

# 保険業界の展望と、データサイエンスについて

藤澤陽介, FIAJ, CERA, 年金数理人  
スイス再保険

# 生命保険の 顧客体験



比較・検討



申込



引受査定



加入



保険料の支払



保全

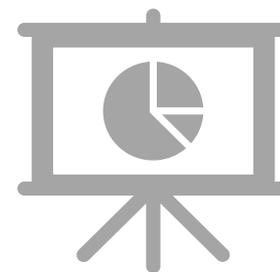


保険金の支払

# アジェンダ



保険業界の展望



データサイエンス

# Fintechが保険監督 に与える影響

- IAIS：保険監督者国際機構
- 1994年に以下の5つの目的のために設立
  - ① 効果的かつ国際的に統合的な保険監督の促進
  - ② 世界の金融安定への貢献
  - ③ 国際保険監督基準の策定及びその実施の促進
  - ④ 保険監督者間の協調の促進
  - ⑤ 他の金融分野の監督機関との連携等
- 140ヶ国以上、200地域以上の保険監督当局等で構成
- 所在地はスイスのバーゼル



## FinTech Developments in the Insurance Industry

21 February 2017

# Fintechが保険監督に与える影響

## • Insurtechの主要な例示

- デジタル・プラットフォーム、IoT
  - スマートフォン上のアプリやウェブサイトで、保険の加入や保険金を請求
- テレマティクス
  - 通信情報端末から収集したデータをもとに保険料等を算出
- ビッグデータ、データアナリティクス
  - ビッグデータ技術（ライフログ等）を利用して、保険商品の開発、保険料の算出、保険金の不正請求の発見等を行う
- 機械学習、AI
  - データから特定のパターンを見つけ出し、保険料の算出、保険事故の発生防止、保険事故の認定等を行う
- 分散型台帳技術、スマートコントラクト
  - 分散型台帳技術等を利用することで、情報連携の高速化、契約情報の整合性の維持、事務コストの削減等を行う
- P2P保険、オンデマンド保険
  - 利害の一致する者がグループを形成し、支払う保険料金の一部をプール、保険請求が一定期間ない等の場合には、保険料をディスカウント
  - 必要な物に対して必要な期間だけ保険をかける

# Fintechが保険監督に与える影響

	生命保険	
	導入済み	導入に向けた取り組みを実施中
データアナリティクス	17%	29%
デジタルプラットフォーム	49%	2%
P2P	0%	12%
ブロックチェーン	0%	32%
損害保険		
データアナリティクス	19%	2%
デジタルプラットフォーム	29%	4%
P2P	0%	4%
ブロックチェーン	4%	4%

**Table 1 Number of InsurTech Deals**

Category	Number of Observations			
	Original	Sample	Transaction	Partnership
Data Analytics	77	52	33	19
Digital Platform	57	35	29	6
Digital Distribution	40	25	16	9
On-demand insurance	24	20	13	7
Internet of things	29	21	14	7
Cross Selling	32	20	3	17
Digital Insurer	22	17	7	10
Cyber Security	16	14	3	11
P2P	22	10	8	2
Driving	11	8	4	4
BIO Tech	9	6	6	0
Social Media	7	4	3	1
Drone	3	3	1	2
New Vehicle	3	3	3	0
Blockchain	4	2	2	0
<b>Total</b>	<b>363</b>	<b>240</b>	<b>145</b>	<b>95</b>

# Fintechが保険監督に与える影響

- IAISの「保険業界におけるFintechの展望」における3つのシナリオ

## 保険ビジネスの各機能が既存の保険会社に残存するケース

- テクノロジーの進展に対応できた保険会社が生き残る。
- 顧客の需要に応じた、商品の個別化が進行。業務の効率化に伴い、保険料は低額化。

## 保険ビジネスの各機能が分解され、保険会社はリスクの引受け等に専念するケース

- 保険は、各種サービスや商品の中に組み込まれ、保険会社はリスクの引受け・分散等に専念。保険会社の機能が縮小化され、保険会社の選別が進む。
- 保険商品はサービス・商品に組み込まれているため、保険商品間の比較可能性は減少。

## 既存の保険会社が退出するケース

- 大手テクノロジー系企業が、各種サービスや商品の中に保険をシームレスに組み込んで提供。
- 個人データの取扱い（SNS上の個人プロフィール等）が課題になる可能性。

# Fintechが保険監督に与える影響

## Health Insurance / Connected Lifestyles

- 公的医療保険、団体保険、個人保険、自家保険 (self-insurance)
- 国によって公的医療保険の役割が異なるので、一般的な結論を導くのは難しい
- リスク：倫理的な課題（プライバシーの問題、遺伝子検査等）
- 機会：予防、プライシング、個別化されたサービス

# Fintechが保険監督に与える影響

## • Health Insuranceの場合

保険ビジネスの各機能が既存の保険会社に残存するケース

- Insurtechのスタートアップの選別
- 顧客との関係の維持、モニタリング、予防

保険ビジネスの各機能が分解され、保険会社はリスクの引受け等に専念するケース

- テクノロジー会社が顧客のライフスタイルの改善を促進するパッケージを提供
- フィットネスプログラム、健康診断の推奨、ウェアラブル

既存の保険会社が退出するケース

- GAFAタイプの企業が参入
- 健康リスクに影響を及ぼす行動やパラメータに関する正確な知識で予防に貢献
- GAFAの成功はミレニアル世代の動向に依存
- ボラティリティの低い健康リスクはGAFAが受け、パンデミックリスクは再保険会社に出再

