

FP nexteain2014 カンファレンス

2014年2月21日(金)

資産形成モデルで 最適なFPを考える

慶應義塾大学 理工学部 管理工学科

枇々木 規雄 (ひびき のりお)

hibiki@ae.keio.ac.jp

<http://www.ae.keio.ac.jp/lab/soc/hibiki/index.html>

講演内容

- ✓ 自己紹介
- ✓ 目指していること
- ✓ リスクの定量的な取り扱い方
- ✓ FPに関する実務と理論
- ✓ FP分析ツールの現状
- ✓ 家計の資産形成:モデルの設定
 - パラメータの設定
 - モデルの実装(入力画面・出力画面)
- ✓ FP分析ツール:デモンストレーション
- ✓ 付録:数値分析
 - 分析1:基本分析
 - 分析2:配偶者が専業主婦の世帯を想定した分析

自己紹介

- ✓ **専門分野：金融工学（特に、ポートフォリオ最適化）**
 - 銀行ALM：最適化モデル、信用スコアリングモデル
流動性預金モデル
 - 多期間ポートフォリオ最適化：最適資産配分、年金ALM
 - ファイナンシャル・プランニング、リタイアメント・プランニング
- ✓ **FPの研究を始めたきっかけと問題意識（2004年3月～）**
 - 生保の研究者から「**個人のFPで投資・保険の提案（ファイナンシャル・コンサルティング）や個人のリスクマネジメントに使えるモデル・ツールを構築したい**」という相談
 - 以前からの関心：個人（家計）を対象とした研究をしたい
 - 「多期間最適化モデルを適用し、新しい研究ができそう」
- ✓ **研究活動以外でのFPとの関わり**
 - 3年前から、理工学部で講義「金融リテラシー」を開始

家計のファイナンス

Corporate Finance

- ✓ "Household Finance" [Campbell(2006), Journal of Finance]
(2006年米国ファイナンス学会会長講演)

- 家計の金融問題の特徴

- (1) 長期だが有限期間の計画

多期間モデル

- (2) 人的資本の保有

賃金収入(C.F.)

- (3) 家屋など非流動性資産の保有

住宅購入・不動産

- (4) 借入能力制約 (5) 複雑な税制

柔軟なモデル化

- 比較

- 実証的家計ファイナンス：家計がどのように行動しているか？
 - 規範的家計ファイナンス：家計はどのように行動すべきか？

- 家計金融工学

ファイナンシャル・プランニング

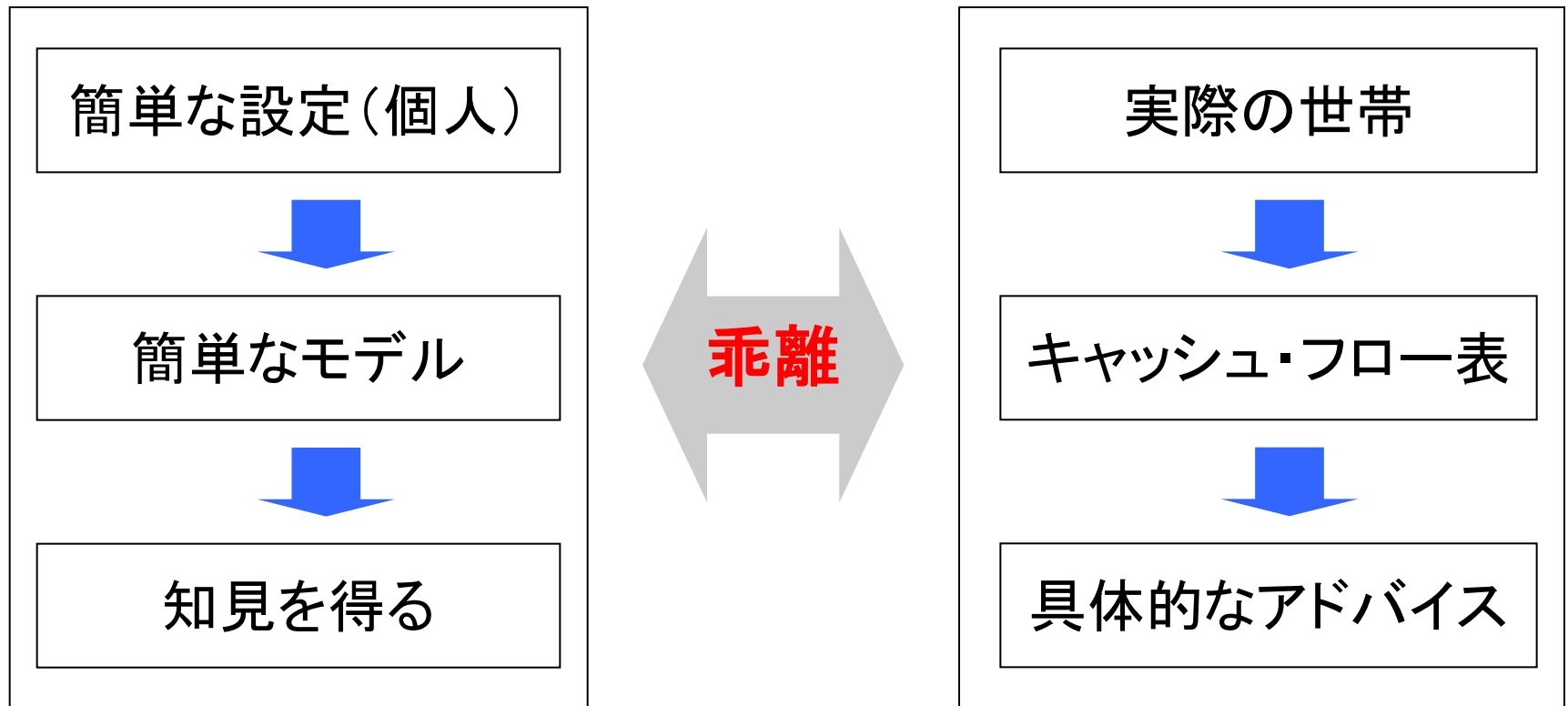
- 家計金融に対する強力で実践的な理論的根拠を与える

- ✓ FP実務と理論の乖離をなくす努力が必要がある

FPの理論と実務の乖離

✓ リスクマネジメント(理論)

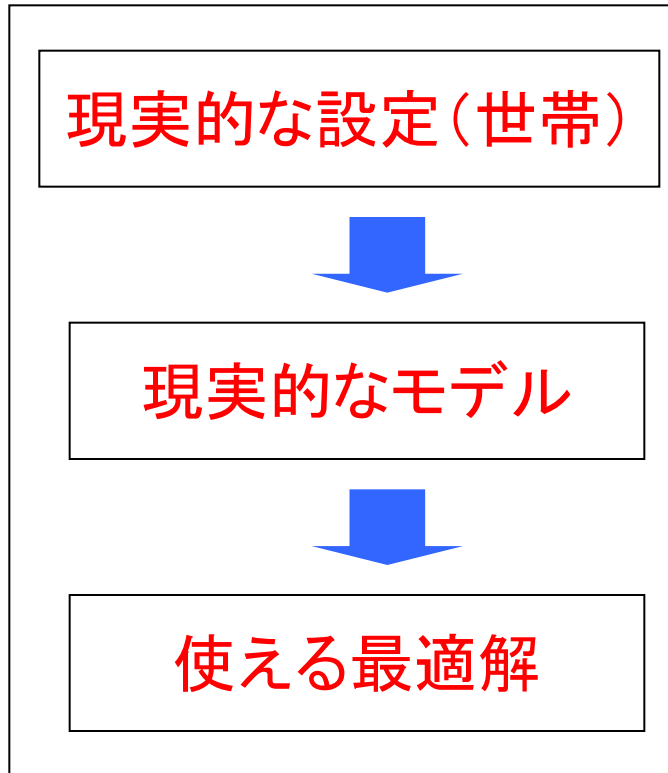
✓ FP相談(実務)



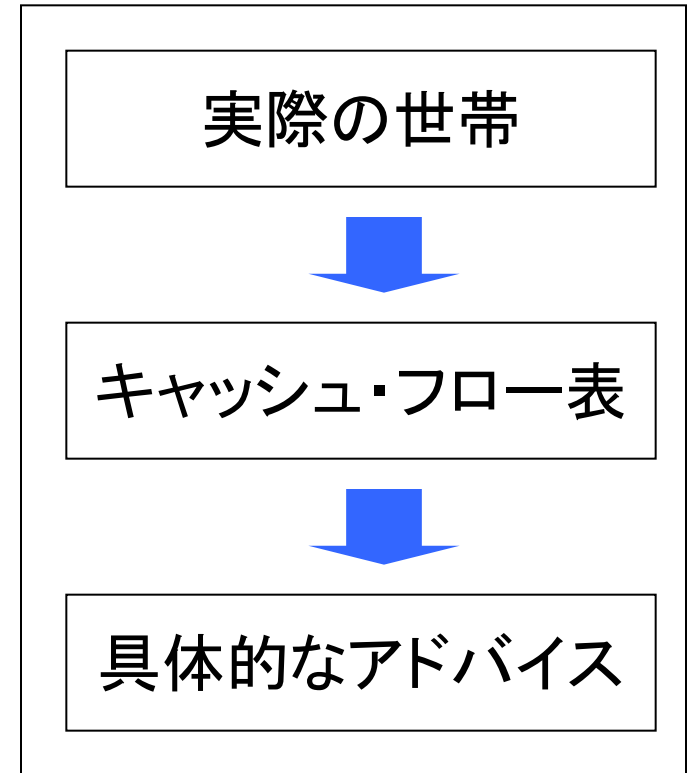
どうすべきか？ どうしたらよいか？

目指していること

✓ リスクマネジメント(理論)



✓ FP相談(実務)



FP実務に使えるファイナンシャル・コンサルティング
モデル&ツールを作りたい

モデル&ツールを活用してもらうためには？

✓ 確率モデル



✓ FPテキスト

- ◆ 資産運用と生命保険に関するキャッシュ・フローを同時に扱う
- ◆ 確率的なキャッシュ・フロー分析

- ◆ 「ライフプランニング」と「金融資産運用設計」「リスクマネジメント」の分離
- ◆ 確定的なキャッシュ・フロー分析

✓ ファイナンシャル・プランナーは

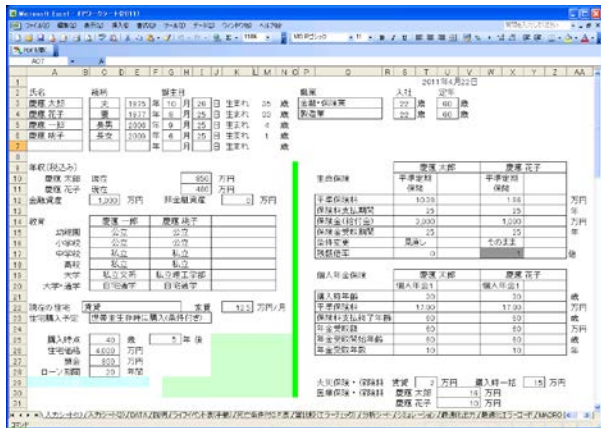
- 複雑な数理モデルを理解できるか？
- 数理モデルを理解する必要があるか？
- 数理モデルの入出力関係を理解しなければいけないか？
- **リスクの定量的な取り扱い方**を理解しなければならないか？

リスクの定量的な取り扱い方

- ✓ 感度分析(確定シミュレーションによるケース分析)
 - (例1) 3,000万円の生命保険に入っていて、世帯主が45歳で死亡した場合、どうなるのか?
 - (例2) 株式収益率を1%で想定していたが、実際には-1%になった場合、どうなるのか?
- ✓ モンテカルロ法による確率シミュレーション
 - (例1) 生命表の死亡率に基づいて、世帯主の死亡事象を記述し、3,000万円の生命保険のキャッシュ・フローを確率変数として取り扱う
 - (例2) 株式収益率を平均1%、標準偏差5%の正規分布に従うと想定する
- ✓ 紹介する資産形成モデル: 確率シミュレーション+最適化
 - 最適な資産配分と最適な保険購入・解約金額を求める

最適資産形成モデルとFPツール

お客様・入力画面



最適化モデル

最大化 $\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T W_{1,T}^{(i)}$

制約条件 $\sum_{j=1}^J \rho_{j0} g(z_{j0}) + v_0 + D_0^- = W_{1,0}$

$$\sum_{j=1}^J \rho_{j1} g(z_{j1}) + (1+r_0)v_0 + D_1^{(i)} = \sum_{j=1}^J \rho_{j1} g(z_{j1}) + v_1^{(i)}$$

$$\sum_{j=1}^J \rho_{jt} g(z_{jt,t-1}) + (1+r_{t-1}^{(i)})v_{t-1}^{(i)} + D_t^{(i)} = \sum_{j=1}^J \rho_{jt} g(z_{jt}) + v_t^{(i)}$$

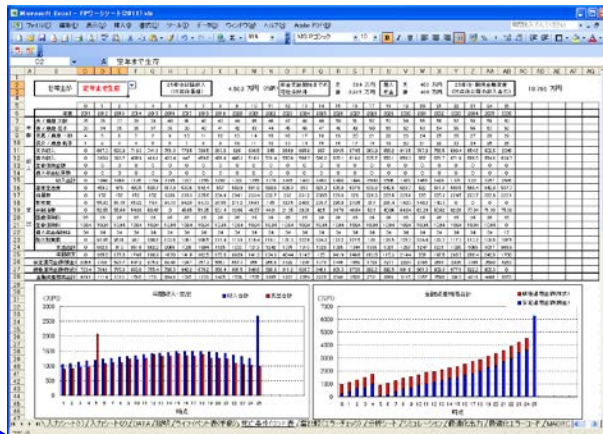
$$W_{1,T}^{(i)} = \left\{ \sum_{j=1}^J \rho_{jT} g(z_{jT,T-1}) + (1+r_{T-1}^{(i)})v_{T-1}^{(i)} \right\} + D_T^{(i)}$$

$$V_\beta - \frac{1}{(1-\beta)^T} \sum_{i=1}^I q^{(i)} \geq L_C,$$

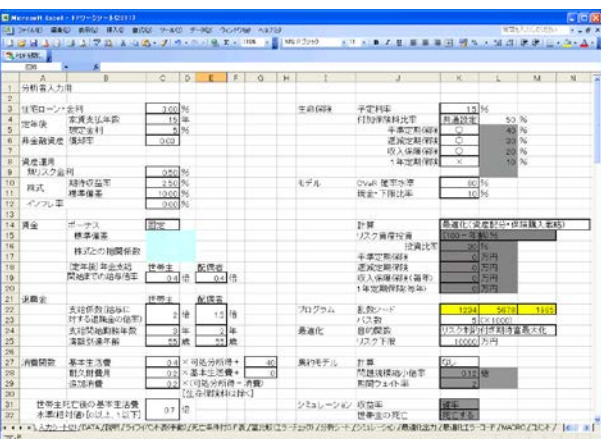
$$W_{1,T}^{(i)} - V_\beta + q^{(i)} \geq 0, \quad W_{1,T}^{(i)} \geq 0 \quad (i=1, \dots, I),$$

