思っている人、業界の遅さにイライラしている人はぜひ参加してみてください。ここはそのための場所なのです。我々は革命的なアクチュアリーを求めている」とマスクは7月22日のアナリストとの電話で語った。



International
Association of
Insurance
Supervisors



金融庁



保険会社



保険契約者

シナリオ分析 1：既存会社は顧客との関係維持に成功

シナリオ分析 2：保険のバリューチェーンが断片化し、既存会社が統制不能に

シナリオ分析 3：大手のテクノロジー企業が従来の保険会社を圧迫

「GAFAのような企業は、健康保険の分野では当然のことながら非常によいポジションにいる。実際、ソーシャルネットワークと接続された健康情報（ウェアラブル、撮取可能なデバイスなど）を介して、健康リスクに影響を与える行動やパラメータに関する正確な知識を同時に得ることができ、その予防に貢献することもできる。」

ヨーロッパ主導のルールによる支配

法と倫理

vs.

アメリカ・中国によるデジタルによる支配

情報

- SDGs
- 気候変動リスクマネジメント
- GDPR（EU一般データ保護規則）
- 欧州AI規制法案

- 生命や人権の保護を目的として欧州委員会が2021年4月にAIの包括的な規制案を公表
- リスクに応じてAIシステムを4段階に分類
- 最も厳しい「受容できないリスク」の対象となるAIは使用が認められない
 - 政府などが個人の信頼性を格付け
- 2番目に厳しい「高リスク」は水道、ガス、電気など重要インフラの安全にかかわるAIや、企業が採用活動に使うAIなどが該当
- 3番目の分類は「限定的なリスク」であり、チャットボットや画像生成するAI
- AIを開発する企業は事前の適合性評価などを通じリスクを回避する義務を負う
- 悪質な違反には最大で約40億円か売上高の6%相当の罰金を科す



Position
paper

Response to EC proposal for a Regulation on AI

Our reference:	COB-TECH-21-083		
Referring to:	EC public consultation on its proposal for a Regulation on AI		
Related documents:			
Contact person:	Arthur Hilliard Senior Policy Advisor, Conduct of	E-mail:	hilliard@insuranceeurope.eu
Pages:	2	Transparency Register ID	33213703459-54

Insurance Europe welcomes the overall objective of the European Commission to create a proportionate and principles-based horizontal framework of requirements that AI systems must comply with in the EU, without unduly constraining or hindering technological development and innovation. Moreover, insurers welcome the focus on the development of mandatory requirements for high-risk AI systems that pose significant risks to the health and safety or fundamental rights of persons.

The introduction of harmonised rules on AI, however, requires a very clear and precise definition of an AI system. Insurers understand that the Commission has based its definition on the OECD's definition of an AI system, which it defines as "a machine-based system that can, for a given set of human-defined objectives, make predictions, recommendations, or decisions influencing real or virtual environments". While there is currently no universally agreed upon definition of an AI system, the OECD definition is an appropriate basis to use for any European approach, particularly given the inherently global nature of AI systems and the need to ensure consistency at the international level.

The definition of an AI system as currently proposed in Article 3 of the draft Regulation, however, significantly widens the OECD definition by also including software within its scope. This will result in the inclusion in its scope of systems, techniques and approaches that should not be considered as AI and will generally create confusion and a lack of legal certainty. For example, the use of statistical output from a linear regression model in the actuarial function would be covered by this proposed definition, as would statistical approaches such as exploratory data analysis that mostly involves using graphical techniques to analyse datasets, or task allocation systems that form part of the back-office functions of companies.

For this reason, not only should the general area of a system's application be considered but also, on an individual level, its specific purpose. Furthermore, it should be stated clearly that the AI applications already referred to in Annex III also need to fulfil the conditions set out in Article 7(1) to be classified as high risk.

The definition of an AI system as currently proposed in Article 3 of the draft Regulation, however, significantly widens the OECD definition by also including software within its scope. This will result in the inclusion in its scope of systems, techniques and approaches that should not be considered as AI and will generally create confusion and a lack of legal certainty. For example, **the use of statistical output from a linear regression model in the actuarial function would be covered by this proposed definition**, as would statistical approaches such as exploratory data analysis that mostly involves using graphical techniques to analyse datasets, or task allocation systems that form part of the back-office functions of companies.

- 米国では、保険会社のオルタナティブデータの利活用が進んでいる
- 処方箋、交通違反の記録、信用情報など
- ミリマンのIrisxリスクスコアは、処方箋データを用いて保険会社がリアルタイムで迅速に顧客のリスクを評価できる
- トランスユニオンのTrueRiskライフは、死亡率を予測するクレジットベースのスコア
- ニューヨーク州やコロラド州などの規制当局は、オルタナティブデータの利用が差別に該当する可能性を懸念
- ニューヨーク州は2019年に新たなガイドラインを創設
- コロラド州は、予測モデルについて、リスクマネジメント・フレームワークの中で管理し、CRO（チーフ・リスク・オフィサー）がその適切性を証明する必要があるとしている

- 欧州保険・職業年金機構（EIOPA）は、欧州保険セクターにおける倫理的で信頼できるAIのための人工知能（AI）ガバナンス原則を定めたデジタル倫理に関する諮問専門家グループの報告書を公表（2021年6月17日）
- 欧州の保険セクターにおける倫理的で信頼に値するAIのためのガバナンス原則
 1. 比例性の原則
 2. 公正・無差別の原則
 3. 透明性・説明可能性の原則
 4. 人的監視の原則
 5. 記録保存のデータガバナンスの原則
 6. ロバスト性とパフォーマンスの原則

- アクチュアリアル・サイエンスとは、リスク・不確実性・金融に関連する諸問題に、様々な分野の科学的な原理や技術を応用する手法のこと

伝統的なアクチュアリアル・サイエンス



- 世間の人々が喜ぶか、なくてもいいと思うかを考えよ
 - 世間の人々が有益で便利と感じる仕事は必ず価値が認められ、世間がその仕事を認め大きく育ててくれる、だからこそ仕事というものは世間のためにやるのだ
- 最大たるよりも最良たれ
 - 「最良の追求」とは、人々の幸福や社会の発展に貢献していくために、提供価値が最も良いもので最も支持されるための努力
 - 「最良の追求」を実現するために「変革の精神」をもって何事にも「真っ先に」取り組む