# 認知症保険

目の動きから認知機能の状態がわかる

**目の動きでチェック** 無料

**生命保険  
業界初!※2**

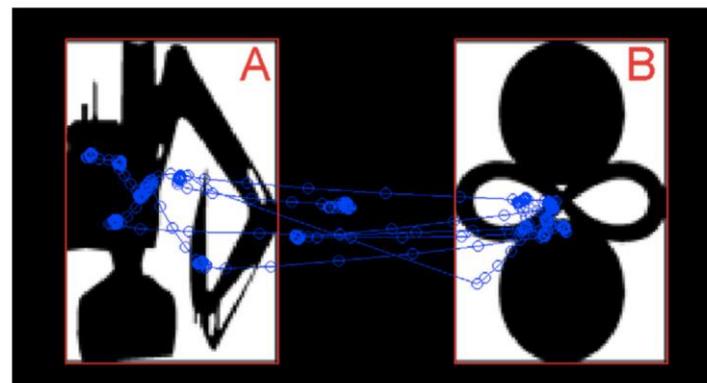


 年に1回  
しっかりチェック

 所要時間  
約5~10分



ニューロトラックが提供する「ニューロトラック認知機能テスト」は、科学的な裏付けのある研究データをもとに、目の動きを分析して認知機能をチェックします。



ニューロトラックは、スウェーデンのカロリンスカ研究所<sup>※3</sup> ミーア・キピベルト医師<sup>※4</sup>の監修を受けています。

※2 特定の動画視聴の際の眼球の動きを分析し認知症進行度の把握ができるスマートフォンアプリの提供は生命保険業界初となります。

／2018年10月時点 第一生命調べ

※3 ノーベル生理学・医学賞の選考委員会がある世界有数の研究機関

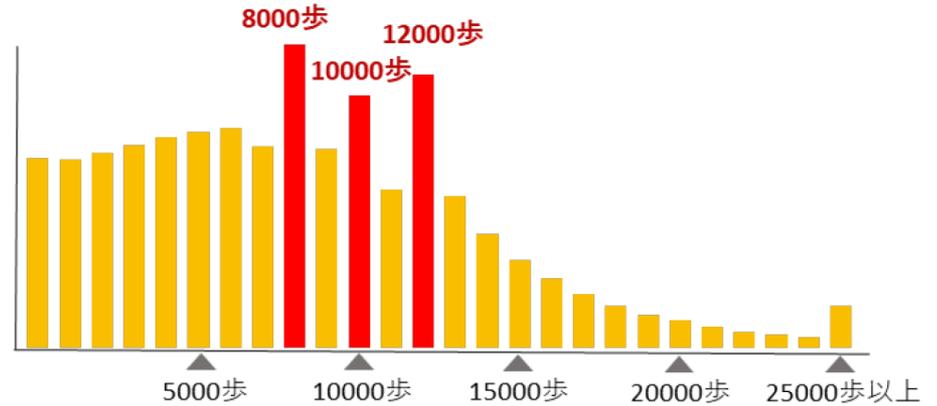
※4 アルツハイマー病予防の世界的第一人者

Source: 自動分類アルゴリズムを使用した眼球運動分析による認知機能障害の見分け方

Source: 第一生命のHP

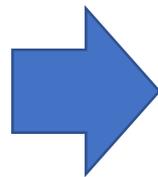
# 健康増進型保険

Vitality 会員（64 歳以下）の各日の歩数ヒストグラム



- 2016 ネオファースト生命
- 2017 東京海上あんしん生命
- 2018 住友生命  
第一生命  
NKSJひまわり生命
- 2019 明治安田生命

- ① 意識の変化 – 93%の加入者が加入前よりも健康を意識するように
- ② 行動の変化 – 17%の加入者の1日あたりの歩数が増加
- ③ 健康状態の変化 – 48%の加入者の血圧が 10mmHg以上減少

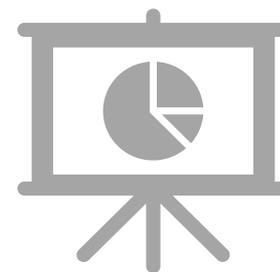


84%の加入者がVitalityに加入して、  
生活の質が高まったと回答

# アジェンダ



保険業界の展望



データサイエンス

## Your email address can affect your motor premium

24 January 2018



2 Comments  

Investigation by The Sun finds Hotmail users pay higher premiums than Gmail users

Car insurance will cost you more if you have a Hotmail account, according to The Sun.

Research on comparison sites by the newspaper showed that quotes for customers with Hotmail accounts were higher than quotes for customers with Gmail accounts. All other details were the same.

Hotmail利用者の保険料 > Gmail利用者の保険料



Most popular

Most commented

<https://www.insurancetimes.co.uk/your-email-address-can-affect-your-motor-premium/1426144.article>

# 論点



メールアドレスで保険料を細分化することは公平？



プライシングに用いたデータソース？



このニュースの後、契約者はどのような行動をとるのか？



これは相関？それとも因果？



そもそも、料率細分化において、因果関係は必要なのか？



統計的因果推論

# 米国アクチュアリーの実務基準

- ASOP No.12, Risk Classification (for all practice areas)

⇒ リスク細分化

- “The actuary should select risk characteristics that are related to expected outcomes.” ⇒ 予測される結果と関係するリスクの特徴を選択すべき
- “While the actuary should select risk characteristics that are related to expected outcomes, it is not necessary for the actuary to establish a cause and effect relationship between the risk characteristic and expected outcome in order to use a specific risk characteristic.” ⇒ 因果関係までは求めている。

(出典) Actuarial Standards Board

- 因果関係までは求めているが、因果関係があると、保険契約者・募集人・規制当局・引受査定者・経営陣への説明が容易。

# データサイエンス集中セミナー

1

9/14 (木) 【第1回】 データサイエンスの現状

工藤征夫 (事務局長)、山田龍太郎 (IAA Big Data Working Member)

2

9/19 (火) 【第2回】 統計数理研究所の歩みとこれから

野村俊一 (ASTIN関連研究会、統計数理研究所 助教)

3

9/21 (木) 【第3回】 プレディクティブ・モデリングとは何か？

岩沢宏和 (ASTIN関連研究会)

4

9/28 (木) 【第4回】 第5世代のアクチュアリー

山内恒人 (産学共同委員会、慶應大学 特任教授)

藤澤陽介 (産学共同委員会、ASTIN関連研究会)

# 第5世代のアクチュアリー

## The Actuary of the Fifth Kind (why nth-kind?)



- First Kind: the (deterministic) life actuary
- Second Kind: the stochastic non-life actuary
- **Third Kind (Hans Bühlmann): the ALM actuary**
- Fourth Kind (PE): the ERM actuary
- **Fifth Kind** (Singapore Actuarial Society, **PE**): “Modern society will no doubt need tomorrow’s actuary (whether life or non-life) to go back to this early cradle of our profession, that is as a **data driven and model guided** financial decision maker in a world governed by uncertainty.”

R you  
ready?

