数理システム
ユーザーコンファレンス2006

２００６年１１月２２日（水）

最適保険設計を考慮した
多期間最適資産形成モデル

慶應義塾大学 理工学部 管理工学科
枇々木　規雄
hibiki@ae.keio.ac.jp

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

研究の目的

- ✓ 個人顧客に対するファイナンシャルコンサルティング、特に個人のリスクマネジメントを行うツールの開発
- ✓ 多期間最適化モデル

  - 最適戦略の決定
    - ➢ 生命保険
    - ➢ 火災保険
    - ➢ 医療保険
    - ➢ 投資資産
  - リスクヘッジ
    - ➢ 世帯主の死亡事故
    - ➢ 火災事故
    - ➢ 重大な疾病
    - ➢ インフレ

- ✓ シミュレーション・アプローチ
  - 収益率、死亡率、火災発生率をシミュレーションパスで記述
  - シミュレーション型多期間最適化手法（枇々木[2001]）

過去の研究成果（1）

- 多期間にわたる最適方策を具体的に求めることができる。
- 金融商品のリスクヘッジ手段機能を明らかにした。
- より現実的な世帯を想定し、数値計算によって、モデルの有用性を検証した。
- 数値計算による考察
  - 年齢が高い世帯主ほど、生命保険加入金額は低い。
  - 最適火災保険金額は、非金融資産保有額の毀損額とほぼ同じ。
  - 期待最終富の水準は、最適生命保険加入金額や最適火災保険加入金額に影響を与えない。

✓ 枇々木規雄, 小守林克哉, 豊田暢子: 多期間最適化手法を用いた世帯の資産形成モデル, 日本保険・年金リスク学会誌, Vol.1, No.1(2005), pp.45-68.

- 日本FP学会・第1回優秀論文賞（2006年）

過去の研究成果(2)

- ✓ モデルの拡張：世帯主の死亡に伴い考慮すべき点を加える
  - 世帯の収入：遺族年金の考慮
  - 世帯の生活消費支出
    - ➢ 住宅ローンの返済免除
    - ➢ 生活レベルの変更
- ✓ 住宅購入に関する感度分析: 住宅購入戦略の検討
  - 住宅購入時点、頭金、ローン金利、ローン借入期間
- ✓ N. Hibiki and K. Komoribayashi, Dynamic financial planning for a household in a multi-period optimization approach, The Tenth Asia-Pacific Risk and Insurance Association (APRIA Conference), 2006.
  - Harold Skipper Best Paper Award for Global Insurance

過去の研究成果(3)

- ✓ 数値計算による考察
  - 遺族年金を受け取り、生活レベルを下げることによって、生命保険金額を低くすることができる。
  - 住宅ローン返済免除は最終富を増加させる。
  - また、住宅ローン返済免除は最適資産配分に影響を与えるが、最適生命保険金額および最適火災保険金額には影響を与えない。
  - 住宅購入戦略は最適資産配分と最適生命保険金額に影響を与える。

- ✓ 枇々木規雄, 小守林克哉: 多期間最適資産形成モデル ー実践的なモデルへの拡張ー, 日本保険・年金リスク学会誌, Vol.2, No.1(2006), pp.3-31.

◆ リスク資産に対する条件付き意思決定ができるモデルの導入

◆ 最適化計算の高速化 : グループ・パスを用いたモデルの定式化

本研究の内容

- ✓ より一般的なモデルの構築と数値分析による検討
  - – 病気に伴うキャッシュ・フローの変化と医療保険の導入
  - – 保険金額が可変の(逓減型)定期死亡保険を含むモデル
  - – 生命保険金額および医療保険金額を時点ごとに決定変数とするモデル化 (最適保険設計)
- ✓ サンプリング・エラーの影響の考察

✓ Hibiki, N., Multi-period optimization model for a household, and optimal insurance design
（枇々木規雄, 最適保険設計を考慮した多期間最適資産形成モデル）
- – 投稿中（JORSJ, 日本OR学会50周年記念論文集）

発表構成

- ✓ モデルの設定:
  - – 世帯、収入および支出、投資資産、生命保険、火災保険、医療保険
- ✓ シミュレーション型多期間最適化手法(モデル)
- ✓ 最適化モデルの定式化
- ✓ 数値分析
- ✓ 今後の課題

既存研究

- ✓ 個人の最適な消費と投資の決定
  - – Merton (1969，1971)，Samuelson (1969)
    - 「ライフタイムポートフォリオ選択問題」
  - – Bodie, Merton, and Samuelson (1992)
    - 「ヒューマン・キャピタル」を考慮
  - – Bodie and Crane (1997)
    - 個人の属性と株式保有率の関係についての実証研究
  - – 吉田，山田，枇々木（2002）
    - 多期間最適化手法の活用
  - – Chen, Ibbotson, Milevsky, and Zhu(2006)
    - “Human capital, asset allocation, and life insurance”

モデルの設定(1)：世帯

◇ **世帯の定義**：1人の世帯主と複数の家族からなる集団

◇ **世帯の保有資産 (2種類)**

— 有価証券などの金融資産 ($W_{1,t}$)

— 家屋や耐久消費財からなる非金融資産 ($W_{2,t}$)

◇ リスク

(1) 世帯主の死亡事故：賃金収入のストップ

(2) 住宅の火災事故：復旧コスト(非金融資産の毀損)

(3) 世帯主の重大な疾病：高額な治療費、賃金収入減少

◇ リスクヘッジ手段(金融商品)

— 生命保険, 火災保険, 医療保険 (リスク資産, 現金)

モデルの設定（2）
― 収入（キャッシュ・イン・フロー） ―

- ✓ 世帯主が生きている場合に得られる収入
  - – 賃金、退職金（定年時）
  - – 医療保険金（疾病発生の場合）
- ✓ 世帯主が死亡した後に得られる収入
  - – 生命保険金、死亡退職金
  - – 遺族年金
- ✓ 世帯主の死亡の有無に関係ない収入
  - – 投資収益
  - – 火災保険金（火災発生の場合）
  - – 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) ―