(その他) 非負条件

キャッシュ・フロー表



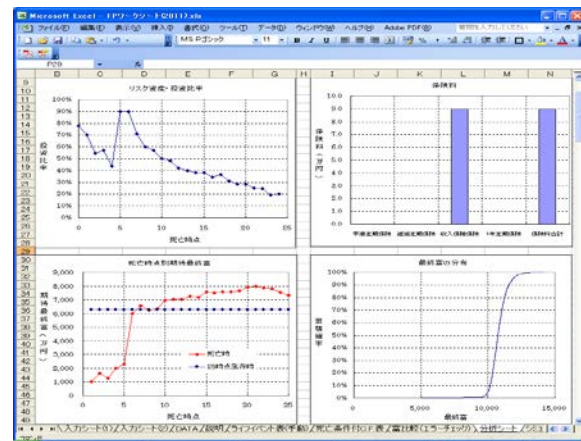
分析者・入力画面



C++プログラム

```
void main(int argc, char *argv[])
{
    if(argc<4){
        printf("you should type 'tperiod_v4
        <ModelOption> <input-file> <output-file>
        <IterativeFlag> <IterativeNumber>' \n");
        exit(1);
    }
    op=atoi(argv[1]);
    IterativeFlag=atoi(argv[4]);
    IterativeNumber=atoi(argv[5]);
    printf("Start Reading input-file\n");
    strcpy(fx,argv[2]);
    if((nam=fopen(fx,"r"))==NULL){printf("not
    find %s file\n",fx); exit(1);}
    readformat();
    fclose(nam);
}
```

分析画面



最適資産形成モデル: 研究の目的と過程

- ✓ 2004年4月: 研究スタート
 - 研究目標: FPモデルを構築し、FPが使えるソフトウェアを作る
- ✓ 枇々木・小守林・豊田 (*JARIP*, 2005): 基本モデルの構築
 - 資産配分、生命保険(定期保険)、火災保険を考慮したモデル
- ✓ 枇々木・小守林 (*JARIP*, 2006): 世帯主の死亡によるC.F.変化
 - 住宅ローン免除、遺族年金などの考慮、生活レベルの変更
- ✓ Hibiki (*JORSJ*, 2007): 生命保険商品の違いによる比較
 - 逓減定期保険の有効性、サンプリングエラーの検証
- ✓ 枇々木 (*SFP*, 2008): キャッシュ・フローを精緻化したモデルと分析
 - 税金、収入保障保険の考慮、「100一年齢」戦略の検証
- ✓ 枇々木 (*SFP*, 2011)
 - 柔軟な世帯の設定ができるモデル・分析ツールの開発
(Excelインターフェース, NUOPT, C++ による実装)

FPに関する実務と理論(1): 資産運用編

□ 若いときにはリスク資産割合を大きく、年齢の上昇とともにその割合を下げていく

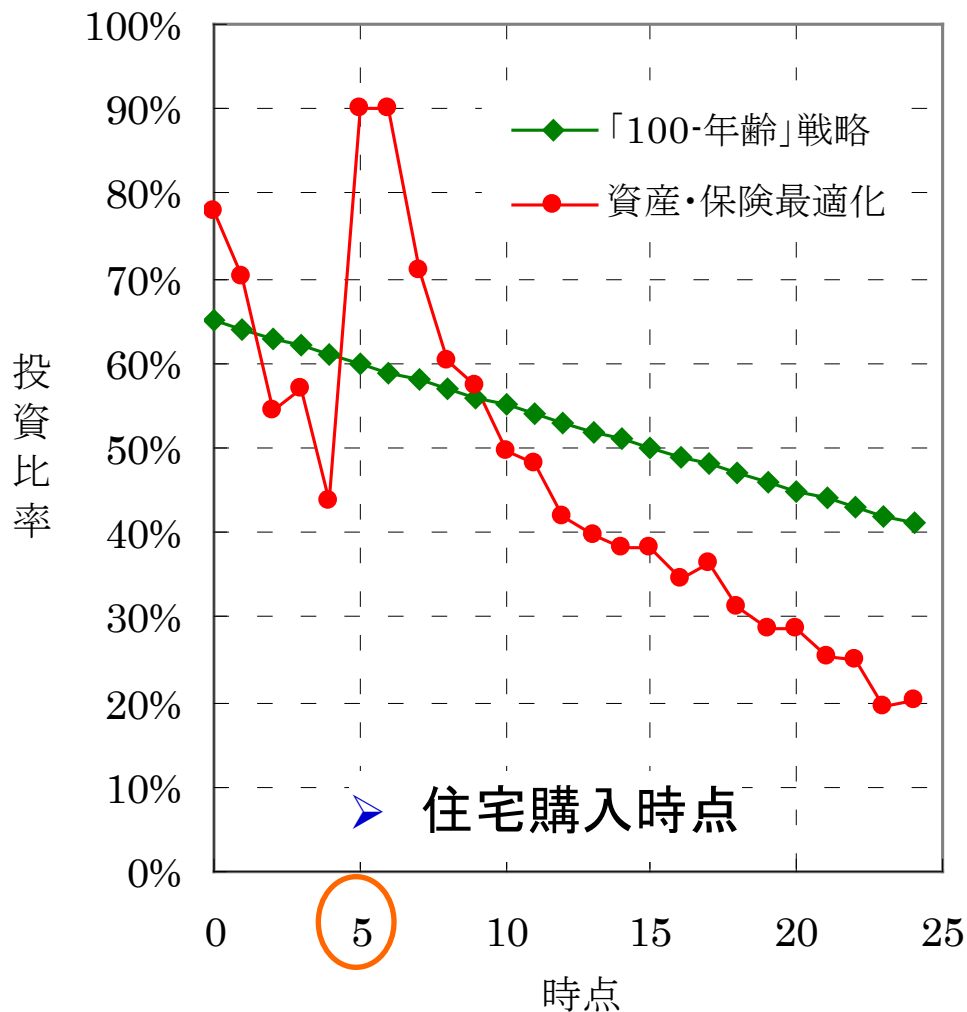
- 根拠: 若い人がリスク資産に投資をして金融資産が減ったとしても、将来お金を稼げる(人的資産がある)ので、リスクを取ることが可能
- 実務
 - 「100-年齢」戦略 (例: 30歳の場合、リスク資産割合=70%)
 - 商品例: ターゲットイヤーファンド
- 理論: Bodie, Merton and Samuelson(1992)
 - 人的資産を無リスク資産と考える
 - 金融資産に含まれるリスク資産の最適投資比率

$$\text{最適投資比率} = \alpha \times \left(1 + \frac{\text{人的資産}}{\text{金融資産}} \right)$$

α : 人的資産を無リスク資産に含めて計算したときのリスク資産の最適投資比率

枇々木(2012)

✓ リスク資産の投資比率



✓ 0時点: 35歳

✓ 5時点(40歳)で住宅購入をすると、想定する

✓ 年齢とともにリスク資産の投資比率は下がる

✓ 住宅購入イベントがあると、頭金を確実に貯める必要があるため、影響を受ける

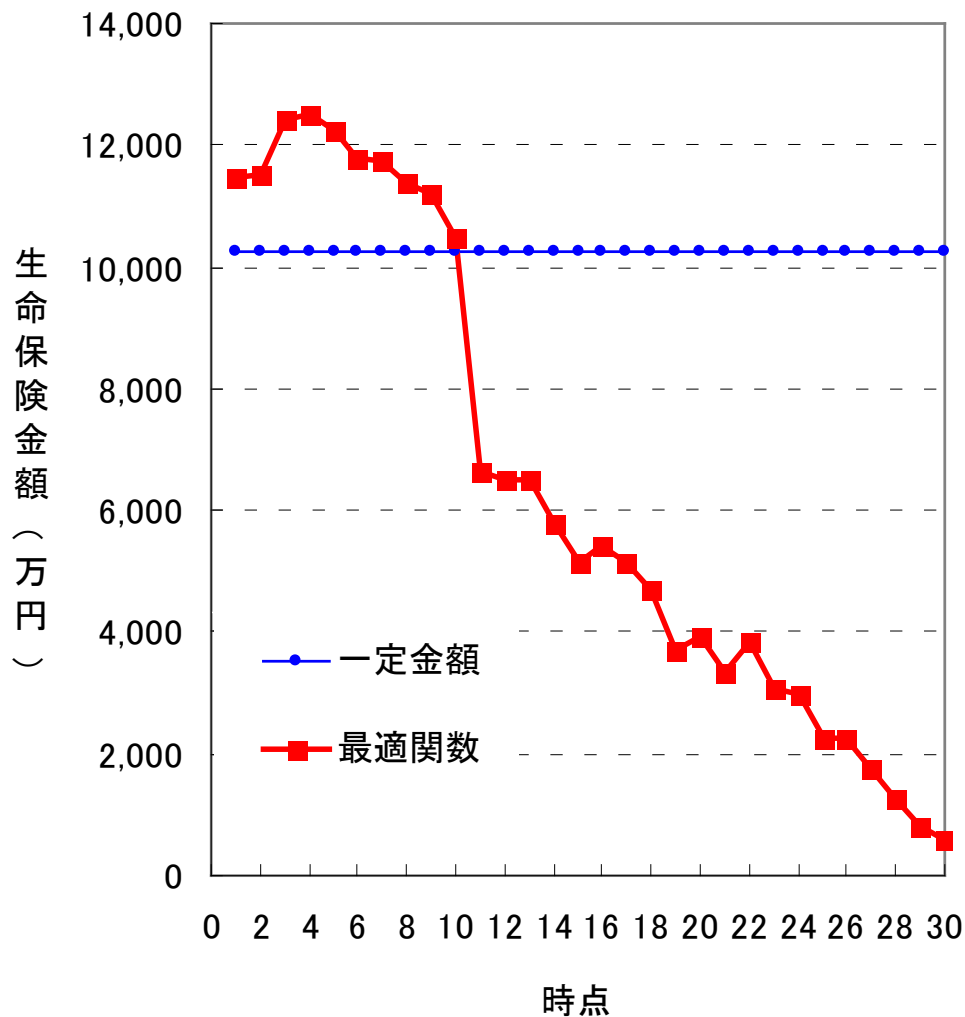
✓ 世帯構成、属性、イベントによって具体的な数値は異なるが、傾向は同じ

FPに関する実務と理論(2): 生命保険編

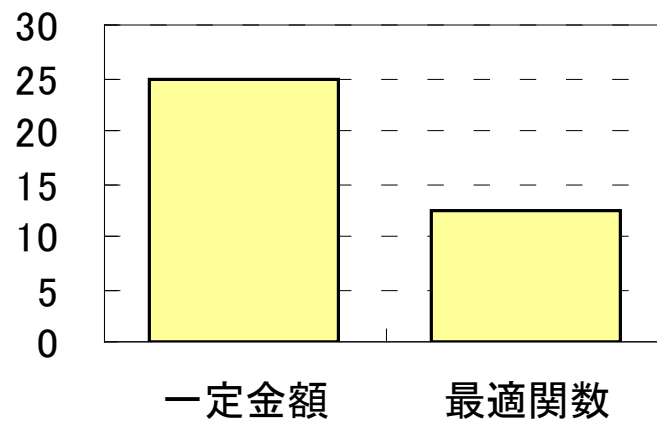
- 若いときの保障額は大きく、年齢の上昇とともに保障額を下げる
- 住宅をローンで購入したら、保障額を下げてよい
 - 根拠: 生命保険は世帯主の死亡による収入減少リスクのヘッジ手段であるが、将来の累積収入額は年齢とともに減少する
 - 住宅ローンの団体信用生命保険は通常の生命保険の代わりになる
 - 実務
 - 商品例: 逓減定期保険、収入保障保険
 - 実際には? 外資系・損保系生保が中心
 - 理論: 枇々木(2007, 2008)
 - 最適な生命保険は?
 - 平準定期、逓減定期、収入保障保険の比較
 - 住宅購入時の保険解約金額の決定

枇々木(2007) 最適な生命保険は？

生命保険金額



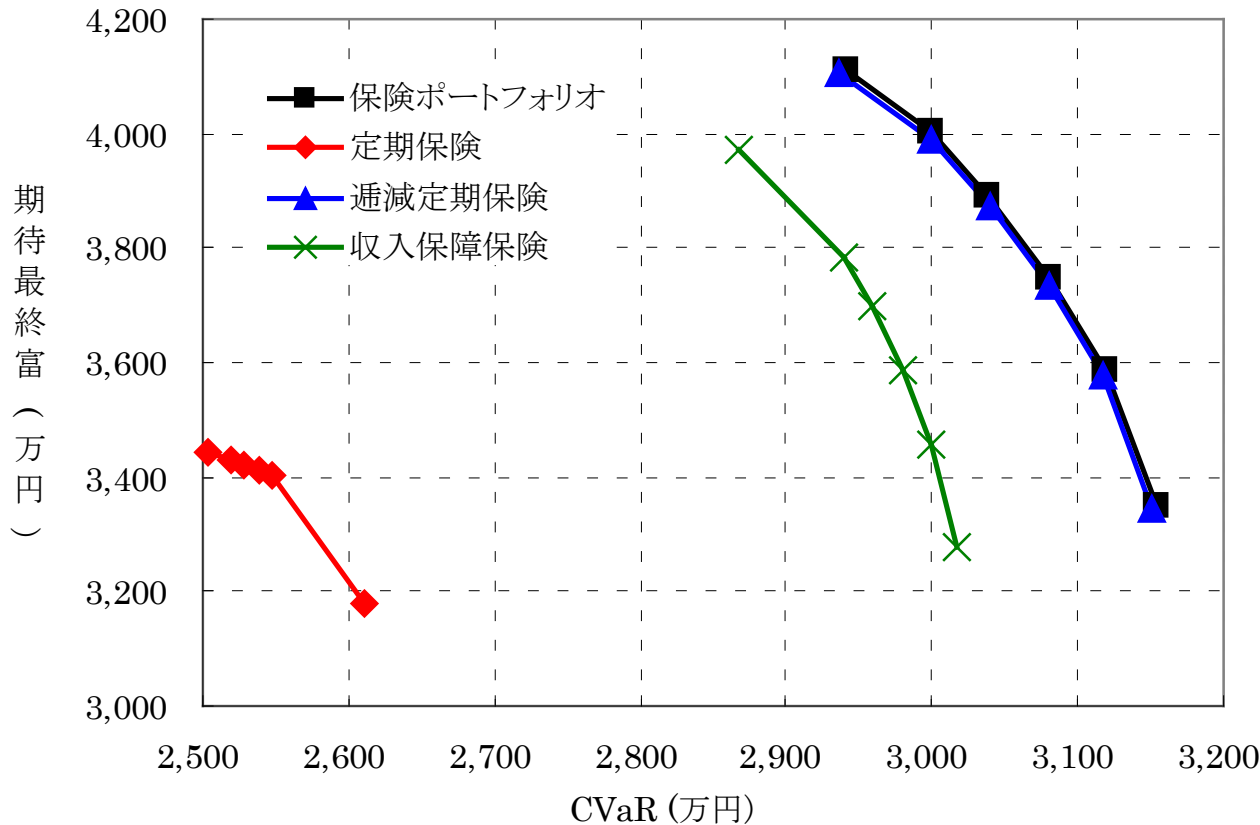
平準払い保険料(万円)