- 初めて「R」を使ったのは2009年
- 当時は年金アクチュアリー
- IASBにおけるIAS19「従業員給付」の改定論議
  - 財務諸表の備考に死亡率の感応度を表示すべきという意見
  - 感応度の開示例として「Fan Chart」を用いるべきという意見
  - Fan Chart?
  - Life Metrics (2007) by JP Morgan
  - CBDモデル (2006)
  - 当時は、死亡率に関するパッケージがなかったなので、自分で実装（せざるを得なかった）
  - エクセルでは無理なので、Rを使用

# 会 報 別 冊

第 2 6 1 号

アクチュアリー業務におけるRの活用

ASTIN 関連研究会

2017年5月改訂



公益社団法人 日本アクチュアリー会  
*Think the Future, Manage the Risk*

## Rのパッケージ 「demography」

- demography パッケージには、生命表や人口動態分析に関する関数がまとめられている
  - 生命表の作成や平均余命の算出等、基礎的な生命保険数理に関する関数
  - Lee-Carter モデル等のパラメータ推計
  - 生命表に関する将来推計
  - R上から直接Human Mortality Database にアクセスし、人口統計データを読み込むことも可能
- 【参考】 Lee-Carterモデル
  - 日本の将来推計人口でも用いられている死亡率モデル
  - 2002年から国立社会保障・人口問題研究所が採用

# Rのパッケージ「StMoMo」

Model	Predictor	
LC	$\eta_{xt} = \alpha_x + \beta_x^{(1)} \kappa_t^{(1)}$	Lee-Carterモデル
CBD	$\eta_{xt} = \kappa_t^{(1)} + (x - \bar{x})\kappa_t^{(2)}$	CBDモデル
APC	$\eta_{xt} = \alpha_x + \kappa_t^{(1)} + \gamma_{t-x}$	Age-Period-Cohortモデル (CMIモデルで採用)
RH	$\eta_{xt} = \alpha_x + \beta_x^{(1)} \kappa_t^{(1)} + \gamma_{t-x}$	コホート効果のあるLee-Carterモデル
M7	$\eta_{xt} = \kappa_t^{(1)} + (x - \bar{x})\kappa_t^{(2)} + ((x - \bar{x})^2 - \hat{\sigma}_x^2) \kappa_t^{(3)} + \gamma_{t-x}$	
PLAT	$\eta_{xt} = \alpha_x + \kappa_t^{(1)} + (\bar{x} - x)\kappa_t^{(2)} + \gamma_{t-x}$	

Table 1: Model structures considered in this paper.

(出典) Package ‘StMoMo’

【参考】 StMoMoはStochastic Mortality Modelの略だが、Saint MoMoと発音 (Andres et.al.)

# Rのパッケージ「StMoMo」



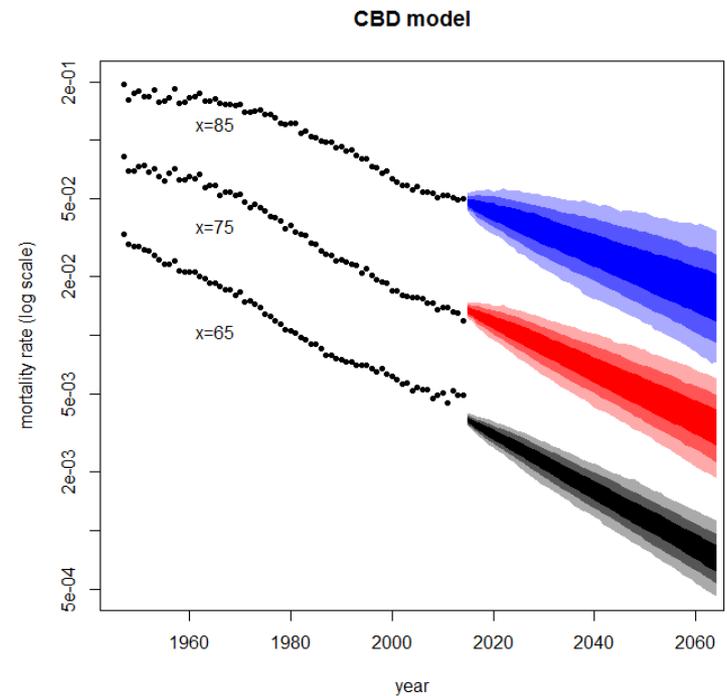
StMoMo: An R Package for Stochastic Mortality Modelling - Andres M Villegas

## StMoMo: An R Package for Stochastic Mortality Modeling

Andrés M. Villegas  
UNSW Business School  
UNSW Sydney

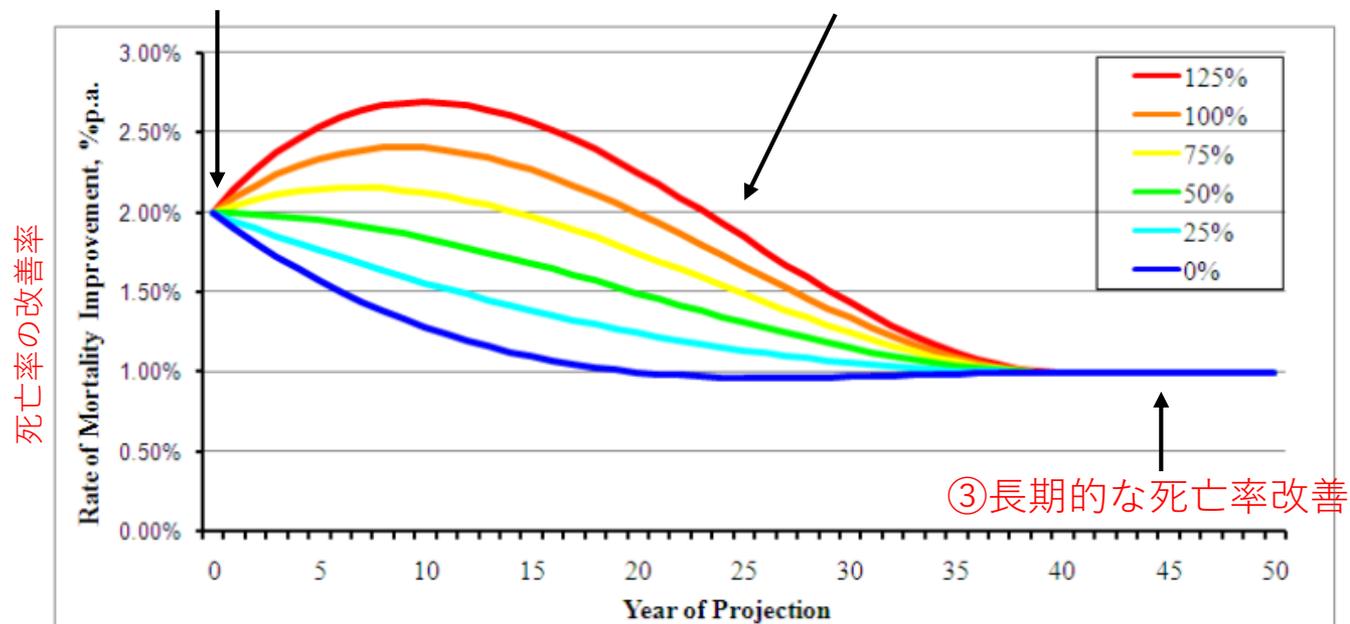
Pietro Millossovich  
Cass Business School  
City, University of London