- 世帯主が生きている場合に支払うべき支出
  - 生命保険料
  - 医療保険料
  - 住宅ローン支払い(住宅購入後)
- 世帯主が死亡した後に関連する支出
  - 住宅ローン支払いの免除
  - 生活レベルの変更
- 世帯主の死亡の有無に関係ない支出
  - 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
  - 火災発生後の復旧コスト

モデルの設定(4)：保険

◇ 世帯主の退職時点 T を満期とする定期死亡保険

- 収入現価 1 単位あたりの保険金額 $\theta_{1,t}$

$\tau_{1,t}^{(i)}$: 世帯主が死亡した時点で 1，それ以外では 0

➡ $L_t^{(i)}$ ：死亡保険 1 単位あたり受取保険金額：$L_t^{(i)} = \tau_{1,t}^{(i)}\theta_{1,t}$

◇ 1 年満期の火災保険 (毎年更新)

- 収入現価 1 単位あたりの保険金額 θ_2

$\tau_{2,t}^{(i)}$: 火災が発生した時点で 1，それ以外では 0

➡ $F_t^{(i)}$ ：火災保険 1 単位あたり受取保険金額：$F_t^{(i)} = \tau_{2,t}^{(i)}\theta_2$

◇ T 時点 (世帯主の退職時点) を満期とする定期医療保険

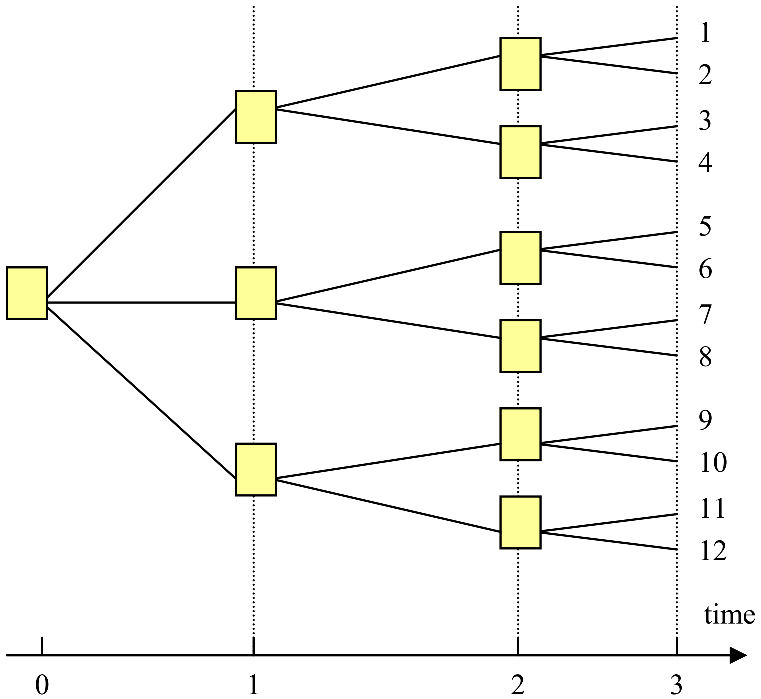
- 収入現価 1 単位あたりの保険金額 $\theta_{4,t}$

$\tau_{4,t}^{(i)}$: 世帯主が病気になった時点で 1，それ以外では 0

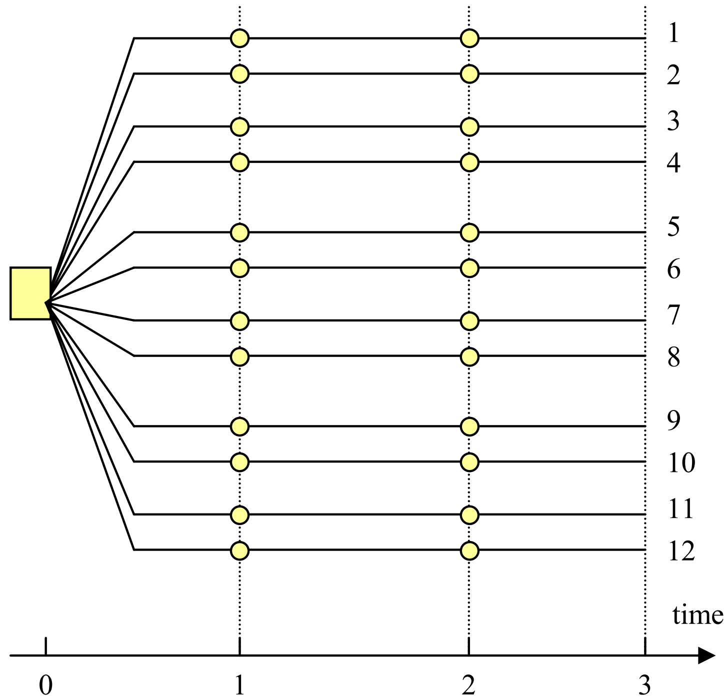
➡ $B_t^{(i)}$ ：医療保険 1 単位あたり受け取り保険金額：$B_t^{(i)} = \tau_{4,t}^{(i)}\theta_{4,t}$

シミュレーション型多期間最適化手法（1）
ー シナリオ構造 ー

✓ シナリオ・ツリー



✓ シミュレーション・パス



✓ シミュレーション・アプローチ

– 死亡率や火災発生率を記述するためには、多くのシナリオが必要である。

ALM モデルの定式化(1)

- n 個のリスク資産と現金(無リスク資産) に投資する。
- 時点 0 で T 年満期の生命保険と医療保険に加入する。
- 毎時点、1 年満期の火災保険に加入する。
- 時点 0 : 現時点(初期時点), 時点 T : 最終時点(退職時点)