- ✓ 0時点: 30歳
- ✓ 10時点(40歳)で住宅購入
- ✓ 3時点: 子供が誕生予定

枇々木(2008)

✓ 効率的フロンティア



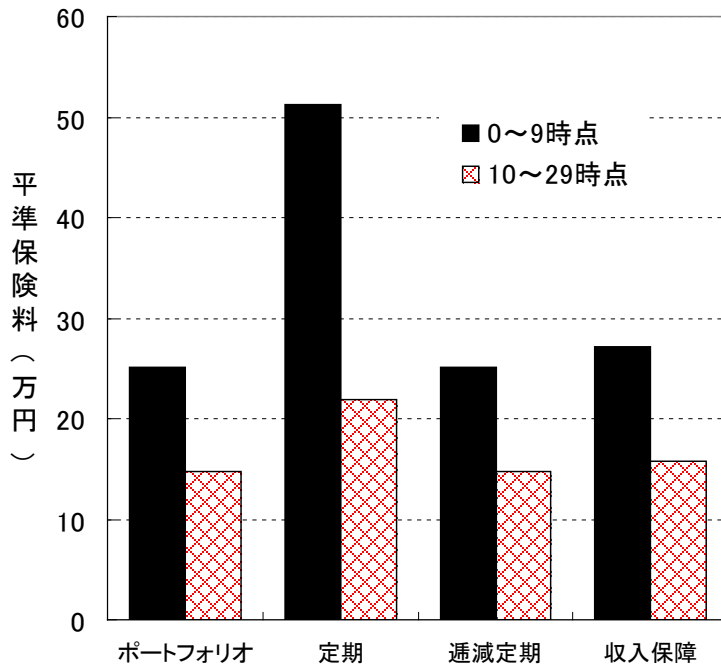
- ✓ CVaR (リスク尺度)
 - 左図では大きいほど、よい尺度として記述している
- ✓ 保険ポートフォリオ
 - 3種類の保険の最適な組み合わせ
 - 逡減定期と収入保障保険のみから構成される

- 収入保障保険は所得税が課されるため、逡減定期保険よりも効率的でない (注意: 2010年の二重課税問題最高裁判決により、上図は修正が必要)
- 家計のリスク管理の上では、(平準)定期保険は効率的ではない

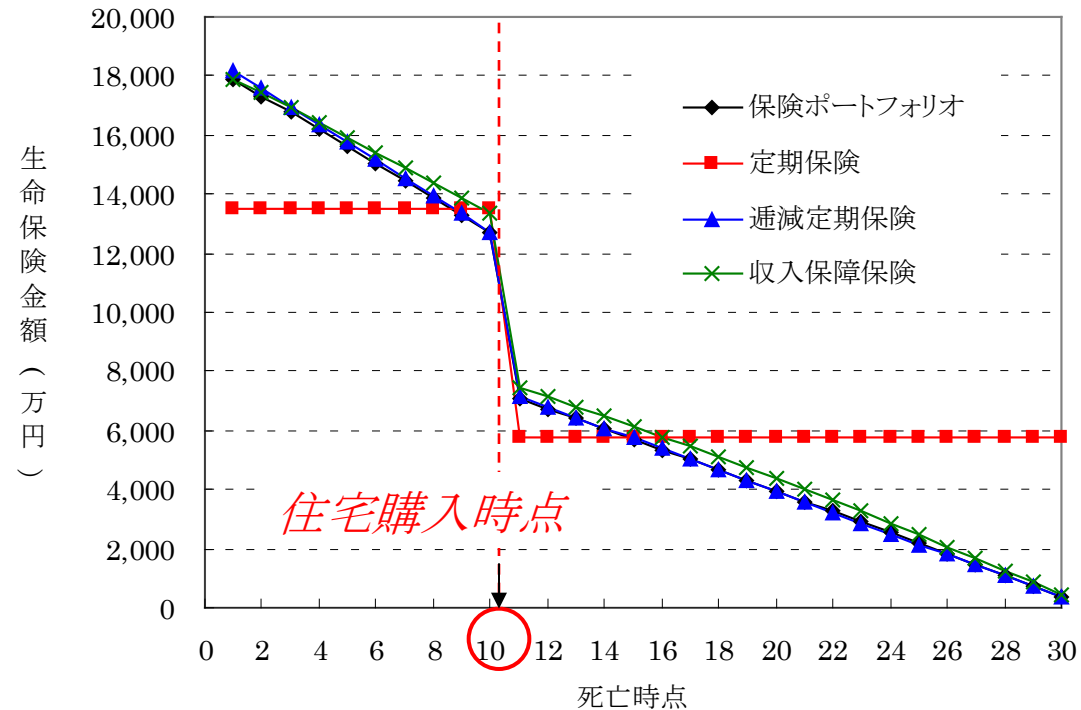
枇々木(2008)

➤ CVaR最大化問題の場合

✓ 生命保険料



✓ 生命保険金額



- 逓減定期保険、収入保障保険を購入した場合、定期保険の保険料に比べて、効率的フロンティアが改善するだけでなく、平準保険料も約半分になる
- 住宅購入により保険を一部解約することが最適解となる

日本国内のFP分析ツール

✓ 市販のソフトウェア

- 世帯、賃金、消費、教育、保険などFPのアドバイスに必要な設定を行い、将来の収支計算をとともきめ細かく分析ができる
- **(問題点)** リスクを考慮していない確定シミュレーション
 - 万が一：世帯主が「現時点」「試算年度末」で死亡と仮定
 - 資産運用シミュレーション：平均運用率で確実な運用を仮定

✓ 研究成果を反映させたFP分析ツールの開発

- 最適な資産配分・保険購入決定を導出(**確率的最適化**)
- リスクを考慮した**確率シミュレーション**が可能
 - 世帯主の死亡時点別キャッシュ・フロー表の作成
 - 金融資産の確率分布
- 実装
 - インターフェース：Excel(マイクロソフト)、VBAマクロでバッチ処理
 - 最適化計算：NUOPT Ver.13(数理システム社)、その他の計算：C++

※ 海外の分析ツールは**確率的な**シミュレーションや最適化モデルをベースに作られているものもある

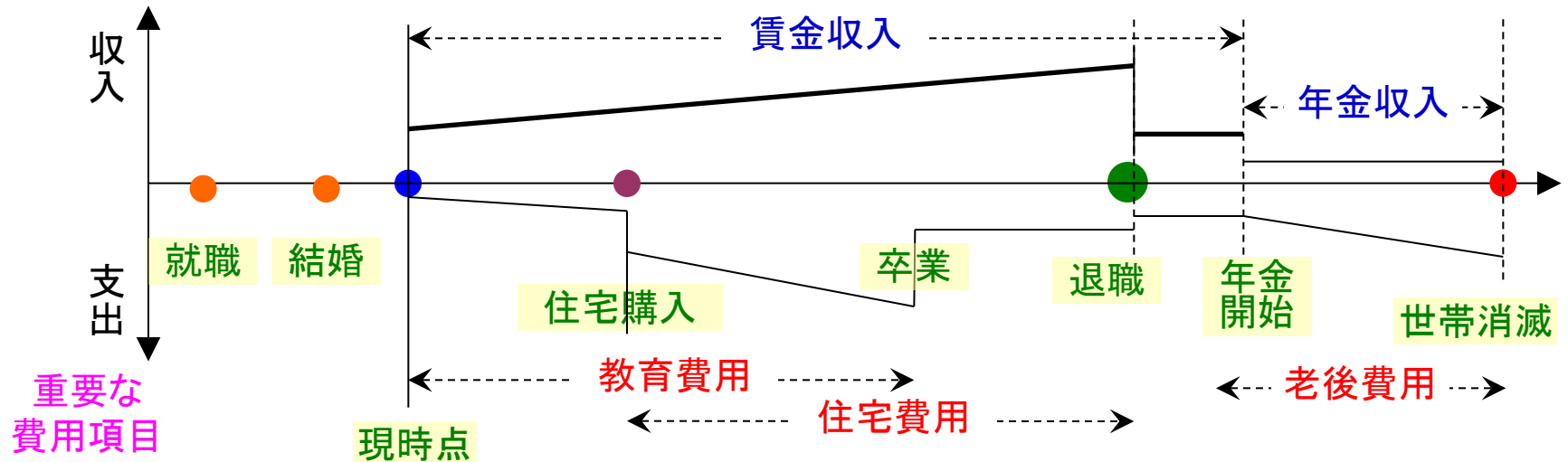
家計の資産形成モデル：特徴

（退職時点までのFPモデル）

- ✓ 世帯の個別性が強い(家計に与える要因が多岐にわたる)
 - 共働きか否か、住宅購入の有無、子供の数、教育投資など
- ✓ 世帯主(人的資産)の影響が大きい
 - 配偶者が専業主婦(夫)の場合： 生命保険でリスクヘッジ
- ✓ 様々なリスクが存在する： 死亡リスク、火災リスク、疾病リスク
 - 関連する保険でリスクヘッジ
- ✓ キャッシュ・フローを考慮した長期間にわたる資産配分問題である
 - 賃金による収入や消費支出などのキャッシュ・フローを考慮し、長期的な計画問題として明示的にモデル化する必要がある
- ✓ 様々な金融商品への対応が必要である
 - 銀行預金、株式、投資信託、外貨、保険、個人年金など

家計の資産形成：モデル化の枠組み

— イベント, 収入・支出項目など(考慮すべき項目) —



モデルの設定

◆ 前提

- 賃金、消費支出は所与
- 住宅購入時点は所与
- 資産配分は毎年リバランス
- 生命保険の決定時点は所与
- 退職後の収支は所与で、退職時点の価値にして考慮

◆ 意思決定

- 最適資産配分と保険の決定

◆ 目的関数(制約)

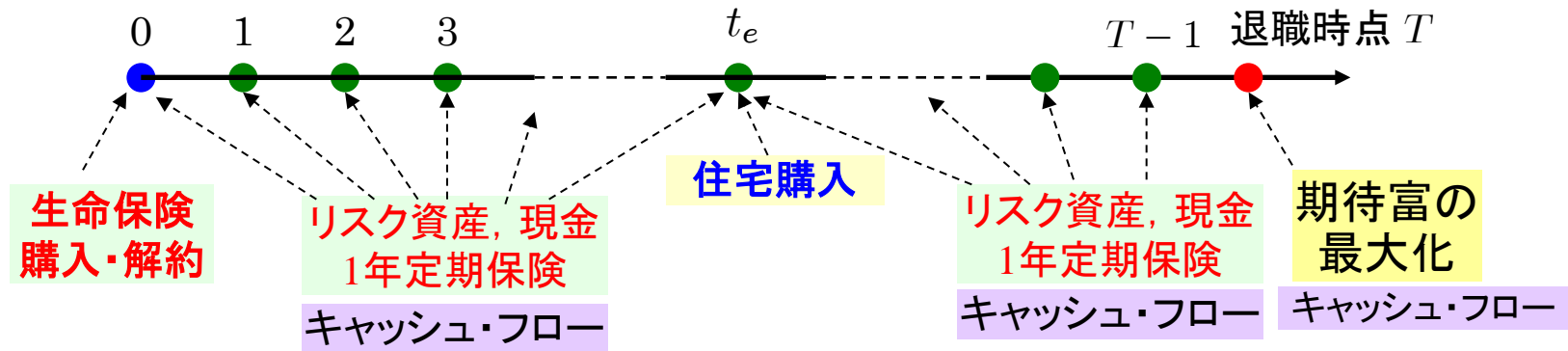
- 老後資金のリスクとリターン

◆ リスク要因

- 世帯主の死亡
- リスク資産価格の変動

問題の定義

- ✓ 計画期間：現時点～(世帯主の)退職時点まで
 - 老後の必要資金を安定的に蓄えることを目的とする
 - 最終富のCVaRの下限制約のもとで、期待最終富最大化
- ✓ 投資資産と生命保険の購入・解約、ライフイベントなど



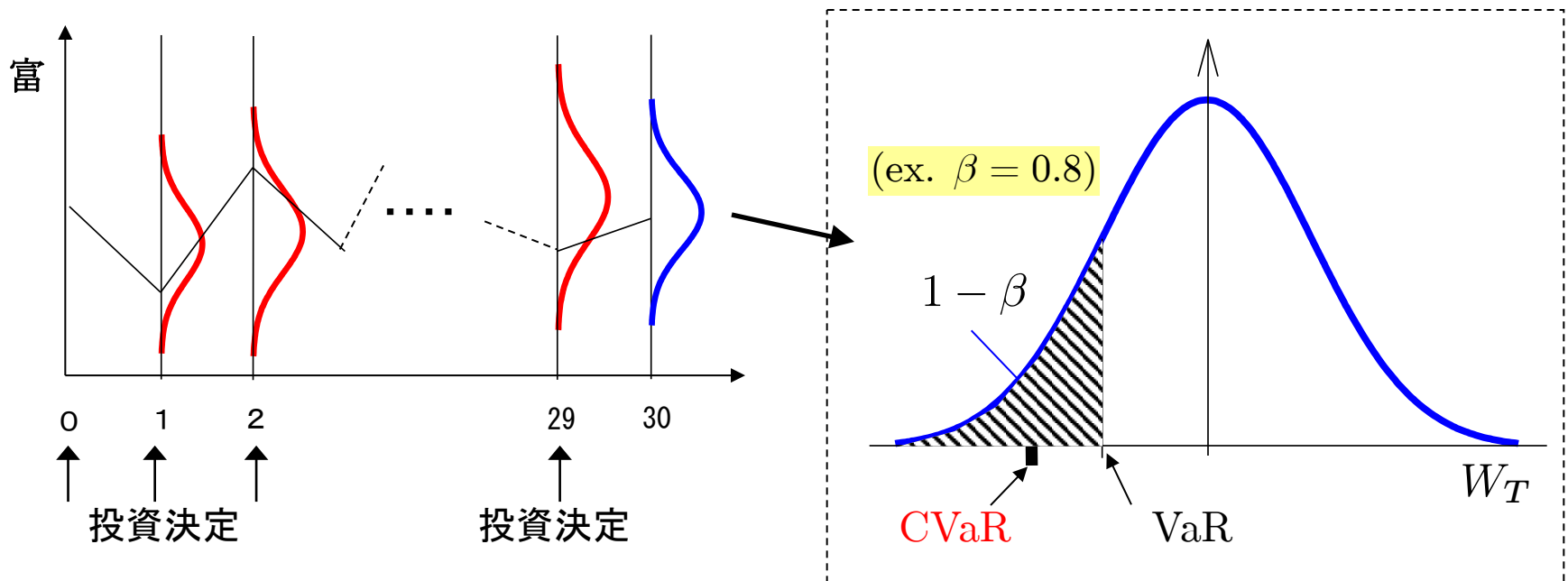
- 生命保険： T 年満期の保険を0時点で購入、既契約分の解約可能
1年定期保険を毎時点で購入
- リスク資産, 現金：毎時点リバランス