Vladimir K. Kaishev  
Cass Business School  
City, University of London



# 英国アクチュアリー会のCMIモデル

②短期的な死亡率改善 ④短期的な死亡率から長期的な死亡率への収束パターン



①基準死亡率 +

死亡率の改善率

Figure 1: Illustration of the operation of the convergence algorithm over a 40-year period, with various Proportions of Convergence Remaining at Mid-Point

(出典) CMI Working Paper

# 演繹法 vs. 帰納法

「シミュレーション、データ同化、そしてエミュレーション」（統計数理研究所 樋口知之）

- 研究における推論のタイプを大別すれば演繹法と帰納法
- 物理学やその周辺では、演繹法は支配方程式と呼ばれる基礎方程式を解くことにより未知の状態を推測する方法
- 経験やデータのような過去の有限事象にもとづいて、未体験や将来を予測する方法を帰納法と呼ぶ
- 統計学や機械学習、ディープニューラルネットなどのデータサイエンスの諸手法は、すべて帰納法である
- 支配方程式がないと帰納法に頼らざるを得ないが、株価や為替レートの長期予測が時系列モデルを用いてもなかなかうまくいかないことに代表されるように、データサイエンスの諸手法は、例外を問わず本質的に外挿は不得手である
- “有限事象にもとづく”帰納法的能力限界からくる、人工知能の脆弱性も正しく認識すべき
- 現在の人工知能はほぼすべて帰納法にもとづいているため、未体験や遠い将来の予想、つまり外挿能力は貧弱である

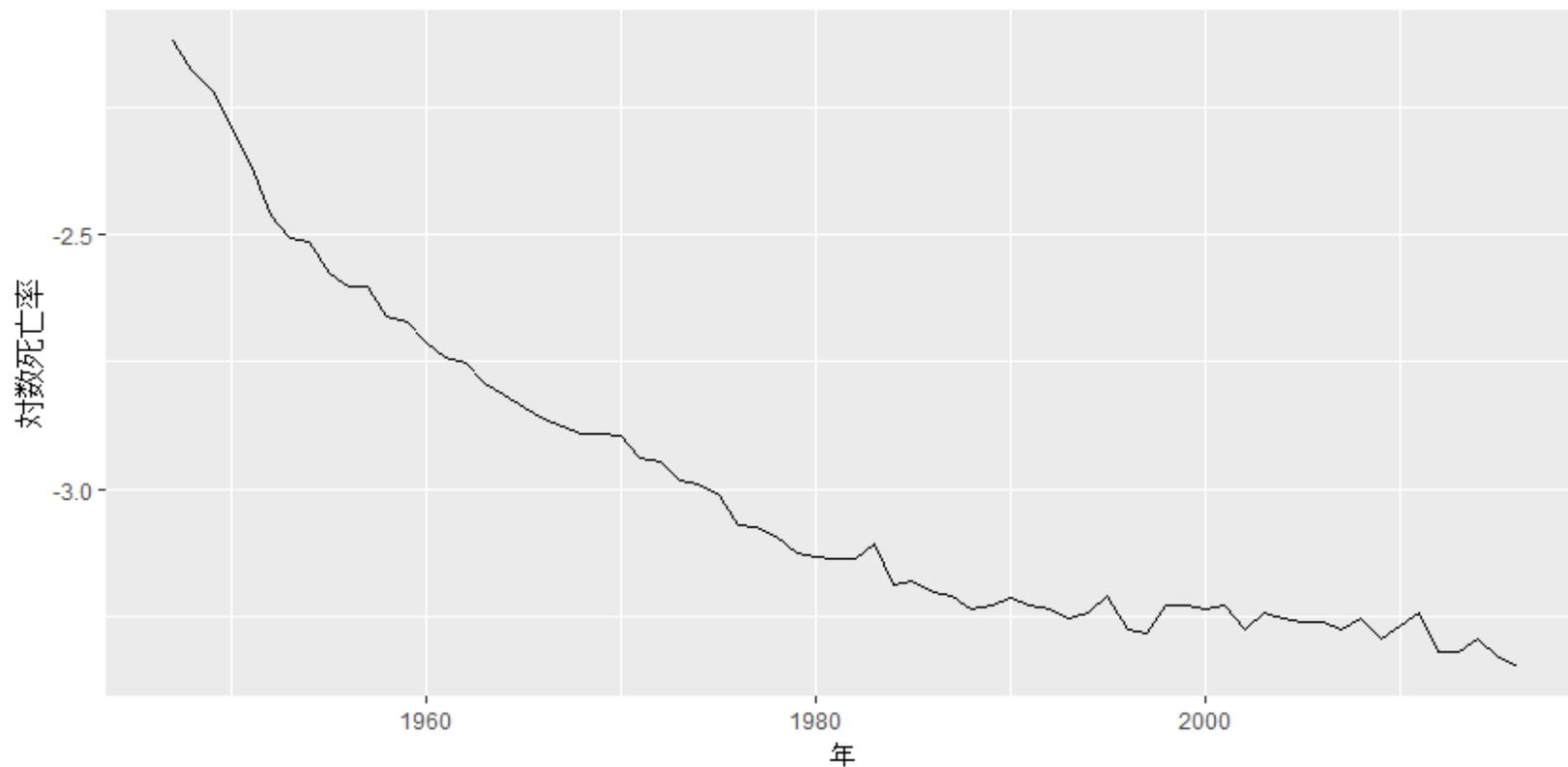
（出典）岩波データサイエンス Vol. 6からの抜粋（但し、赤字と下線は追加）

# データ・サイエンスとの関係

- CMIモデルの構造
  - 基準死亡率
  - 短期的な死亡率改善
  - 長期的な死亡率改善
  - 短期的な死亡率から長期的な死亡率への収束パターン
- 内挿と外挿
  - 1は伝統的な統計（生命表）、2は内挿、3は外挿、4は内挿から外挿への経路
  - 3と4は現状、プロフェッショナル・ジャッジメントに依存
- 従来のアクチュアリー実務
  - 外挿の限界を知っているからこそ、保険料・掛金の十分性をチェックしたり、感応度分析したり、アクチュアリアル・コントロール・サイクルに沿って経験値をモニタリング（年金で言うと、決算と財政再計算）
  - 長期的な保障を提供する保険や年金に、データ・サイエンスの技術を安易に利用してもよいのか？
  - モデルの限界を正しく認識することの必要性