✓ 目的関数
  – 最終時点の金融資産保有額の CVaR

✓ 制約式
  – キャッシュ・フロー制約式
  – リターン制約式
  – 他の制約式

ALM モデルの定式化（2）
ー 賃金，消費，保険によるキャッシュ・フロー ー

① $t = 1, \cdots, T-1$

$$\begin{aligned} D_t^{(i)} = {} & M_t^{(i)} + H_t^{(i)} - C_t^{(i)} - y_{L,t}^{(i)} u_L - y_F u_{F,t} - y_{B,t}^{(i)} u_B \\ & + L_t^{(i)} u_L + F_t^{(i)} u_{F,t-1} + B_t^{(i)} u_B - A_t^{(i)} \end{aligned}$$

② $t = T$: T時点では保険料支払いなし

$$D_T^{(i)} = M_T^{(i)} + H_T^{(i)} - C_T^{(i)} + L_T^{(i)} u_L + F_T^{(i)} u_{F,T-1} + B_T^{(i)} u_B - A_T^{(i)}$$

キャッシュ・インフローに関するパラメータ

$M_t^{(i)}$: 賃金, 遺族年金, 退職金

$H_t^{(i)}$: 借入金

$L_t^{(i)}, F_t^{(i)}, B_t^{(i)}$: 死亡保険, 火災保険, 医療保険 1 単位あたり受取保険金額

キャッシュ・アウトフローに関するパラメータ

$C_t^{(i)}$: 消費支出

$y_{L,t}^{(i)}, y_F, y_{B,t}^{(i)}$: 死亡保険, 火災保険, 医療保険の 1 単位あたりの支払い保険料

$A_t^{(i)}$: 火災事故による損失額(復旧コスト)

$$L_t^{(i)} = \tau_{1,t}^{(i)} \theta_{1,t}$$
$$F_t^{(i)} = \tau_{2,t}^{(i)} \theta_{2,t}$$
$$B_t^{(i)} = \tau_{4,t}^{(i)} \theta_{4,t}$$

決定変数

u_L : 0 時点で加入する死亡保険の単位数

$u_{F,t}$: t 時点で加入する 1 年満期火災保険の単位数

u_B : 0 時点で加入する医療保険の単位数

$$y_{L,t}^{(i)} = \tau_{3,t}^{(i)} y_l$$
$$y_{B,t}^{(i)} = \tau_{3,t}^{(i)} y_b$$

ALM モデルの定式化（3）
ー キャッシュ･フロー制約 ー

① $t = 0$： 予算制約

$$\sum_{j=1}^{n} \rho_{j0} z_{j0} + v_0 + y_l u_L + y_F u_{F,0} + y_b u_B = W_{1,0}$$

② $t = 1$

$$\sum_{j=1}^{n} \rho_{j1}^{(i)} z_{j0} + (1 + r_0) v_0 + D_1^{(i)} = \sum_{j=1}^{n} \rho_{j1}^{(i)} z_{j1} + v_1^{(i)}, \quad (i = 1, \ldots, I)$$

③ $t = 2, \ldots, T-1$

$$\sum_{j=1}^{n} \rho_{jt}^{(i)} z_{j,t-1} + \left(1 + r_{t-1}^{(i)}\right) v_{t-1}^{(i)} + D_t^{(i)} = \sum_{j=1}^{n} \rho_{jt}^{(i)} z_{jt} + v_t^{(i)}, \quad (i = 1, \ldots, I)$$

パラメータ

$\rho_{j0}, \rho_{jt}^{(i)}$： リスク資産の価格

$r_0, r_{t-1}^{(i)}$： 金利

$W_{1,0}$： 初期時点の金融資産保有額

決定変数

z_{jt} ： t 時点のリスク資産 j への投資単位数

v_0 ： 0 時点の現金

$v_t^{(i)}$ ： t 時点の経路 i の現金

ALM モデルの定式化（4）

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

subject to

キャッシュ・フロー制約

$$\sum_{j=1}^{n} \rho_{j0} z_{j0} + v_0 + y_l u_L + y_F u_{F,0} + y_b u_B = W_{1,0}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \rho_{j1}^{(i)} z_{j0} + (1+r_0)v_0 + D_1^{(i)} = \sum_{j=1}^{n} \rho_{j1}^{(i)} z_{j1} + v_1^{(i)}, \quad (i=1,\ldots,I)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \rho_{jt}^{(i)} z_{j,t-1} + \left(1 + r_{t-1}^{(i)}\right) v_{t-1}^{(i)} + D_t^{(i)} = \sum_{j=1}^{n} \rho_{jt}^{(i)} z_{jt} + v_t^{(i)}, \ (t=2,\ldots,T-1;\ i=1,\ldots,I)$$

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

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

リターン制約

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

非負制約、下限制約

$$z_{jt} \geq 0, \quad (j=1,\ldots,n;\ t=0,\ldots,T-1)$$

$$v_0 \geq L_{v,0}; \quad v_t^{(i)} \geq L_{v,t}, \quad (t=1,\ldots,T-1;\ i=1,\ldots,I)$$

$$u_L \geq 0; \quad u_{F,t} \geq 0, \quad (t=0,\ldots,T-1), \quad u_B \geq 0, \quad q^{(i)} \geq 0, \quad (i=1,\ldots,I)$$

数値分析: 設定(1)

- 想定する世帯
  - 枇々木, 小守林, 豊田(2005) の B世帯、枇々木, 小守林(2006)と同じ

家族構成 (年齢)	世帯主	30 歳
	配偶者	28 歳
	第一子	0 歳
	第二子	3 年後誕生予定
職業	世帯主	金融機関勤務
	配偶者	専業主婦
子供の教育	小中高	私立校
	大学	私立大学 (自宅通学)
	その他	結婚資金も援助