決定変数

- キャッシュ・フロー：賃金、退職金、遺族年金、個人年金、生命保険金、生活支出、保険料支払いなど

最終富（退職時点の金融資産）の分布

- ✓ 最終富のCVaR(条件付きバリューアットリスク)：リスク尺度
 - 確率水準(例:80%)で起こりうる最悪の富(VaR)を下回る富の平均値
 - 富のCVaRは大きい方が望ましいため、下限値を設定する
 - 下限値の設定法：退職時点以降の必要資金



モデルの設定(1)

一世帯の設定とリスク発生等に関するパラメーター

- ✓ 世帯：1人の世帯主と複数の家族(配偶者, 子供)からなる集団
- ✓ 世帯主：正社員、非正規社員(パートなど)
 - 正社員の場合、賞与が変動する設定を可能とする(株式と相関)
- ✓ 配偶者：正社員、非正規社員(パートなど)、専業主婦
 - 専業主婦の場合：世帯主死亡後は「非正規社員(パート)」で労働可能
- ✓ リスク：世帯主の死亡(賃金収入のストップ)
- ✓ リスクの顕在化：0(事故発生なし)、1(事故発生)で表現
 - 死亡率 = 死亡発生パス数 / 全パス数
(例) 死亡率 1%, 全パス数 = 10,000本 → 死亡発生パス数 = 100本
(10,000通りの可能性のうち、100通りで死亡すると設定する)
- ✓ リスク資産収益率：ある確率分布に従うと仮定(ex. 正規分布)

モデルの設定(2)

— 収入(キャッシュ・イン・フロー) —

- ✓ 世帯主
 - 生存時に得られる収入: 可処分所得、退職金(定年時)
 - 死亡後に得られる収入
 - 生命保険金、死亡退職金、死亡給付金(個人年金)、遺族年金
 - 退職後の収入(老齢年金は除く): 退職時点の価値に直す
 - 嘱託勤務の収入(退職時点~年金開始)、個人年金
- ✓ 配偶者(死亡しないと仮定)
 - 可処分所得、退職金(定年時)
 - 退職後の収入(老齢年金は除く): 退職時点の価値に直す
 - 嘱託勤務の収入(退職時点~年金開始)、個人年金
 - 世帯主の退職時点(T 時点)以降の収入は、 T 時点の価値に直す)
- ✓ 上記以外の世帯収入(インフロー)
 - 投資収益、住宅購入のための借入金

モデルの設定(3)

— 支出(キャッシュ・アウト・フロー) —

✓ 世帯主

— 世帯主生存時に支払う支出

- 生命保険料、医療保険料、個人年金保険料
住宅ローン支払い(住宅購入後)

— 世帯主死亡後に関連する支出

- 住宅ローン支払いの免除、生活レベルの変更

✓ 配偶者(死亡しないと仮定)

- 生命保険料、医療保険料、個人年金保険料

✓ 上記以外の世帯支出(アウトフロー)

- 家賃(住宅購入前)、教育費、非金融資産購入費
- 頭金(住宅購入時)、火災保険料

最適資産形成モデルとFPツール

入力

- ◇ 資産価格
- ◇ 世帯主の死亡率
- ◇ 賃金、消費
- ◇ その他パラメータ

◇ 最終富の
CVaR 下限値

最適化モデル

最適化問題を解く

最大化 期待最終富

- 制約
- 予算制約式
 - キャッシュ・フロー等価式
 - リスク制約式
 - 決定変数は非負

出力

- ◇ 投資比率
- ◇ 生命保険購入額
- ◇ 生命保険解約率

◇ 最終富の
● 期待値, ● CVaR

Excel 入力画面



最大化 $\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I W_{1,T}^{(i)}$

制約条件 $\sum_{j=1}^J \rho_{j0} g(z_{j0}) + v_0 + D_0^- = W_{1,0}$

$$\sum_{j=1}^J \rho_{j1} g(z_{j0}) + (1+r_0)v_0 + D_1^- = \sum_{j=1}^J \rho_{j1} g(z_{j1}) + D_1^{(i)}$$

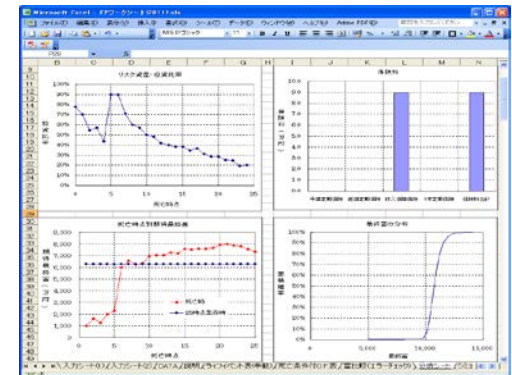
$$W_{1,T}^{(i)} = \left\{ \sum_{j=1}^J \rho_{jT} g(z_{j,T-1}) + (1+r_{T-1}^{(i)}) v_{T-1}^{(i)} \right\} + D_T^{(i)}$$

$$V_\beta - \frac{1}{(1-\beta)I} \sum_{i=1}^I q^{(i)} \geq LC,$$

$$W_{1,T}^{(i)} - V_\beta + q^{(i)} \geq 0, \quad W_{1,T}^{(i)} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, I),$$

(その他) 非負条件

Excel 分析画面



パラメータの設定

- ✓ **賃金**: 厚生労働省「賃金構造基本統計調査(平成21年)」
 - 毎月の給与額、年間賞与をそれぞれ年齢の4次関数で推定
- ✓ 可処分所得の計算(賃金、家族構成を考慮して計算:平成22年度税制)
 - 給与所得控除額、所得控除(基礎控除、配偶者控除、扶養控除、社会保険料控除、生命保険料控除)、退職所得控除額
 - 課税所得金額、退職所得金額 → 所得税、住民税
 - 住宅借入金等特別控除分の税額控除
- ✓ 退職金: 賃金連動型
- ✓ 遺族年金(遺族厚生年金、遺族基礎年金): 賃金から計算
- ✓ 死亡率: 社団法人日本アクチュアリー会「生保標準生命表(2007)」
- ✓ **消費**: 総務省「全国消費実態調査(平成21年)」
 - 住居、教育費を除くその他の消費支出: 可処分所得の1次関数
 - 非金融資産の購入支出: その他の消費支出の1次関数
- ✓ 教育費
 - **学習費(幼稚園~高校)**: 文部科学省「こどもの学習費調査(平成20年)」
 - 大学の授業料: 文部科学省「平成21年度私立大学入学者に係る初年度学生納付金平均額(定員1人当たり)の調査結果について」
 - 授業料を除く家庭からの大学生の生活支出: 日本学生支援機構「学生生活調査結果(平成20年度)」
- ✓ 住宅購入・その他の費用
 - 住宅購入時点: 不動産取得税、登録免許税、印紙税、消費税
 - 住宅保有時: 固定資産税、都市計画税
 - 団体信用生命保険: 住宅ローン残高に応じて、保険特約料を計算

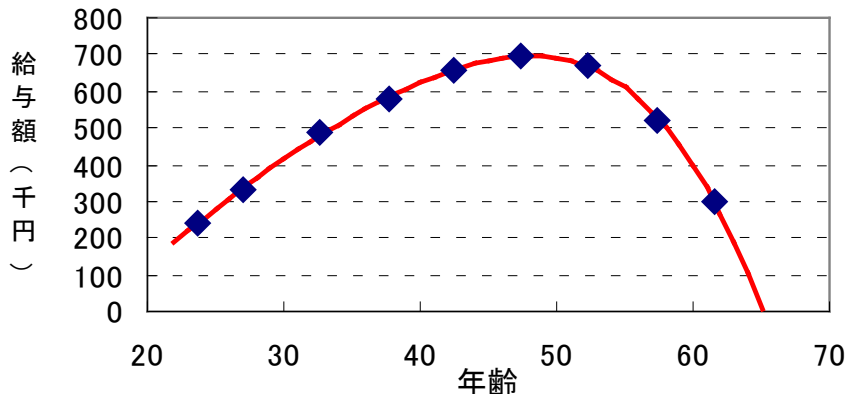
賃金関数(年齢の4次関数)

厚生労働省「賃金構造基本統計調査(平成21年)」

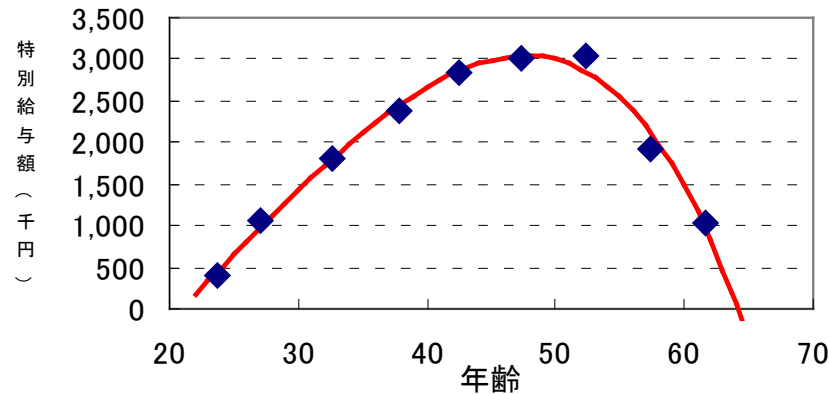
✓ 金融・保険業の場合

➤ 大学・大学院卒, 男, 1000人以上

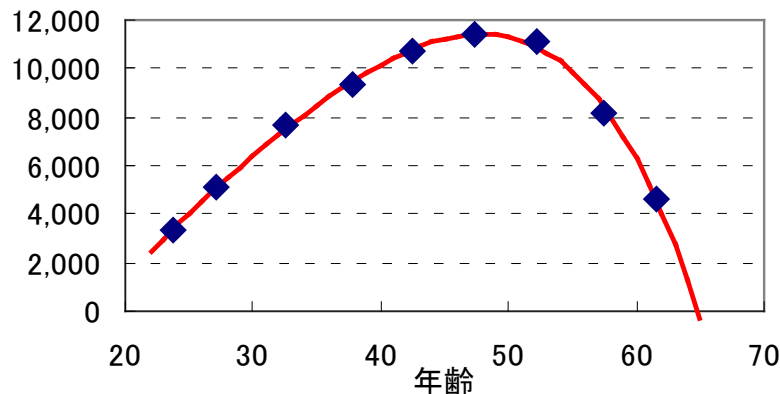
➤ 毎月の給与額



➤ 年間賞与



➤ 給与額合計



$$(毎月給与額) y_1 = -1322 + 130.3x - 4.325x^2 + 0.08358x^3 - 0.0006621x^4$$

$$(賞与額) y_2 = -3844 + 231.9x - 4.230x^2 + 0.1259x^3 - 0.001587x^4$$

$$(給与額合計) y = 12y_1 + y_2$$

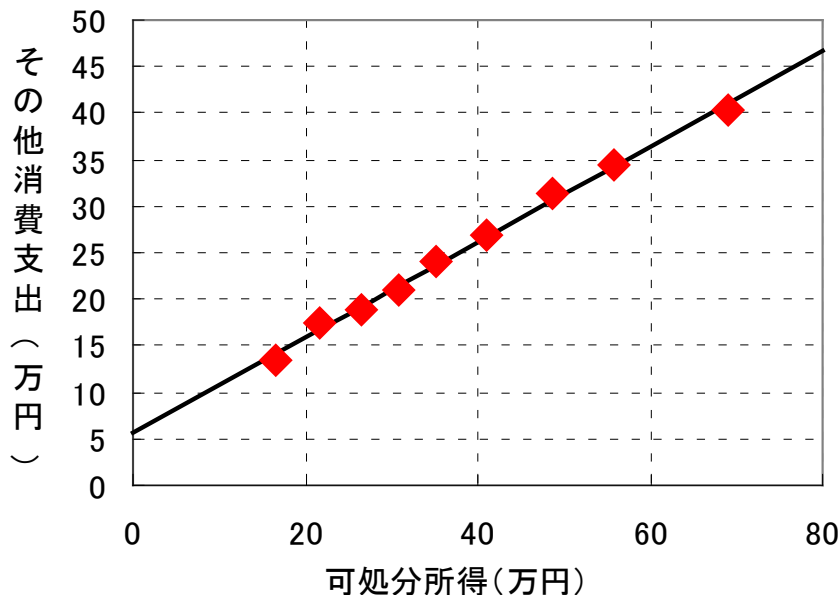
x : 年齢

消費関数(1次関数)