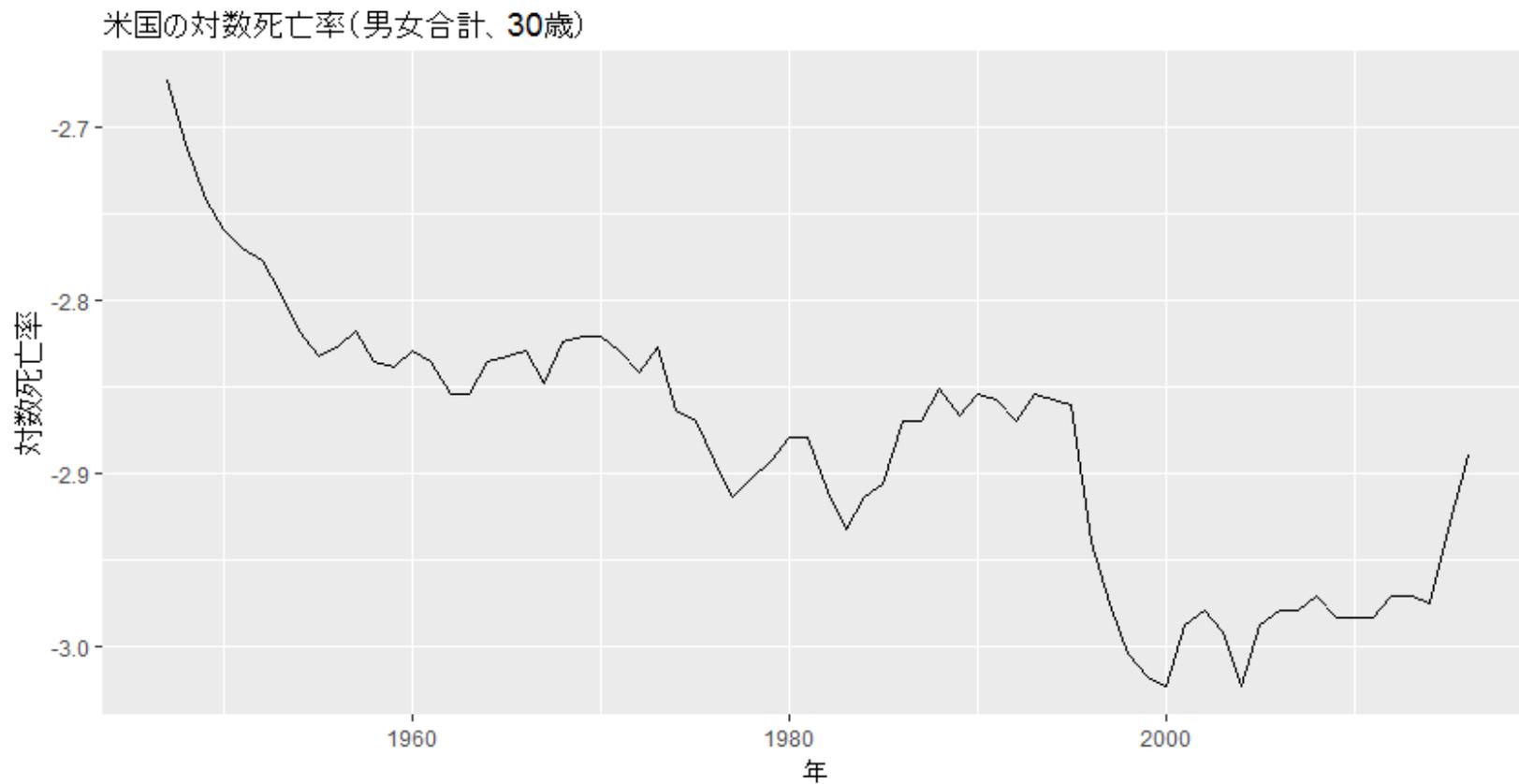
# トレンドリスク

日本の対数死亡率(男女合計、30歳)



Data obtained through the Human Mortality Database, [www.mortality.org](http://www.mortality.org) on 2018/6/17.