現在住居	住宅タイプ	マンション
	家賃 (月額)	200,000 円
	居住地域	東京都心
住宅購入予定	購入時期	$t_e = 10$(時点)
	住宅タイプ	マンション
	購入金額	5,000 万円
	頭金の金額	2,000 万円
	ローン金利	6% 固定
	借入期間	20 年

数値分析：設定（2）

パラメータ	設定値
リスク資産の数	$n = 1$
世帯主定年の年齢	60歳： $T = 30$
リスク資産収益率の期待値	$\mu = 0.1$
リスク資産収益率の標準偏差	$\sigma = 0.2$
無リスク金利	$r = 0.04$
死亡事故発生率	「生保標準生命表1996（死亡保険用）男」を用いて$\lambda_{1,t}$を推計
火災事故発生率	$\lambda_2 = 0.005$
死亡保険の予定利率	$g_1 = 0.05$
火災保険の予定利率	$g_2 = 0.05$
金融資産の初期保有額（万円）	$W_{1,0} = 1,000$
非金融資産の初期保有額（万円）	$W_{2,0} = 1,000$
非金融資産の償却率	$\gamma = 0.03$
火災事故による非金融資産損害率	$\alpha = 1$
無リスク資産の下限値	$L_{v,0} = 0,\ L_{v,t} = -1,000$
期待金融資産額の下限	$W_E = 7,000$
CVaR の確率水準†	$\beta = 0.8$

数値分析: 設定(3)

- 計算機: IBM ThinkPad T43(クロック周波数 2.13GHz, メモリ 2GB)
- 数理計画ソフトウェア: NUOPT 7.2.6 ((株)数理システム)
- 問題の規模:制約式、決定変数ともに、約15万本(個)
- 計算時間:約3～4分

✓ その他のパラメータ設定

パラメータ	設定値
疾病発生率 (*1)	$\lambda_{4,t} = \nu_1 \lambda_{1,t}$
単位当たり生命保険金額	$\theta_{1,t} = \theta_1$(一定)
単位当たり医療保険金額	$\theta_{4,t} = \theta_4$(一定)

*1 本研究では疾病発生率 $\lambda_{4,t}$ を死亡率の算定に利用した生保標準生命表 (1996) から計算した死亡率 $\lambda_{1,t}$ の $\nu_1(> 1)$ 倍と仮定する。

数値分析: 設定(4)

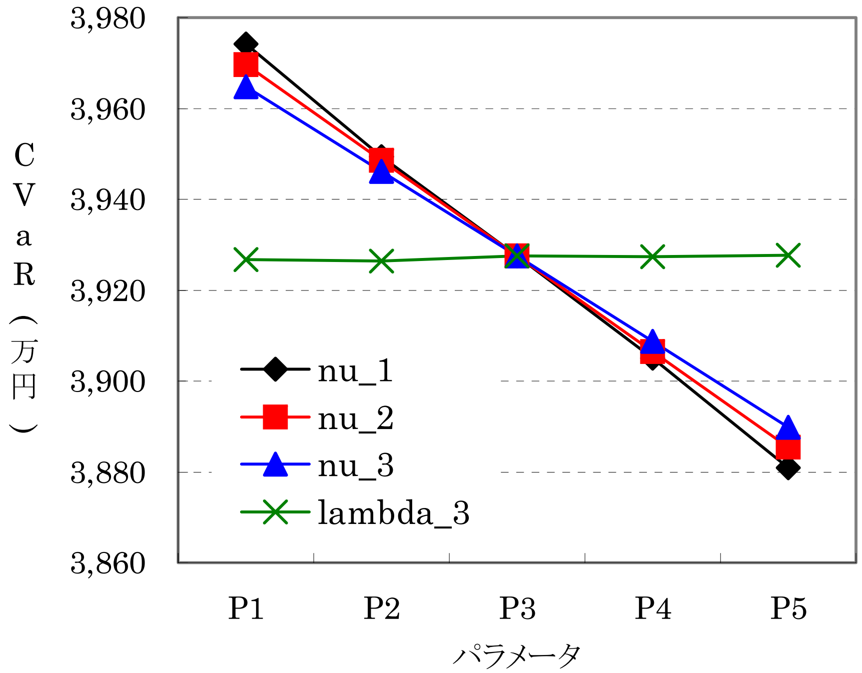
✓ 疾病に関連するパラメータの感度分析

パラメータ	記号	P1	P2	P3	P4	P5
疾病発生率の係数	ν_1	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
治療費(万円)	ν_2	50	100	150	200	250
賃金減額率	ν_3	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
疾病後死亡割合(*2)	λ_3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