総務省「全国消費実態調査(平成21年)」

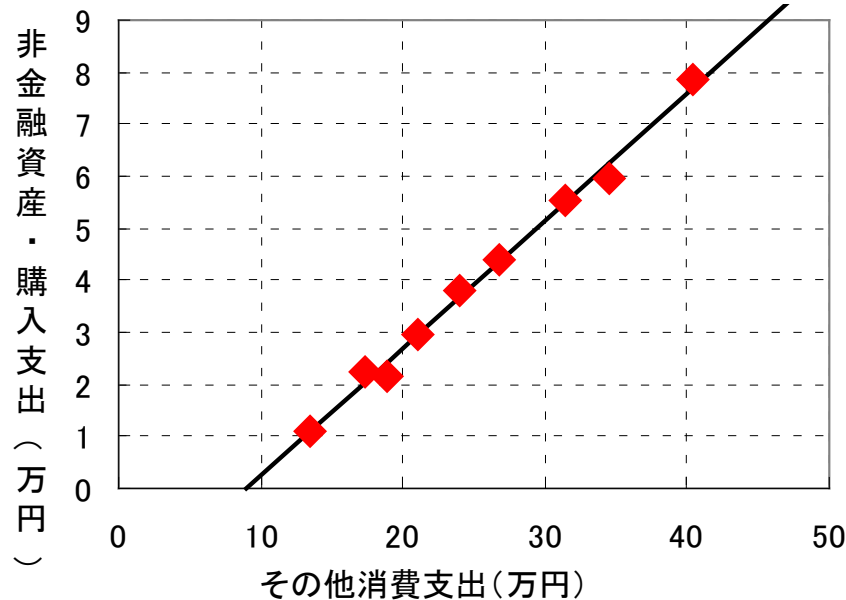
- ▶ 住居、教育費を除くその他の消費支出
(可処分所得の1次関数)

$$y = 55,961 + 0.5147x \quad (R^2 = 0.996)$$



- ▶ 非金融資産の購入支出
(その他の消費支出の1次関数)

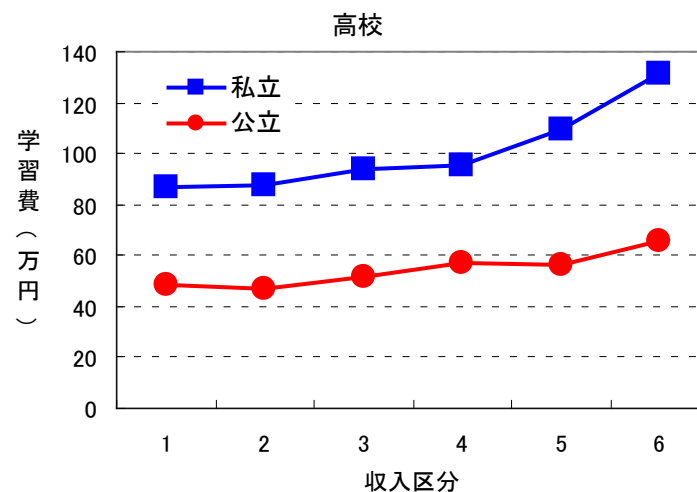
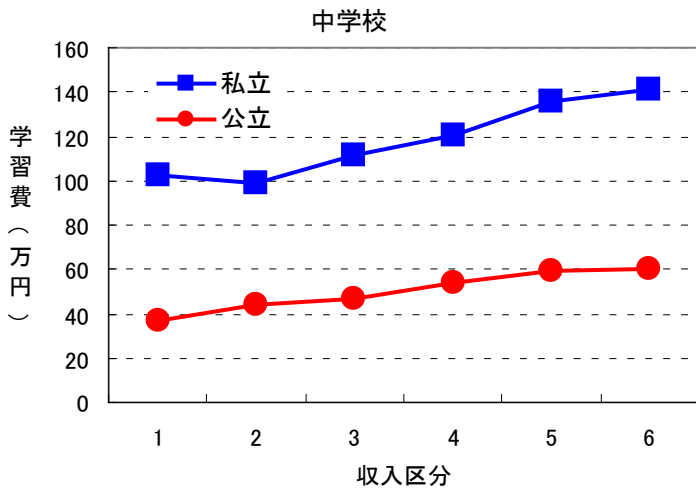
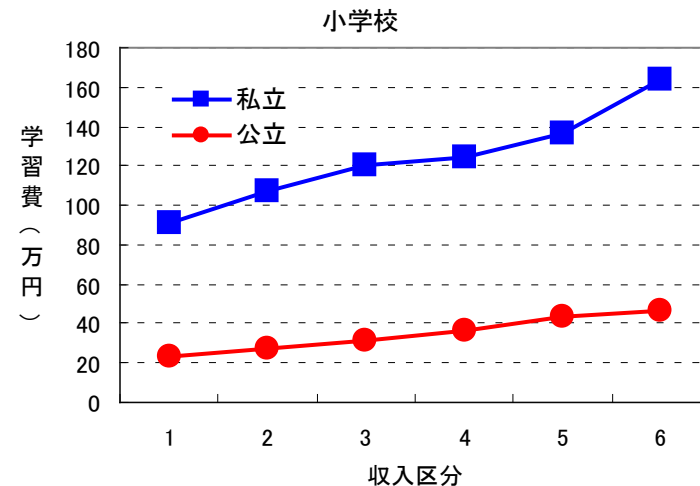
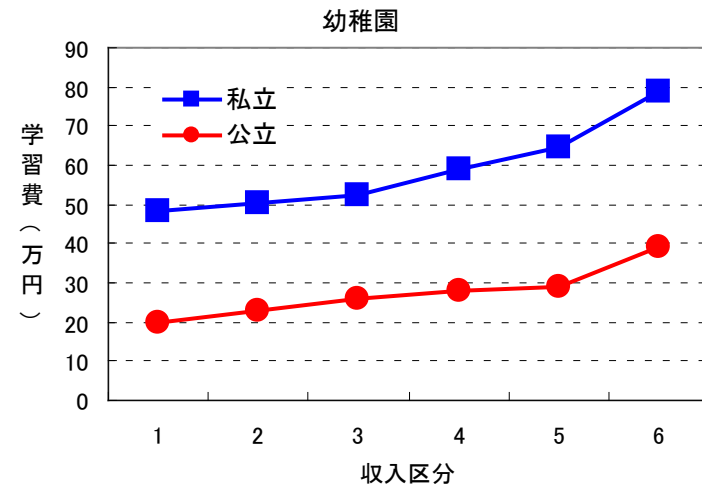
$$y = -22,083 + 0.2453x \quad (R^2 = 0.994)$$



- ▶ 1次関数のパラメータを世帯に応じて設定する

学習費（幼稚園～高校）

文部科学省「子どもの学習費調査(平成20年度)」



収入区分

- 1: ~400万円
- 2: 400万円
~599万円
- 3: 600万円
~799万円
- 4: 800万円
~999万円
- 5: 1,000万円
~1,199万円
- 6: 1,200万円~

➤ 収入に応じて、学習費を自動的に調整する

モデルの実装(1)

枇々木(2011)で開発したFP分析ツールの構成

- ✓ インターフェース
 - Excel, VBAマクロでバッチ処理
 - 入力画面
 - お客様入力画面(1枚)、分析者用入力画面(1枚)
 - 分析画面(出力画面)
 - キャッシュ・フロー表(1枚)、分析シート
- ✓ 最適化計算: NUOPT Ver.13(数理システム社)、
 - 2種類のプログラム
- ✓ その他の計算
 - 5種類のC++プログラム
 - 4種類のMS-DOSバッチファイル

モデルの実装(2)：世帯の設定例

家族構成 (年齢)	世帯主	35 歳
	配偶者	33 歳
	第一子	4 歳
	第二子	1 歳
職業	世帯主	金融・保険業
	配偶者	製造業
子供の 教育	小学校	公立校
	中高校	私立校
	大学	第一子: 私立文系 第二子: 私立理工学部

現在 住居	住宅タイプ	マンション
	家賃(月額)	125,000 円
住宅 購入 予定	購入時期	$t_e = 5$ (時点)
	住宅タイプ	マンション
	購入金額	4,000 万円
	頭金の金額	800 万円
	ローン金利	3% 固定
	借入期間	20 年

- ◆ リスク資産：株式 ($J = 1$)
- ◆ 世帯主退職年齢：60 歳 ($T = 25$)

モデルの実装(3): 入力画面

✓ お客様入力データ・ワークシート

- 世帯構成：氏名、続柄、誕生日、年齢
- 世帯主・配偶者の職業：入社・定年の年齢、年収
- 資産額：金融資産、非金融資産
- 子供の教育：幼稚園～大学(公立・私立など)
- 住宅：現在、将来の予定(家賃 / 購入時点、住宅価格、頭金、ローン期間)
- 既存の生命保険・個人年金保険の諸条件：保険料、支払・受取期間など
- 火災保険・医療保険の保険料

✓ 分析者用入力データ・ワークシート

- 住宅条件：住宅ローン金利、賃貸の場合の定年後想定年数と割引金利
- 資産運用条件：金利、リスク資産の期待収益率・標準偏差、インフレ率
- 賃金条件：ボーナス、退職金
- 消費水準に関する条件：消費関数(基本生活費、耐久財費用、追加費用)
- 新規の生命保険の条件：予定利率、付加保険料比率
- モデルのパラメータ：CVaR確率水準、現金下限比率
- 最適化・シミュレーション計算のパラメータ

お客様・入力画面

Microsoft Excel - FPワークシート(2011)

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H) 質問を入力してください

MS Pゴシック 11 B I U

AC7

2011年4月22日

氏名	続柄	誕生日	職業	入社	定年
慶應 太郎	夫	1975年10月26日 生まれ 35歳	金融・保険業	22歳	60歳
慶應 花子	妻	1977年8月25日 生まれ 33歳	製造業	22歳	60歳
慶應 一郎	長男	2006年9月25日 生まれ 4歳			
慶應 桃子	長女	2009年6月25日 生まれ 1歳			

年収(税込み)	慶應 太郎	慶應 花子
現在	850万円	480万円

金融資産	非金融資産
1,000万円	0万円

教育	慶應 一郎	慶應 桃子
幼稚園	公立	公立
小学校	公立	公立
中学校	私立	私立
高校	私立	私立
大学	私立文系	私立理工学部
大学・通学	自宅通学	自宅通学

現在の住宅	賃貸	家賃
		12.5万円/月

住宅購入予定	世帯主生存時に購入(条件付き)
購入時点	40歳 5年後
住宅価格	4,000万円
頭金	800万円
ローン期間	20年間
ローン支払額	150万円

生命保険	慶應 太郎	慶應 花子	
平準定期保険			
平準保険料	10.38	1.96	万円
保険料支払期間	25	25	年
保険金(給付金)	3,000	1,000	万円
保険金受取期間	25	25	年
条件変更	見直し	そのまま	
残額倍率	0	1	倍

個人年金保険	慶應 太郎	慶應 花子	
個人年金1			
購入時年齢	30	30	歳
平準保険料	17.00	17.00	万円
保険料支払終了年齢	60	60	歳
年金受取額	60	60	万円
年金受取開始年齢	60	60	歳
年金受取年数	10	10	年

火災保険・保険料	賃貸	購入時一括
	2万円	15万円

医療保険・保険料	慶應 太郎	慶應 花子
	16万円	10万円

コマンド

分析者・入力画面

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	分析者入力用													
2														
3	住宅ローン・金利		3.00	%					生命保険	予定利率	1.5	%		
4	定年後	家賃支払年数	15	年						付加保険料比率	共通設定	50	%	
5		想定金利	5	%						平準定期保険	<input type="radio"/>	40	%	
6	非金融資産	償却率	0.03							逡減定期保険	<input type="radio"/>	30	%	
7										収入保障保険	<input type="radio"/>	20	%	
8	資産運用									1年定期保険	<input checked="" type="radio"/>	10	%	
9	無リスク金利		0.50	%										
10	株式	期待収益率	2.50	%				モデル		CVaR 確率水準	80	%		
11		標準偏差	10.00	%						現金・下限比率	10	%		
12	インフレ率		0.00	%										
13														
14	賃金	ボーナス	固定							計算	最適化(資産配分・保険購入戦略)			
15		標準偏差	20	%						リスク資産投資	(100 - 年齢) %			
16		株式との相関係数	0.20							投資比率	30	%		
17		(定年後)年金支給開始までの給与倍率	世帯主	配偶者						平準定期保険	0	万円		
18			0.4	倍	0.4	倍				逡減定期保険	0	万円		
19										収入保障保険(毎年)	0	万円		
20										1年定期保険(毎年)	0	万円		
21	退職金		世帯主	配偶者										
22		支給係数(給与に対する退職金の倍率)	2	倍	1.5	倍		プログラム		乱数シード	1234	5678	1965	
23										パス数	5	(×1000)		
24		支給開始勤務年数	3	年	2	年		最適化		目的関数	リスク制約付き期待富最大化			
25		満額到達年齢	55	歳	55	歳				リスク下限	10000	万円		
26														
27	消費関数	基本生活費	0.4	×可処分所得+	40			集約モデル		計算	なし			
28		耐久財費用	0.2	×基本生活費+	0					問題規模縮小倍率	0.12	倍		
29		追加消費	0.2	×(可処分所得 - 消費)						期間ウェイト率	2			
30														
31		世帯主死亡後の基本生活費水準(相対値) [0以上, 1以下]	0.7	倍				シミュレーション		収益率	確率			
32										世帯主の死亡	死亡する			

モデルの実装(3):出力画面

✓ キャッシュ・フロー表(CF表)

- 世帯主が定年まで生存した場合と死亡した場合を表示
- CF表の中の「年間収入・支出」「金融資産残高合計」を図示
- 「リスト」から選択して、図表を自動的に変化させる。
- 計画期間後以降の収入(労働収入の可処分所得、個人年金)の計画時点価値

✓ 分析シート

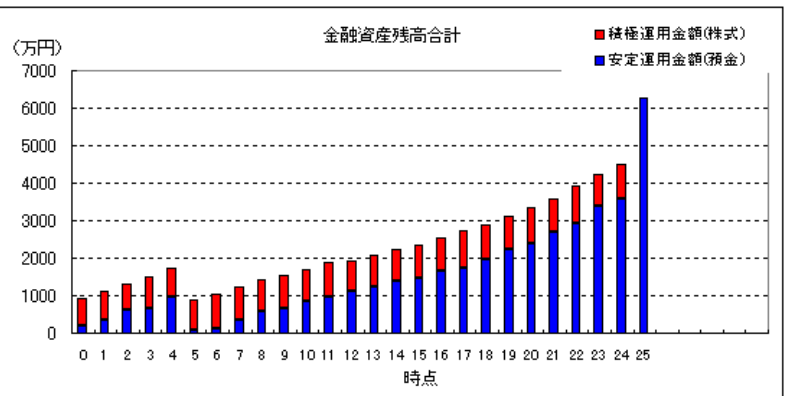
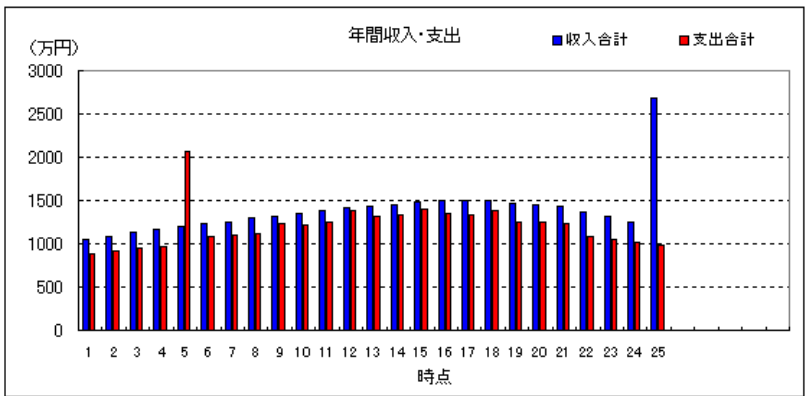
- リスク資産の投資比率
- 生命保険の保険料
- 死亡時点別期待最終富
- 最終富の分布
- 死亡時点別の平均収入(可処分所得)、平均消費、平均収支、平均累積収支