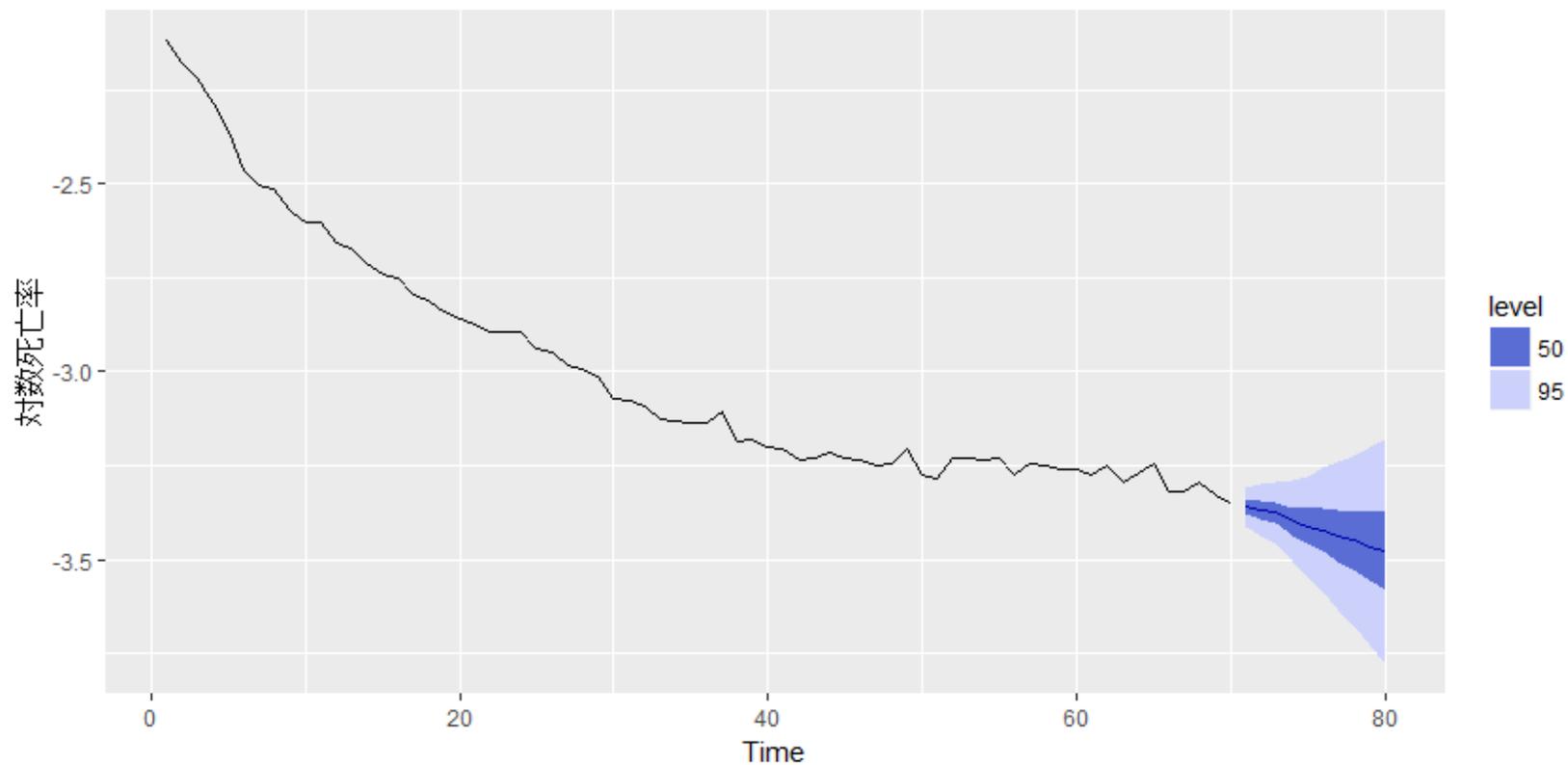
# トレンドリスク



Data obtained through the Human Mortality Database, [www.mortality.org](http://www.mortality.org) on 2018/6/17.

# トレンドリスク

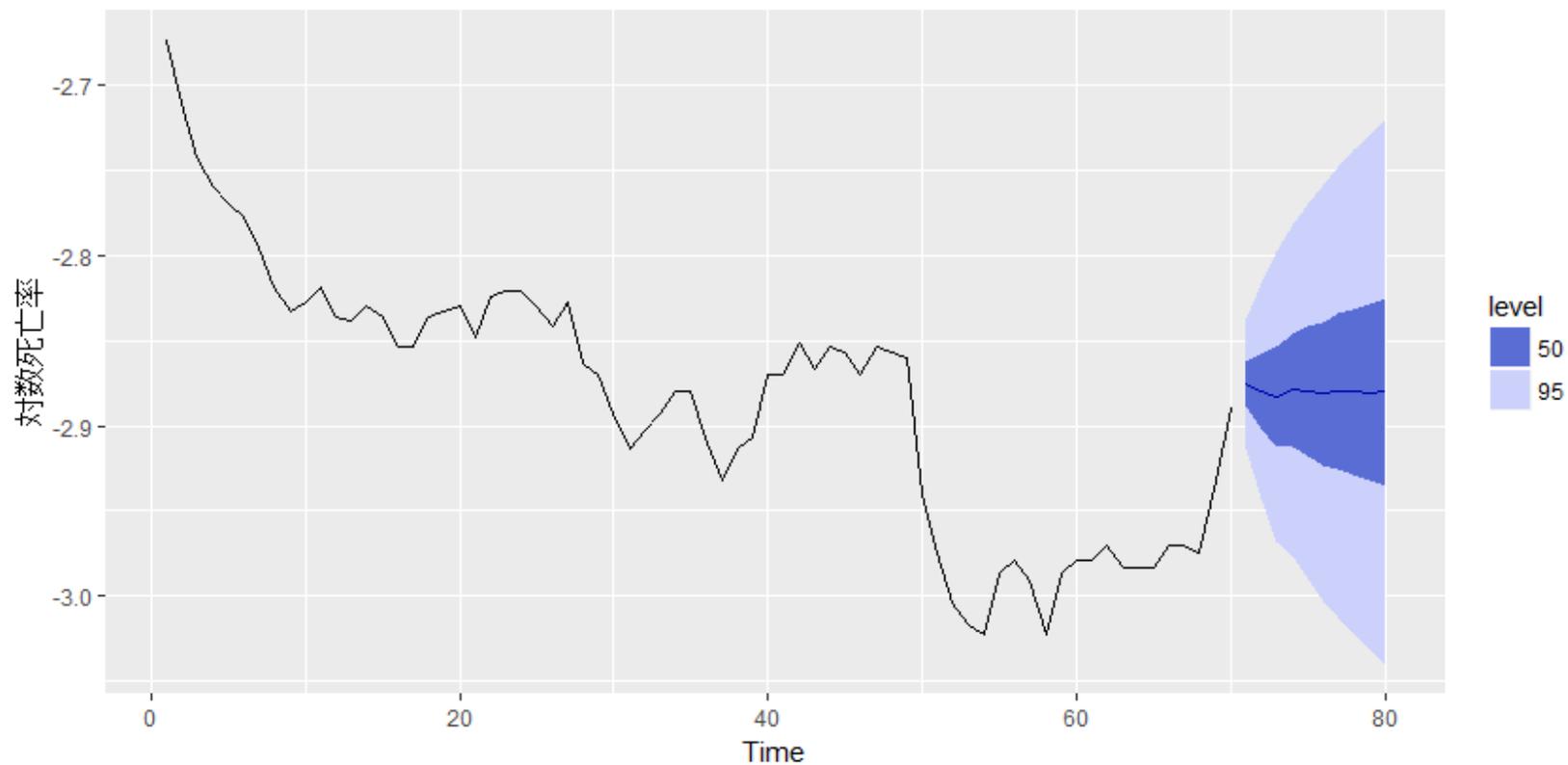
日本の対数死亡率(男女合計、30歳)を `auto.arima` で予測



Data obtained through the Human Mortality Database, [www.mortality.org](http://www.mortality.org) on 2018/6/17.

# トレンドリスク

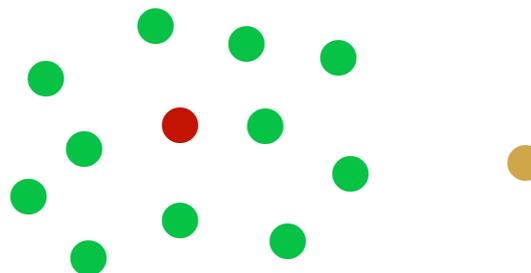
米国の対数死亡率(男女合計、30歳)を `auto.arima` で予測



Data obtained through the Human Mortality Database, [www.mortality.org](http://www.mortality.org) on 2018/6/17.