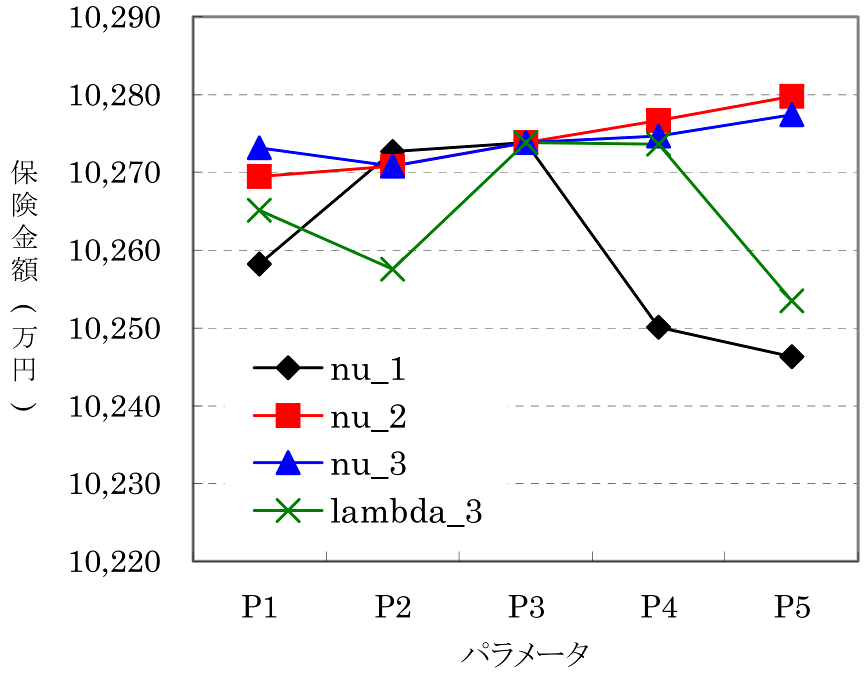
*2 三大疾病は死亡原因としても代表的な病気であることから、世帯主が死亡した場合には、$\lambda_3 (< 1 :$ 一定) の割合で病気が原因で1年後に死亡すると仮定する。(例: $\lambda_3 = 0.6$ の場合、病気にかかった 60%の世帯主が1年後に死亡する。)

数値分析: 結果(1)

- 目的関数値 (CVaR)



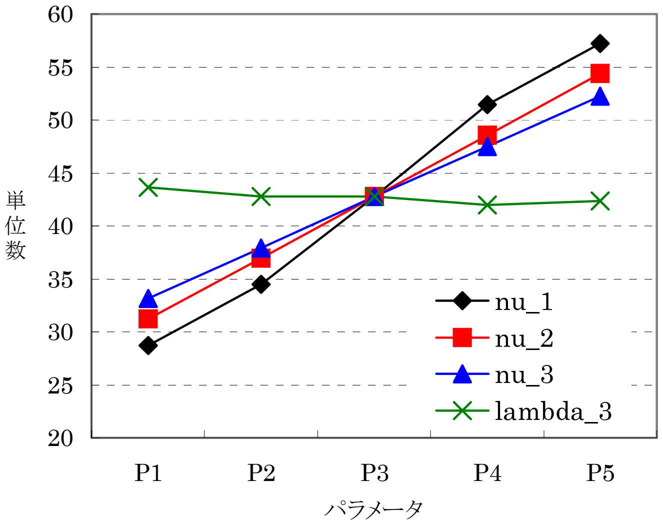
- 最適生命保険金額 $\theta_1 u_L^*$



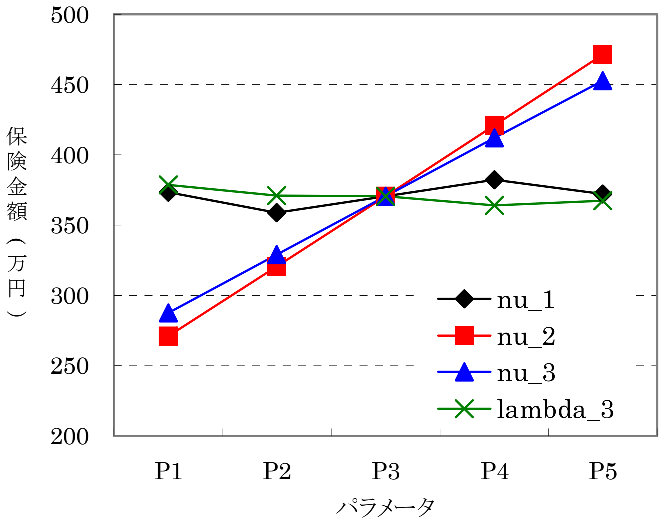
- 疾病発生率の増加、賃金の減少、治療費の増加は目的関数を減少させる。
- 疾病後死亡割合は目的関数には影響を与えない。
- 最適生命保険金額は医療保険に関連する4つの要因の影響は受けない。