✓ その他

最適化(資産配分・保険購入戦略)

(1) C.F.表: 世帯主・定年まで生存

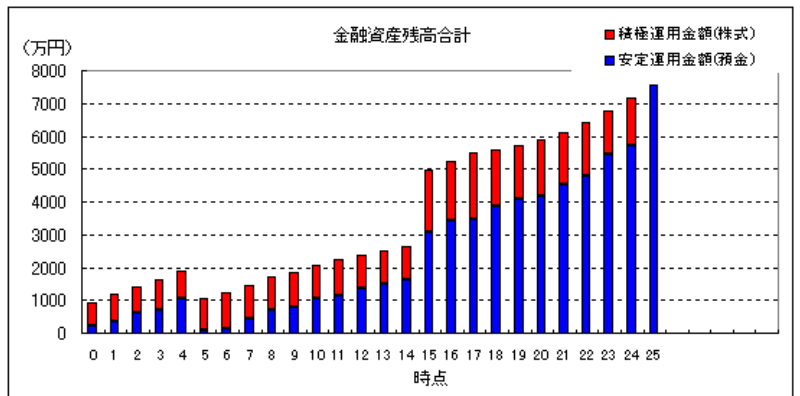
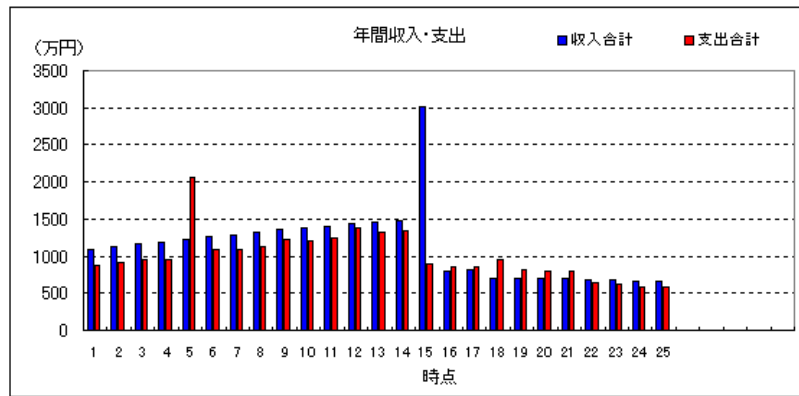
C2		定年まで生存																																	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG			
2	世帯主が	定年まで生存	25年後以降収入(25年後価値)										4,503 万円 (内訳)	年金支給開始までの					夫 694 万円 妻 2,925 万円	個人年金	夫 463 万円 妻 420 万円	25年後・期待金融資産(25年後以降の収入含む)					10,766 万円								
6	年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
7	夫/奥藤 太郎	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60								
8	妻/奥藤 花子	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58								
9	長男/奥藤 一郎	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
10	長女/奥藤 桃子	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26								
11	夫の収入	0	667.3	693.9	719.3	741.1	761.3	779.5	796.5	813.6	826	838.5	845	864.9	865.8	867	884.5	874.5	863.9	856.2	813.5	787.9	756.5	699.4	654.5	602.5	2046								
12	妻の収入	0	380.9	393.7	406.9	418.1	433.4	447	459.6	478.9	496.3	516.1	531.4	550.9	566.7	586.2	606.1	619.2	635.7	650.1	658.3	667	671.7	671.9	666.5	654.8	639.7								
13	生命保険金額	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
14	個人年金払戻額	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
15	収入合計	0	1048	1088	1126	1159	1195	1227	1256	1292	1322	1355	1376	1416	1433	1453	1490	1494	1500	1506	1472	1455	1428	1371	1321	1257	2686								
16	基本生活費	0	459.3	475	490.5	503.7	517.9	530.6	542.4	557	568.9	581.8	590.6	606.3	613	621.3	635.8	637.5	639.8	642.6	628.7	622	611.3	588.5	568.4	542.9	537.7								
17	住居費	0	152	152	152	152	1288	236.3	235.6	234.9	234.1	233.4	232.7	232	231.2	230.5	229.8	229	228.3	227.6	226.8	226	225.3	224.5	223.7	222.9	222.1								
18	教育費	0	55.83	61.35	65.22	74.4	84.33	94.28	84.33	97.55	211.2	164.1	185	323.5	240.1	238.7	296.9	230.5	217	281.4	140.3	140.3	140.3	0	0	0									
19	余剰消費	0	52.65	55.64	54.88	60.47	0	46.65	51.85	53.14	33.66	46.57	44.81	21.35	39.91	42.5	34.78	48.64	52.1	40.06	64.84	63.24	60.62	82.91	77.84	71.38	75.38								
20	医療保険料	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26									
21	生命保険料	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94									
22	個人年金保険料	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34									
23	耐久財費用	0	91.86	95.01	98.1	100.7	103.6	106.1	108.5	111.4	113.8	116.4	118.1	121.3	122.6	124.3	127.2	127.5	128	128.5	125.7	124.4	122.3	117.7	113.7	108.6	107.5								
24	支出合計	0	882.6	910	951.6	962.2	2065	1085	1094	1125	1233	1213	1242	1375	1318	1328	1395	1344	1336	1391	1257	1247	1231	1085	1065	1017	985.8								
25	年間収支	0	165.6	177.6	174.6	196.9	-870	141.6	162.5	167.6	89.69	141.3	134.3	40.44	114.7	125	94.19	149.6	163.5	115.3	214.4	208	197.5	286.7	266.4	240.6	1700								
26	安定運用金額(預金)	206.6	330.1	597.7	647.2	975.8	88.48	104.7	357.3	566.1	657.3	856	966.6	1122	1247	1378	1446	1658	1729	1977	2224	2395	2681	2936	3396	3590	6263								
27	積極運用金額(株式)	723.4	784.1	715.8	862.6	755.4	796.3	942.2	876.2	858.4	881.5	849.6	898.8	811.2	826.7	848.1	901.3	870.1	992.2	892.5	891.6	961.3	909.3	977.1	822.2	906.3	0								
28	金融資産残高合計	929.1	1114	1313	1510	1731	884.8	1047	1233	1425	1539	1706	1865	1933	2074	2226	2348	2528	2721	2869	3116	3357	3590	3913	4218	4496	6263								



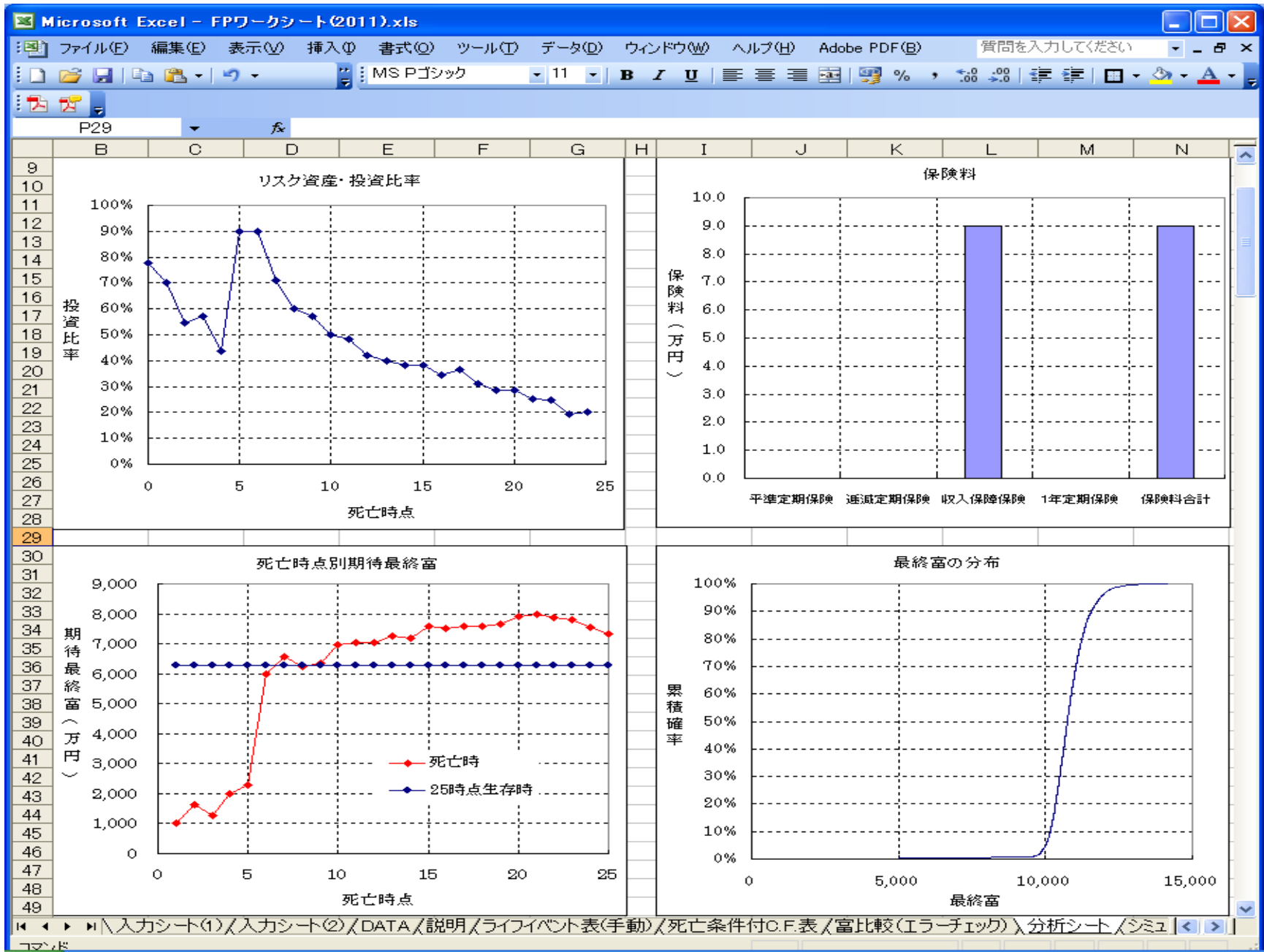
最適化(資産配分・保険購入戦略)

(2) C.F.表: 世帯主・15年後に死亡

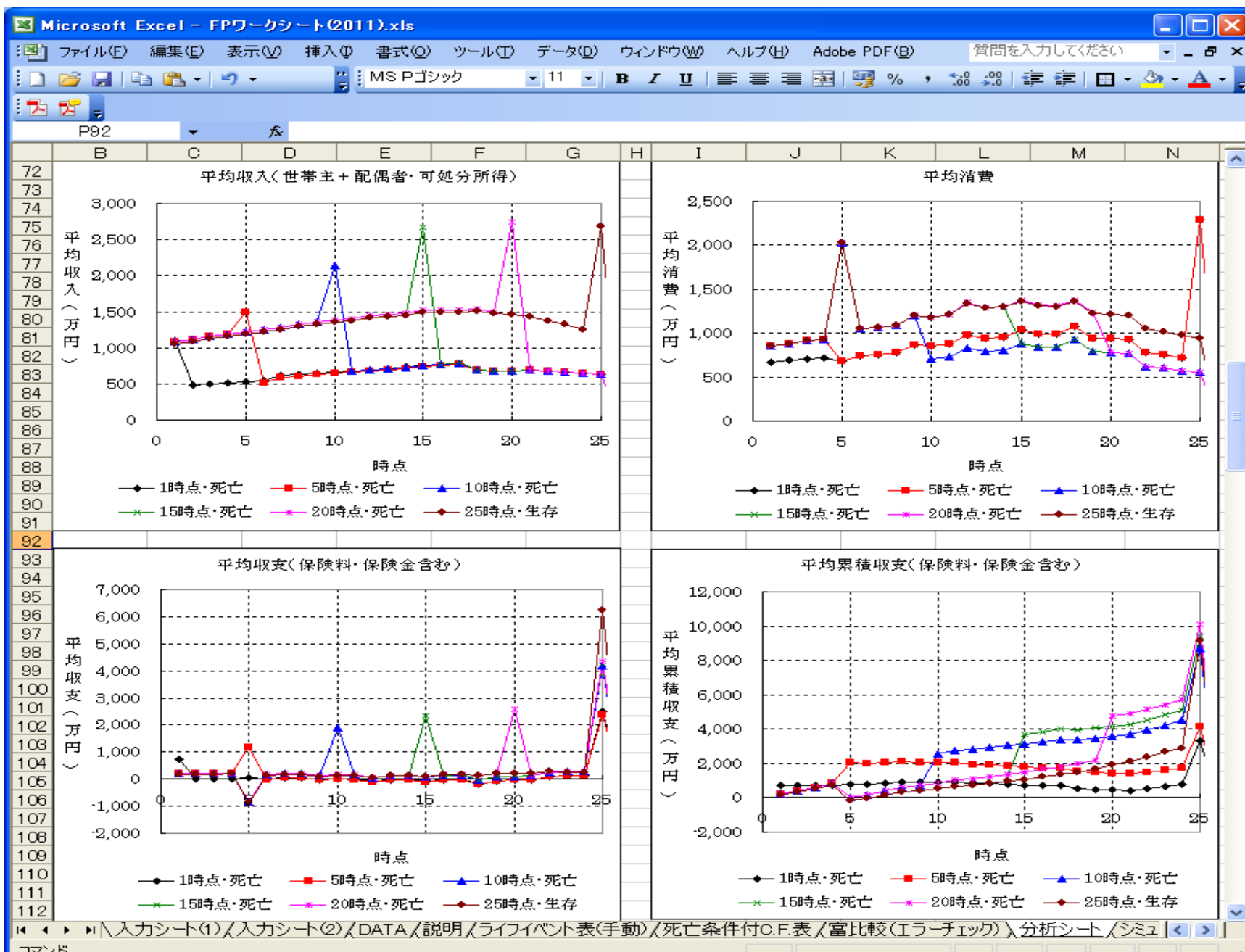
		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG															
		15年後に死亡																																													
世帯主が		15年後に死亡										25年後以降収入(25年後価値)										3,346万円(内訳)						年金支給開始までの 可処分所得		夫 0万円 妻 2,925万円		個人 年金		夫 0万円 妻 420万円		25年後・期待金融資産 (25年後以降の収入含む)						10,922万円					
年	年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25																				
年 齢	夫/ 康應 太郎	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60																				
	妻/ 康應 花子	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58																				
	長男/ 康應 一郎	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																				
	長女/ 康應 桃子	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26																				
	夫の収入	0	706.9	725.1	750.5	772.3	792.5	810.7	827.7	844.8	857.2	869.7	876.2	880.5	881.4	882.6	2027	126.4	126.4	0	0	0	0	0	0	0	0																				
	妻の収入	0	380.9	393.7	406.9	418.1	433.4	447	459.6	478.9	496.3	516.1	531.4	562.3	578.1	597.6	635.4	649.5	666	687.9	677.2	685.9	690.6	671.9	666.5	654.8	639.7																				
入 収 入	生命保険金額	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87																				
	個人年金払戻額	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																				
	収入合計	0	1088	1119	1157	1190	1226	1258	1287	1324	1354	1386	1408	1443	1460	1480	3017	790.8	807.3	702.8	692.1	700.8	705.5	686.7	681.4	669.7	654.5																				
	支 出	基本生活費	0	459.3	475	490.5	503.7	517.9	530.6	542.4	557	568.9	581.8	590.6	610.9	617.6	625.8	453.6	454.7	456.4	460.4	445.4	440.7	433.2	412	397.9	380	376.4																			
		住居費	0	152	152	152	152	1288	236.3	236.3	234.9	234.1	233.4	232.7	232	231.2	230.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
		教育費	0	55.83	61.35	85.22	74.4	84.33	94.28	84.33	97.55	211.2	164.1	185	323.5	240.1	238.7	251.9	197.4	187.5	281.4	140.3	140.3	140.3	0	0	0	0																			
		余剰消費	0	52.65	55.64	54.88	60.47	0	46.65	51.85	53.14	33.66	46.57	44.81	21.52	40.23	42.83	35.49	49.62	53.15	41.07	65.67	64.06	61.42	82.91	77.84	71.38	75.38																			
		医療保険料	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0																			
		生命保険料	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	10.94	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	0																		
		個人年金保険料	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17																			
		耐久財費用	0	91.86	95.01	98.1	100.7	103.6	106.1	108.5	111.4	113.8	116.4	118.1	122.2	123.5	125.2	129.6	129.9	130.4	131.5	127.3	125.9	123.8	117.7	113.7	108.6	107.5																			
支出合計		0	882.6	910	951.6	962.2	2065	1085	1094	1125	1233	1213	1242	1381	1324	1334	899.5	860.6	856.4	943.4	807.6	799.9	787.7	641.5	618.4	589	576.3																				
年間収支		0	206.2	208.8	205.8	228.1	-839	172.8	193.7	198.8	120.9	172.5	165.5	61.8	135.9	146.2	211.7	-69.8	-49.2	-241	-116	-99.2	-82.2	45.18	62.99	80.73	78.2																				
安定運用金額(預金)		206.6	346.2	630.1	688.5	1064	106.9	124.9	420	682.4	780.3	1033	1159	1365	1496	1639	3067	3421	3488	3857	4088	4196	4548	4800	5468	5706	7577																				
積極運用金額(株式)	723.4	819.9	754.6	917.5	815.6	953.2	1124	1030	1035	1046	1026	1078	986.9	991.4	1009	1911	1796	2002	1741	1639	1684	1543	1598	1322	1440	0																					
金融資産残高合計	929.1	1165	1385	1606	1869	1069	1248	1460	1717	1827	2069	2237	2352	2487	2647	4978	5216	5490	5598	5727	5879	6091	6397	6780	7145	7577																					