# データサイエンスの得手、不得手

- 可視化
- 内挿と外挿
- Nowcast vs. Forecast



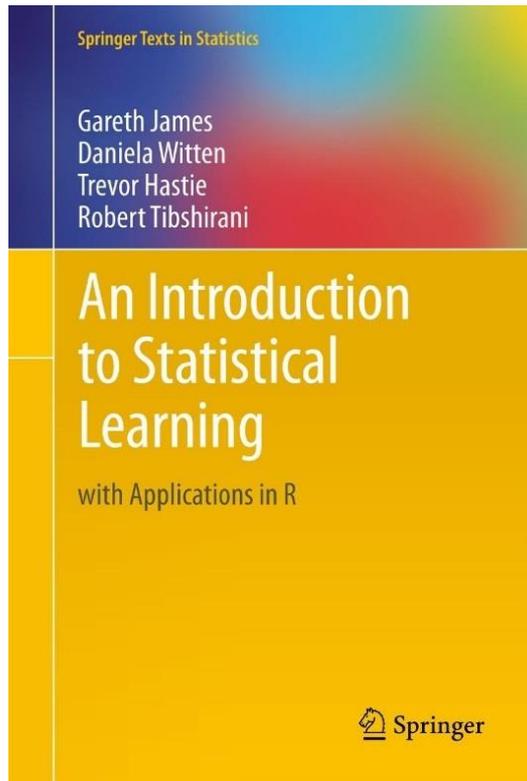
- 例えば、死亡率



- 生保・年金数理は、Long Forecast
- データサイエンスは帰納法、アクチュアリアル・サイエンスも帰納法。だけど、後者（特に、生保と年金）は長期的な予測のための実学。

# 統計的学習

## Data Science with Actuarial Applications @ University of Waterloo



- (本書における) 統計的学習とは、
  - $f$  を推定するための一連のアプローチ:  $Y = f(X)$
  - 回帰問題:  $Y$  が連続変数の場合
  - 分類問題:  $Y$  が離散変数の場合
  - 教師あり:  $x_i$  と  $y_i$  が観測できる場合
  - 教師なし:  $x_i$  しか観測できない場合
- 第3回セミナー: プレディクティブモデリング
  - 旧来の統計学: モデルが正しいことが仮定ないし目標
  - 新しい統計解析: モデルが正しいことは仮定もされないし目指されもしない

# 統計的学習とアクチュアリー実務

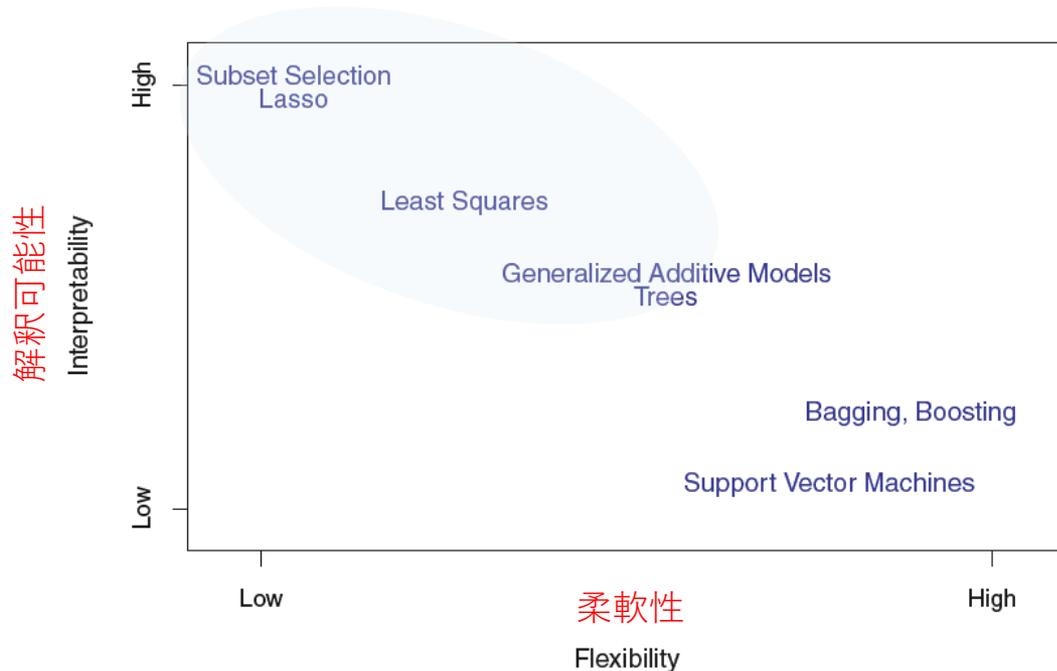
- 生命保険の引受査定

- 引受査定は、離散変数（引受/謝絶）をYとする教師あり（Xは年齢、性別、告知情報等）の分類問題

- 医療費の予測モデル

- 医療費は、連続変数（医療費）をYとする教師あり（Xは年齢、性別、告知情報等）の回帰問題
- 回帰問題：  $Y = f(X)$  のモデル例
  - 対数回帰モデル：  $\log y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i$
- （第5世代の）モデル選択
  - 対数回帰モデルとは別の  $f$  を使うべきか否か
  - 説明変数をうまく選ぶにはどうすればよいか：アート（職人芸） vs. 自動化

# 解釈可能性の高いモデル (⇒伝統的業務に向いている手法?)



【補足】

線形回帰モデル

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i$$



Generalized Additive Models  
(一般化加法モデル)

$$y_i = \beta_0 + f_1(x_{i1}) + \dots + f_p(x_{ip}) + \varepsilon_i$$

(出典) An introduction to Statistical Learning with Applications in R (Springer), Figure 2.7

# 予測精度の高いモデル (⇒ 非伝統的業務に向いている手法?)

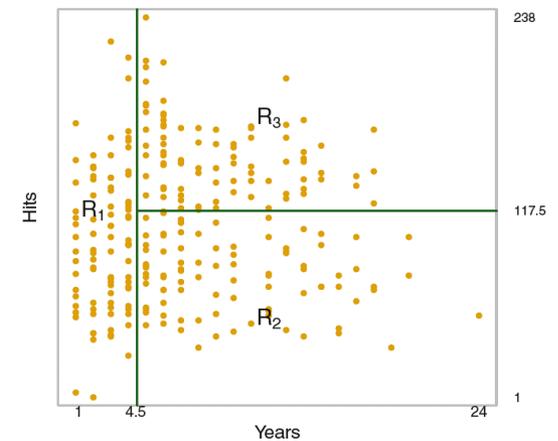


(出典) An introduction to Statistical Learning with Applications in R (Springer), Figure 2.7