数値分析：結果（2）

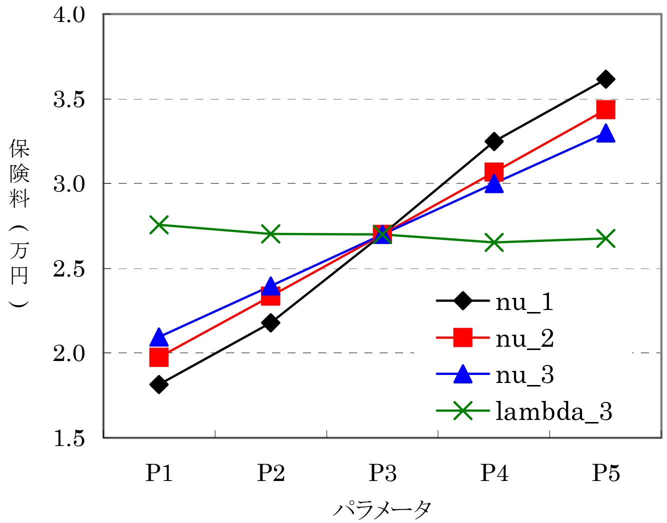
➢ 加入単位数　u_B^*



➢ 保険金額　$\theta_4 u_B^*$



➢ 平準払い保険料　$y_b u_B^*$

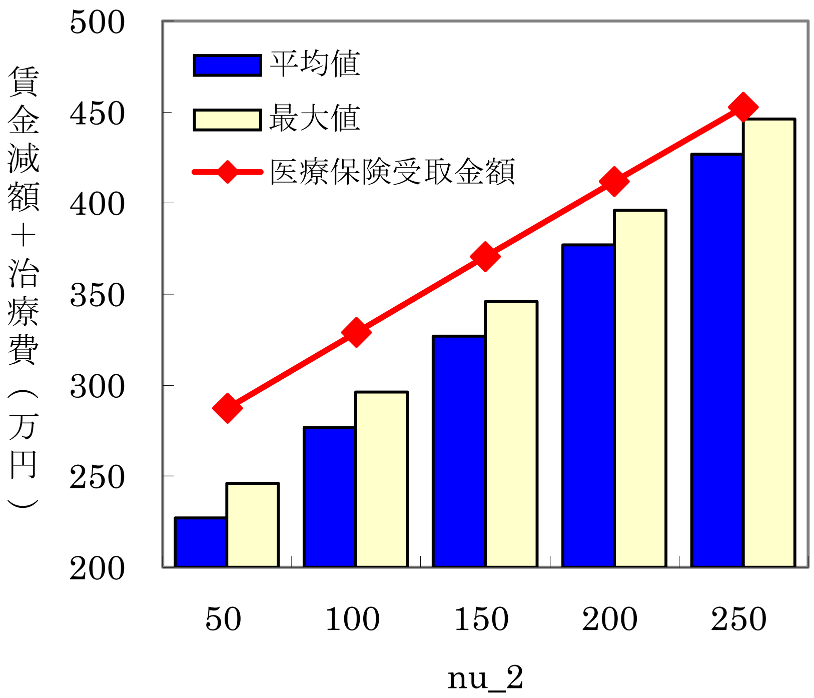


- 疾病発生率が上昇しても賃金の減少と治療費の増加はないので、医療保険金額には影響を与えない。しかし、単位当たり医療保険金額は小さくなり、賃金減少と治療費をカバーする保険金額を受け取るためには、加入単位数は大きくなり、平準払い保険料も高くなる。
- 賃金の減少や治療費の増加により、医療保険金額は増加する。単位当たり医療保険金額は一定なので、加入単位数も増え、平準払い保険料も高くなる。
- 疾病後死亡割合は、影響を与えない。

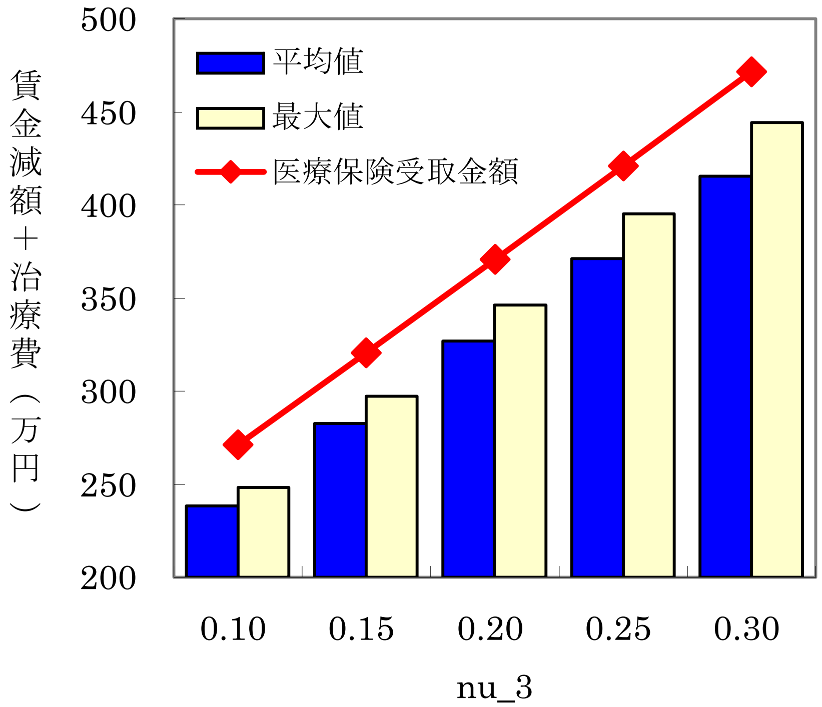
数値分析：結果（3）

✓ 医療保険受け取り金額と「賃金減額＋治療費」の関係

➢ 治療費　ν_2



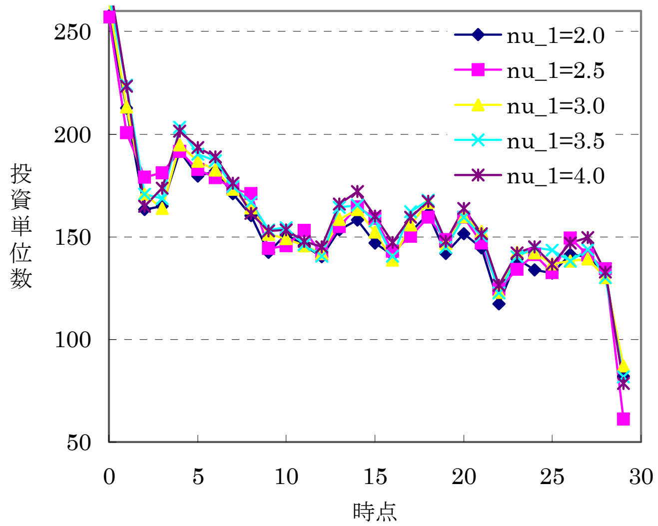
➢ 賃金減額率　ν_3



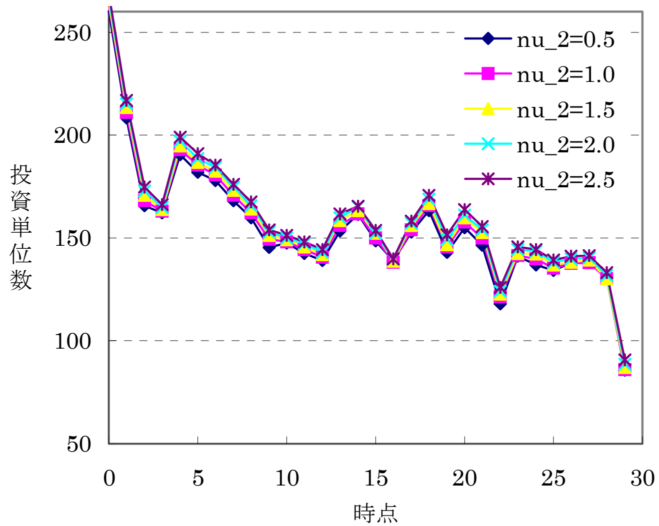
- 賃金減少額と治療費の合計と医療保険金額の値はほぼ等しく、医療保険は賃金減少と治療費をカバーするために用いられる。