分析画面(その1)



分析画面(その2)



まとめ(今後の目標)

- ✓ リタイアメント・プランニングモデル(退職後のFPモデル)
 - 枇々木・西岡(2010),「主観的健康感を考慮したリタイアメント・プランニング・モデル」
- ✓ 両モデルの統合
 - それぞれのモデルは目的が違うので、モデル化は別々に行う
 - ライフ・プランニングモデルでは、退職後のC.F.を明示的に考慮して、問題を解く(退職前の意思決定が退職後のC.F.に影響する)
- ✓ FP分析ツールの完成(現行バージョン)
 - 試験的にでもFPの方々に協力してもらいながら、使い勝手などの点で完成度を高めたい
 - 何らかの形(共同開発など)で完成させて、利用してもらおう

付録

多期間最適化モデルの定式化

- 時点 0 : 現時点 (初期時点), 時点 T : 最終時点 (退職時点)
- n 個のリスク資産と現金 (無リスク資産) を投資対象とする
- 時点 0 で T 年満期の 3 種類の生命保険を購入 (解約) 対象とする
- 毎時点での 1 年定期保険を購入対象とする

✓ 目的関数: 最終期待富の最大化

✓ 制約式

– キャッシュ・フロー制約式、最終富の CVaR 下限制約式、その他

✓ モデル

– 資産配分・生命保険最適化モデル

– 生命保険最適化モデル (資産配分は所与)

➤ 「100 - 年齢」(%) 投資戦略 (ex. 世帯主 35 歳: リスク資産 65%)

➤ コンスタント・リバランス戦略 (ex. リスク資産 60%)

数値分析

分析1：基本分析

- (1) シミュレーション(現状分析)
- (2) 資産配分(投資戦略)を所与とするモデル(保険最適化)
- (3) 最適資産配分・保険購入戦略モデル(資産・保険最適化)

分析2：配偶者が専業主婦の世帯を想定した分析

- 世帯主死亡後の年収：150万円
- 収入が減少するので消費関数も変更する
- (追加分析) 10時点から100万円の年収(パート)

分析1：基本分析(1)

✓ 最終富の期待値・CVaRと資産・保険の最適解

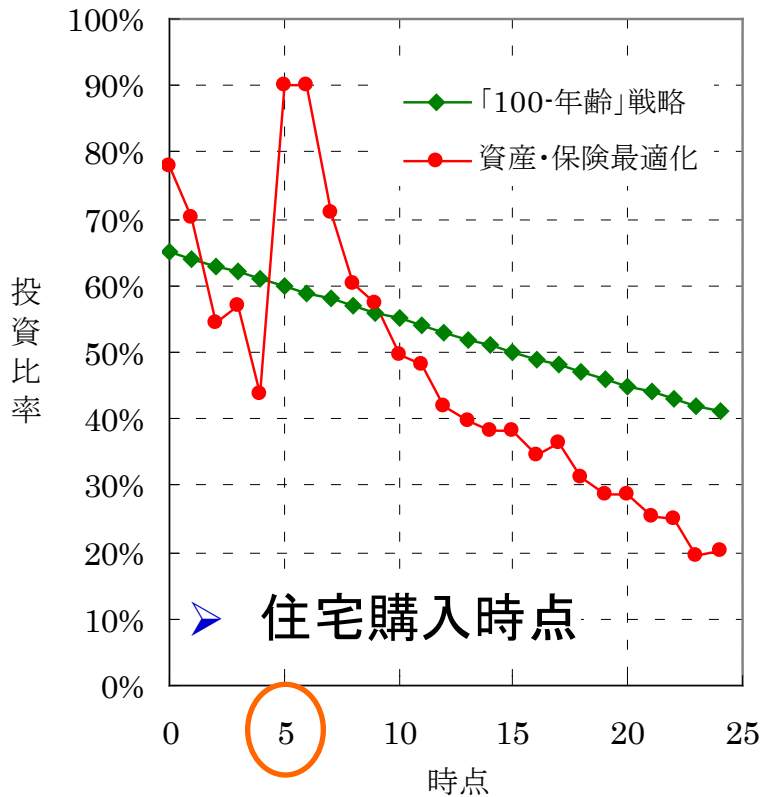
(単位：万円)

	シミュレーション (現状分析)	保険 最適化	資産・保険 最適化
期待最終富	10,974	10,901	10,790
CVaR(80%)	9,818	9,936	10,000
平準定期・保険金	0	0	0
逡減定期・1時点保険金	0	6,196	0
収入保障・年給付金	0	0	223
既存・保険解約率	0%	100%	100%

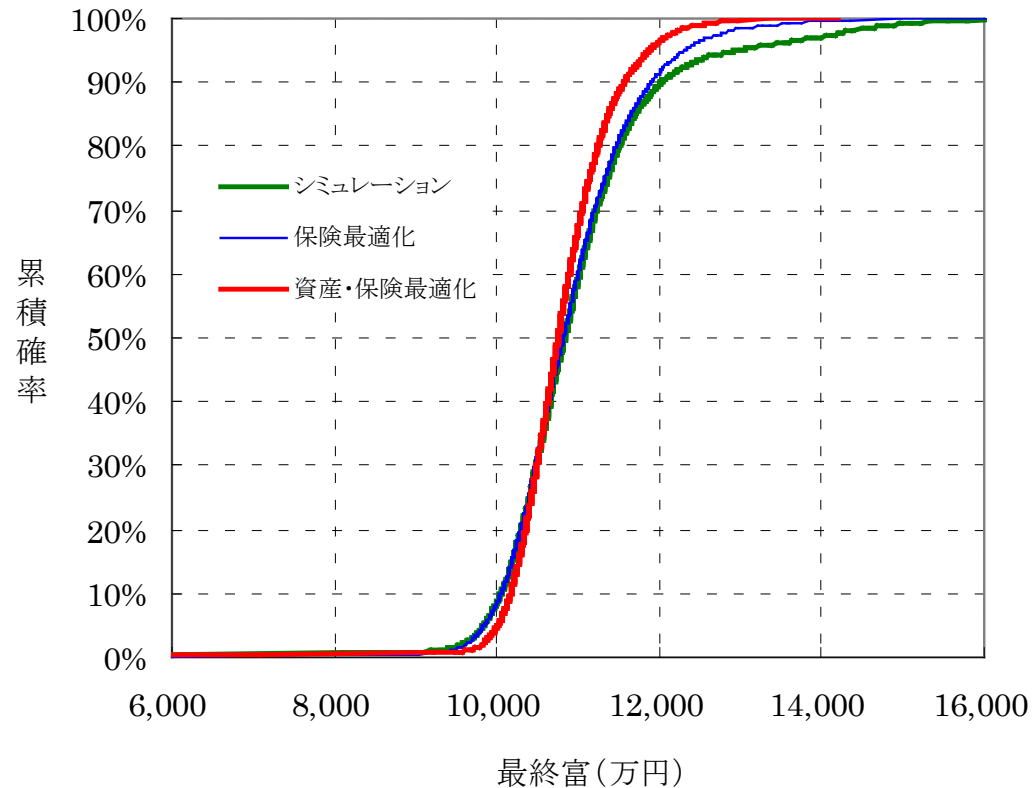
- 保険最適化：CVaR最小化問題
- 資産・保険最適化：CVaR=10,000

分析1:基本分析(2)

✓ リスク資産の投資比率



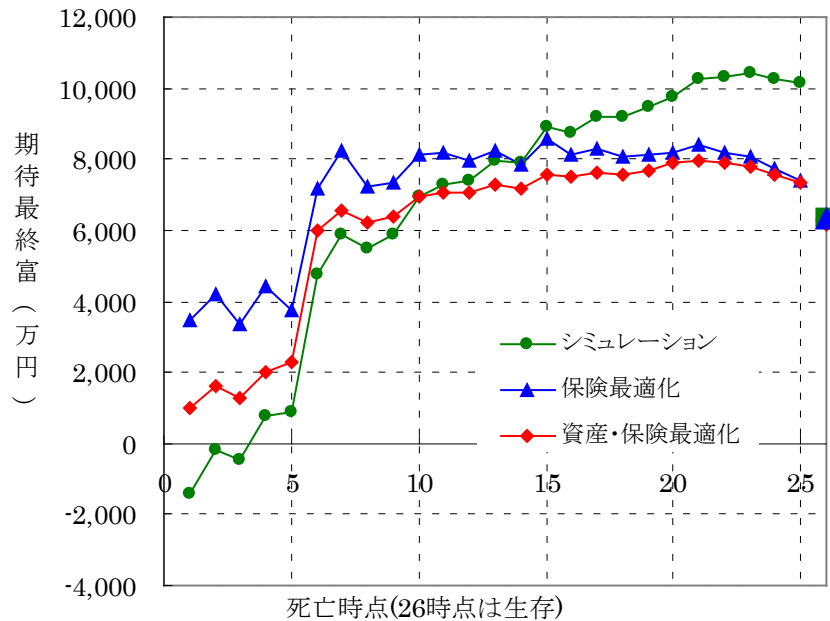
✓ 最終富分布



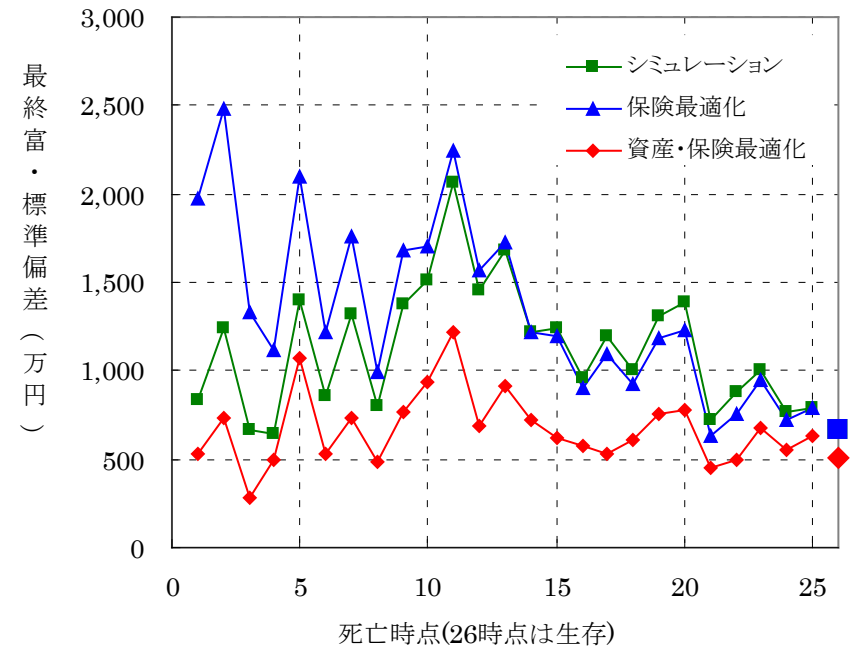
- ▶ シミュレーション、保険最適化、資産・保険最適化の順で最終富分布の幅が狭くなり、リスクコントロールができています

分析1:基本分析(3)