【補足】

Regression Trees (回帰木)

$$f(X) = c_1 \cdot 1_{(X \in R_1)} + \dots + c_M \cdot 1_{(X \in R_M)}$$



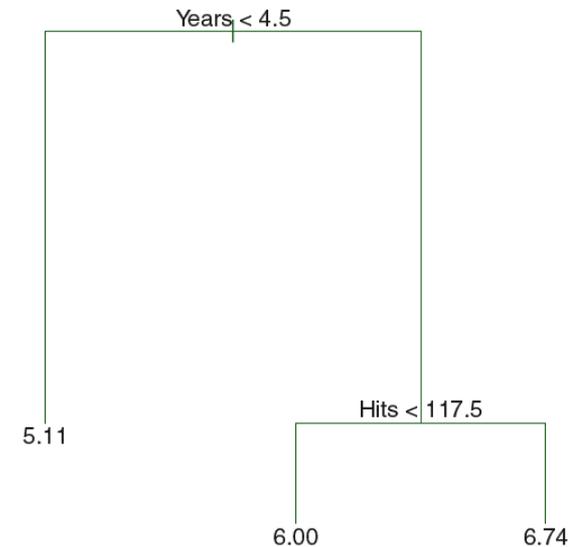
(出典) 同書 Figure 8.2

## 利用可能な 場面の選択

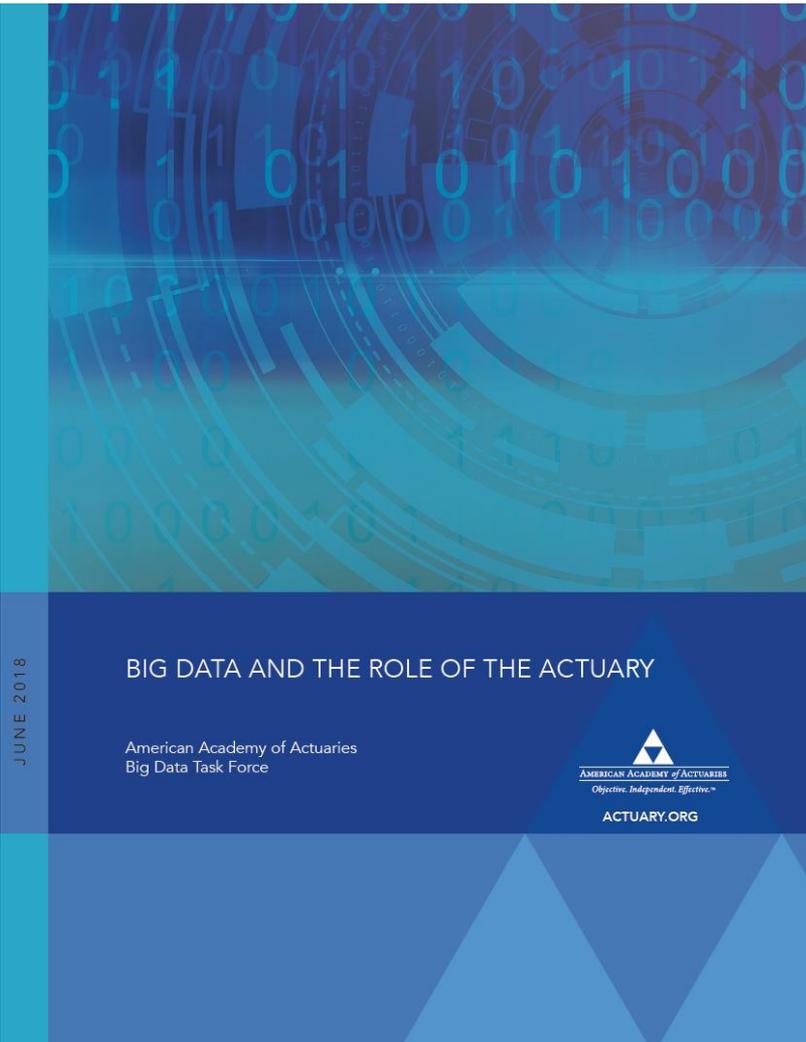
- 「データ・サイエンス・サミット」でのカナダ生保業界のプレディクティブ・モデリングの活用領域
  - 営業とマーケティング
  - 引受査定
  - プライシング、リザービング、経験値分析
  - 募集人管理
  - インフォース・マネジメント
  - 支払査定と不正請求の特定
- 例えば、不正請求の特定
  - 不正請求を行う契約を特定すればよいので、予測精度の高いモデルを利用可能
- 逆に、予測精度の高いモデル（≒解釈可能性の低いモデル）をプライシングに用いてもよいか？

# モデルのメリット・デメリットの把握

- 例えば、決定木 (Trees)
  - メリット
    - 説明しやすい
    - 人の意思決定の仕組みに近いという意見もある
    - 可視化しやすく、非専門家も容易に解釈できる
  - デメリット
    - 他の回帰・分類モデルよりも予測精度が低い
    - ロバストではない (データを少し変えると、結果が大きくかわることも)
- デメリットを補うために開発された手法
  - 「ブートストラップ」を用いてデメリットを克服したのが「ランダムフォレスト (バギング)」



(出典) An introduction to Statistical Learning with Applications in R (Springer), Figure 8.1



## Contents

Executive Summary: Current and Emerging Practices	1
Section I: Current and Emerging Practices	8
What Is Big Data?	8
The American Academy of Actuaries' Role	10
Data Analytics Techniques and Methodologies	10
Application of Predictive Analytics	12
Practice-Area-Specific Applications	14
Considerations in the Use of Predictive Analytics	17
Data Sources	19
Section II: Regulatory Considerations	23
Benefits and Challenges to Insurers, Regulators, and Consumers	23
Existing Regulatory Framework	25
Emerging Regulatory Developments	28
Section III: Professionalism	36
Actuarial Professionalism	37
Ethical Considerations	40
Algorithms, Techniques, Correlation, and Causality	41
Role of the Actuary	44
Appendices	45
Appendix 1: InsurTech	45
Appendix 2: Actuarial Standards of Practice (ASOPs)	51

# アクチュアリー役割

- 利害関係者（規制当局、顧客、経営陣、監査人等）への説明責任
- アクチュアリーが行うプロフェッショナル・ジャッジメントは、アクチュアリー業務でビッグデータを扱う際に極めて重要
- “Actuaries provide added value to Big Data work in their ability to “connect the dots” through a deep understanding of the subject matter.”
- 適切な分析や評価を実行しなければ、ビッグデータを用いた結果はミスリーディングとなり得る
- 多くの専門分野にわたるプロジェクトチーム（統計家、データサイエンティスト、コンピューターサイエンティスト、アクチュアリー）
- アクチュアリーは専門領域の専門家
- “actuaries may be positioned to be the quarterbacks of the Big Data teams.”
- アクチュアリーの社会的責任

In my talk on Monday I already gave you my definition of an **actuary**:

A **data driven** and **model guided**,  
**critical** and **socially responsible**  
financial decision maker in an ever  
**changing** world governed by  
**uncertainty!**