数値分析: 結果(4)
―リスク資産・最適投資単位数―

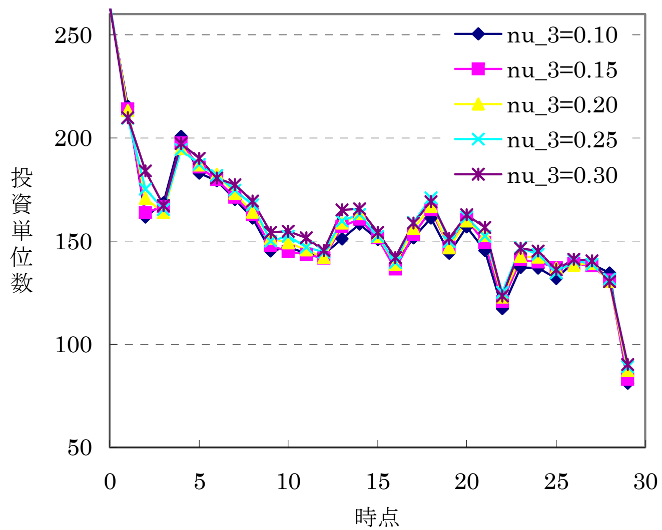
➢ 疾病率・係数



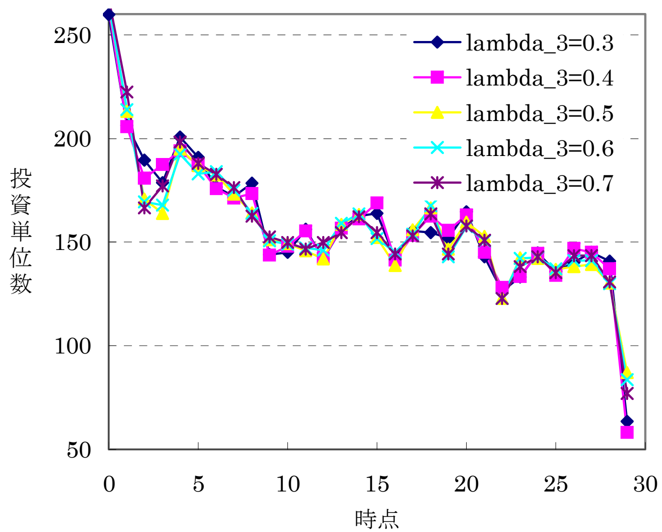
➢ 治療費



➢ 賃金減額率



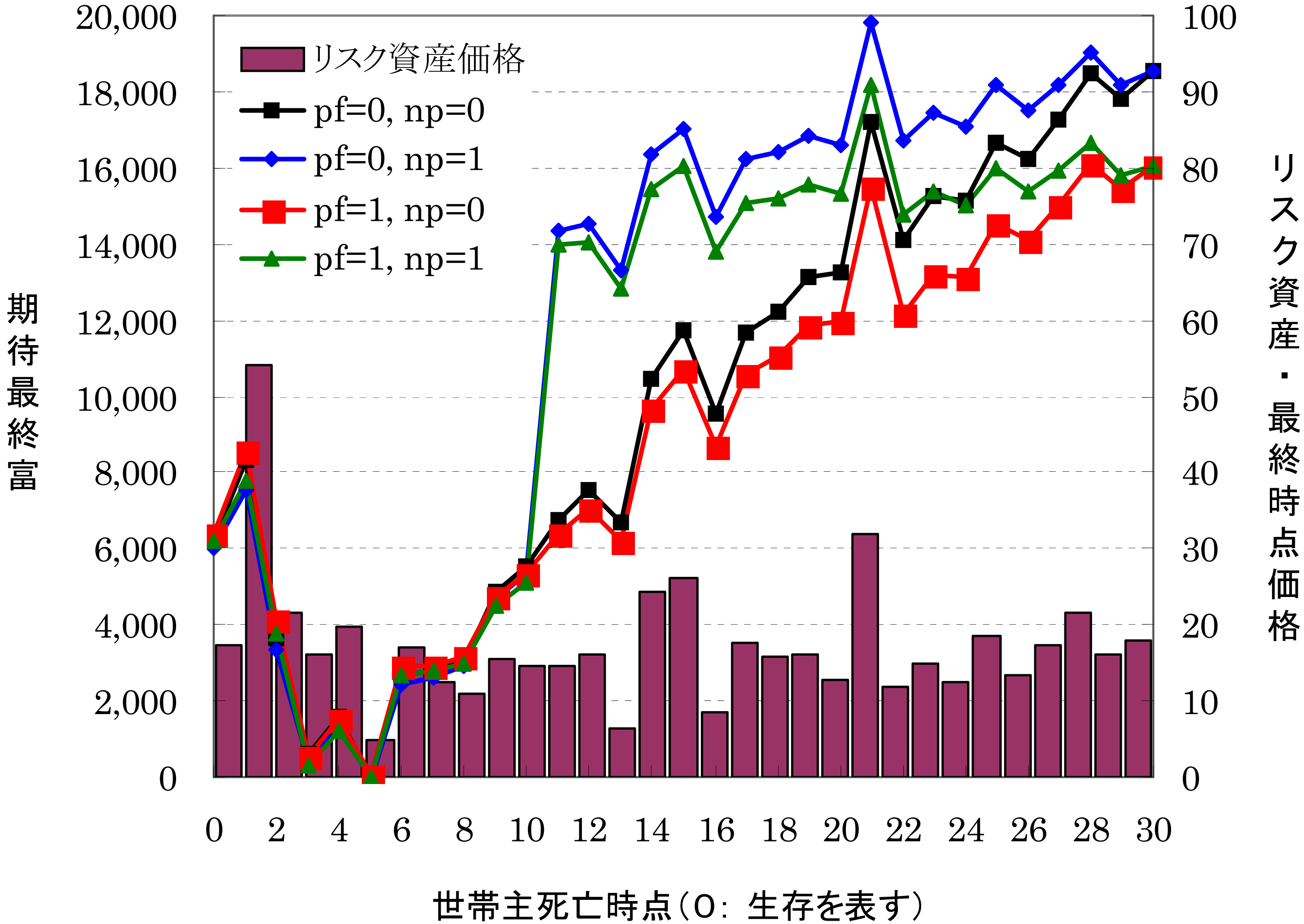
➢ 疾病後死亡割合



- 期待最終富を満たすために、疾病発生率の増加、賃金の減少、治療費の増加は投資単位数を増加させる。
- 疾病後死亡割合は投資単位数に影響を与えない。

逓減型死亡保険の利用(1)