✓ 死亡時点別最終富の期待値



✓ 標準偏差

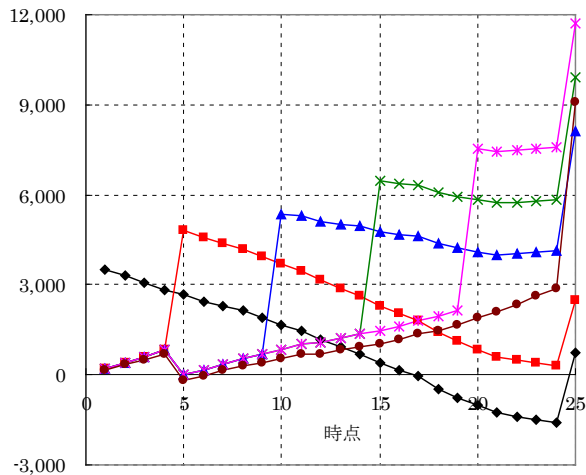


- 死亡時点が早いほど世帯主が得る累積収入が減るため、条件付き期待最終富は平均的に低くなる。最終時点に近づく場合も少し低くなる。
- 資産・保険最適化を行う場合、保険最適化に比べて、条件付き期待最終富は全体的に低くなるが、変動も小さくなる。

分析1:基本分析(4)

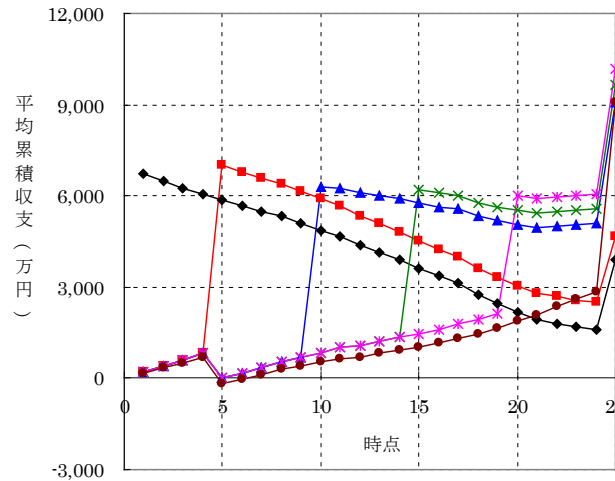
✓ 平均累積収支

シミュレーション



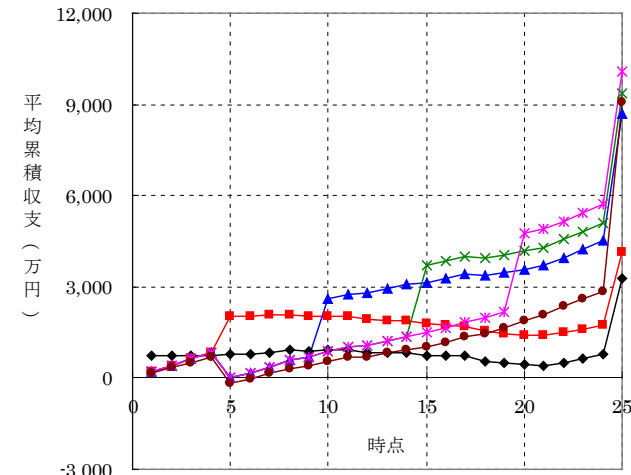
◆ 1時点・死亡 ■ 5時点・死亡 ▲ 10時点・死亡
 × 15時点・死亡 * 20時点・死亡 ● 25時点・生存

保険最適化



◆ 1時点・死亡 ■ 5時点・死亡 ▲ 10時点・死亡
 × 15時点・死亡 * 20時点・死亡 ● 25時点・生存

資産・保険最適化



◆ 1時点・死亡 ■ 5時点・死亡 ▲ 10時点・死亡
 × 15時点・死亡 * 20時点・死亡 ● 25時点・生存

- 死亡時点別の平均収入(可処分所得)と平均消費はモデルによって変わらないが、平均収支、平均累積収支は保険の影響を受けて死亡時点別、モデルの違いによって異なる。

分析2: 配偶者が専業主婦の世帯(1)

✓ 最終富の期待値・CVaRと資産・保険の最適解

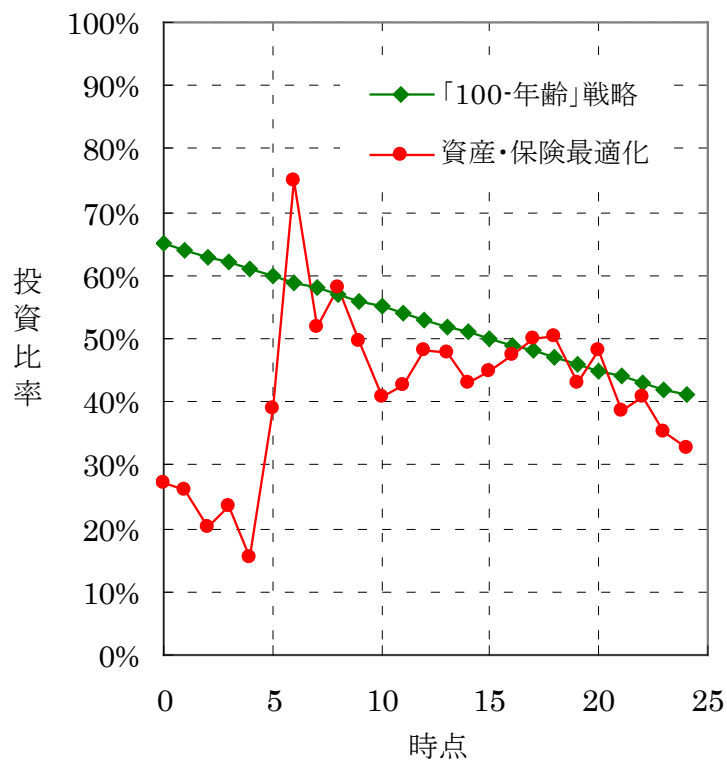
(単位: 万円)

		シミュレーション (現状分析)			保険 最適化	資産・保険 最適化
消費係数倍率		1倍	0.9倍	0.8倍	0.8倍	0.8倍
期待最終富		1,946	3,308	4,614	4,532	4,440
CVaR(80%)		1,219	2,661	3,877	4,011	4,050
平準定期・保険金		0	0	0	0	0
逡減定期・1時点保険金		0	0	0	6,602	0
収入保障・年給付金		0	0	0	0	312
既存・保険解約率		0%	0%	0%	100%	100%
世帯主	最終期待富	1,838	3,204	4,514	4,473	4,367
生存時	(定年後収入除く)	(105)	(1,471)	(2,780)	(2,740)	(2,634)

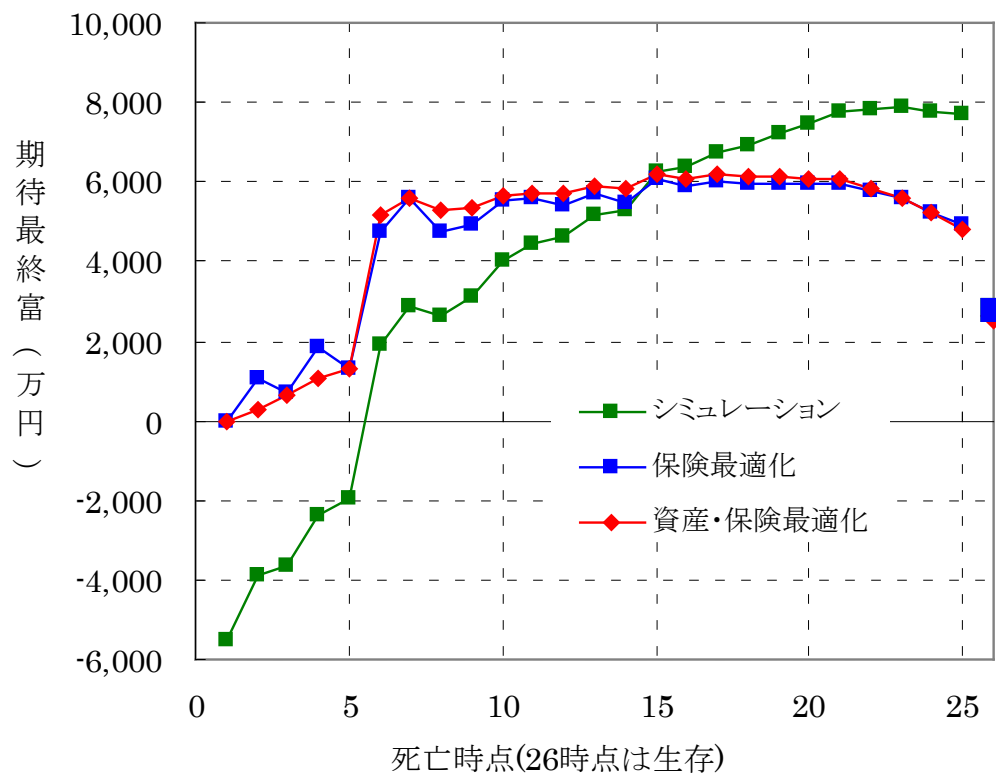
※ 消費係数倍率は「分析1」の消費係数に対する倍率

分析2: 配偶者が専業主婦の世帯(2)

✓ リスク資産の投資比率



✓ 死亡時点別期待最終富



- 配偶者が専業主婦であるため、消費を抑えても最終富は共働き(分析1)に比べて4割程度減少するとともに、生命保険の保険金額も高くなる。

分析2：配偶者が専業主婦の世帯(3)

➤ 配偶者：10～25時点(パートで働く)。年収 100万円

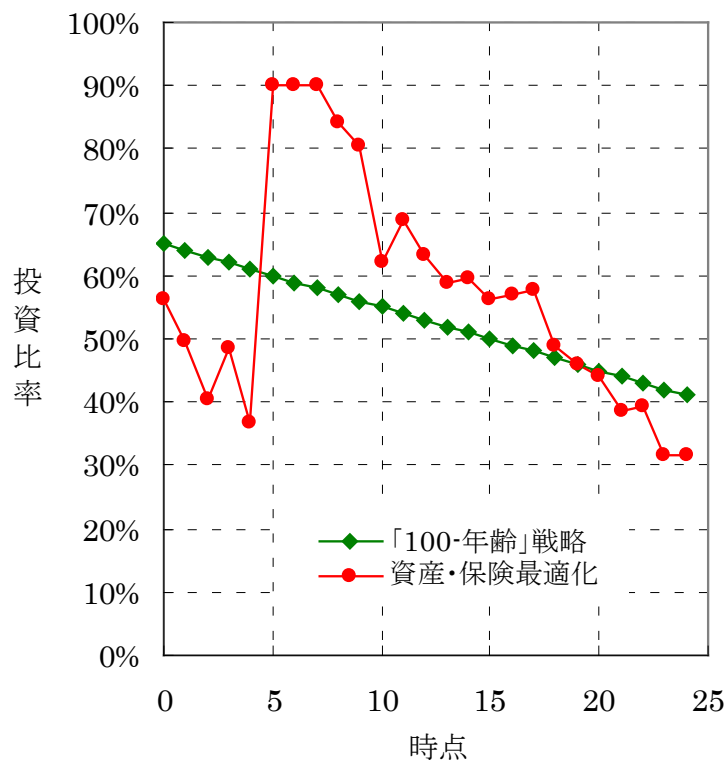
✓ 最終富の期待値・CVaRと資産・保険の最適解 (単位：万円)

		シミュレーション (現状分析)	保険 最適化	資産・保険 最適化
期待最終富		5,736	5,623	5,645
CVaR(80%)		4,858	5,045	5,050
平準定期・保険金		0	0	0
逡減定期・1時点保険金		0	7,659	0
収入保障・年給付金		0	19	316
既存・保険解約率		0%	100%	100%
世帯主	最終期待富	5,692	5,571	5,623
生存時	(定年後収入除く)	(3,909)	(3,787)	(3,840)

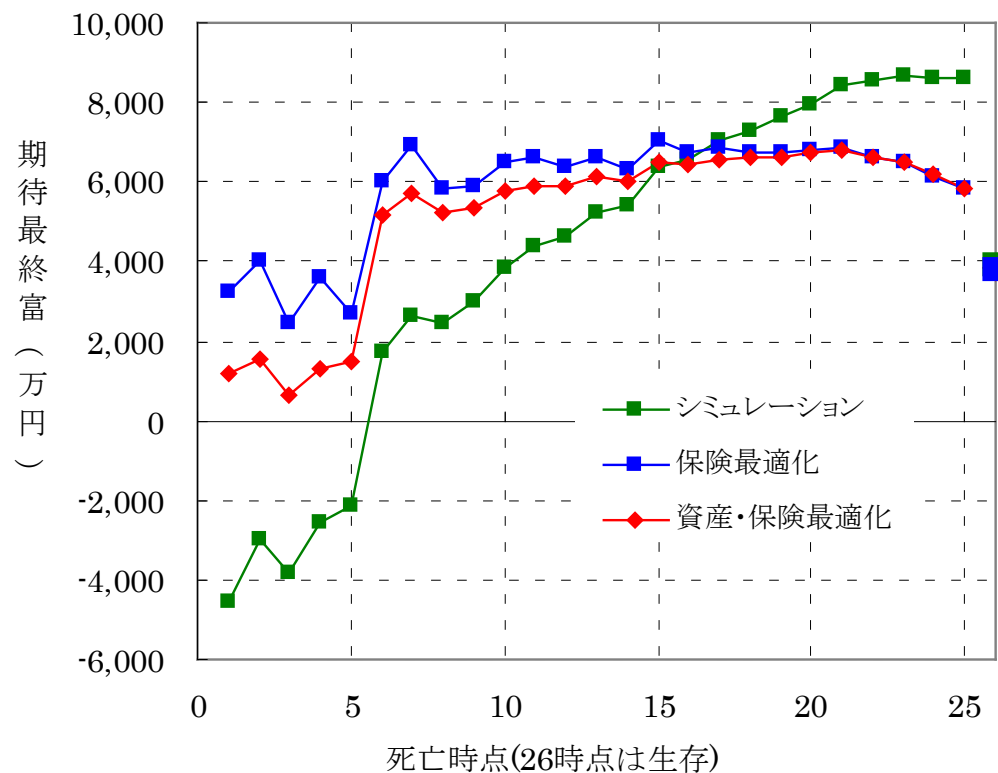
➤ 期待最終富を1,100～1,200万円増やすことができる

分析2: 配偶者が専業主婦の世帯(4)

✓ リスク資産の投資比率



✓ 死亡時点別期待最終富



- リスク資産の投資比率の特徴は同じである。
- 全体的には期待最終富の水準は一部を除き、ほぼ同じか上昇する。