✓ 受け取り金額一定の定期死亡保険の「世帯主の死亡時点別の期待最終富」



逓減型死亡保険の利用(2)

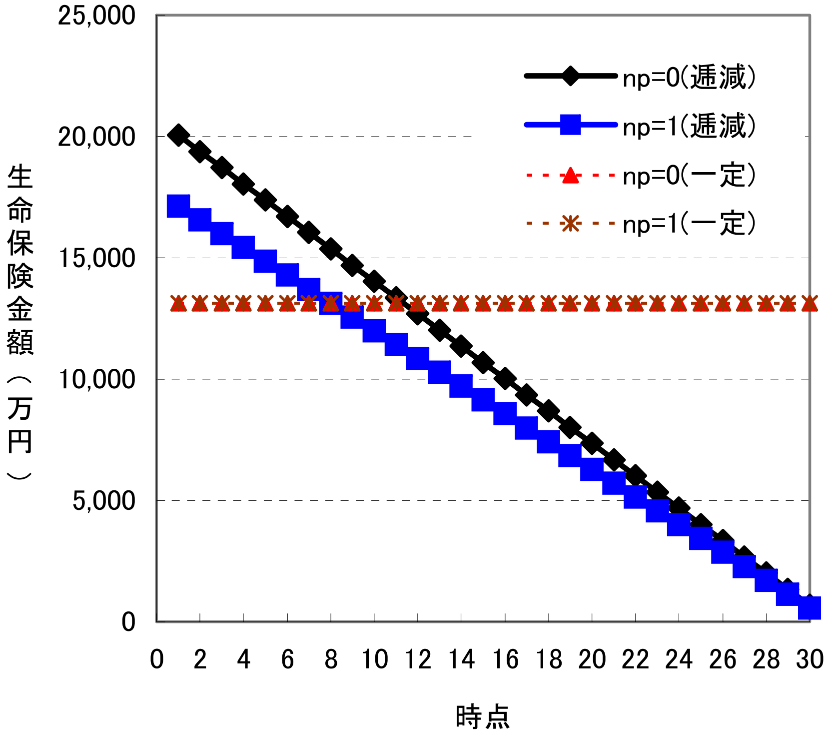
➢ **保険金関数**

$$\eta_{1,t} = T - t + 1$$

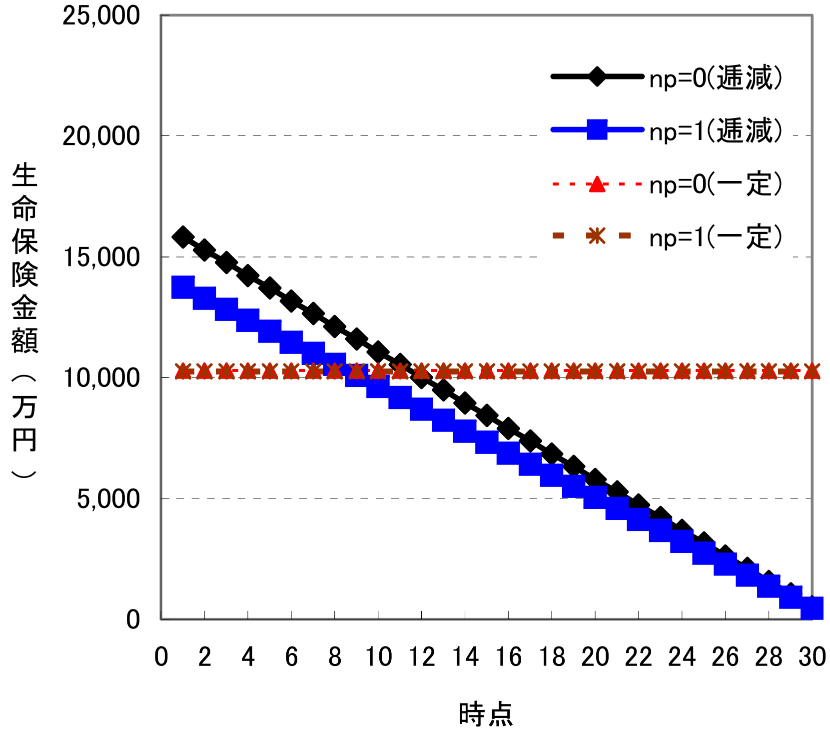
	含める	含めない	
遺族年金の受け取り	$pf = 1$	$pf = 0$	2ケース
住宅ローン返済免除	$np = 1$	$np = 0$	2ケース

✓ **最適生命保険金額**

$pf = 0$

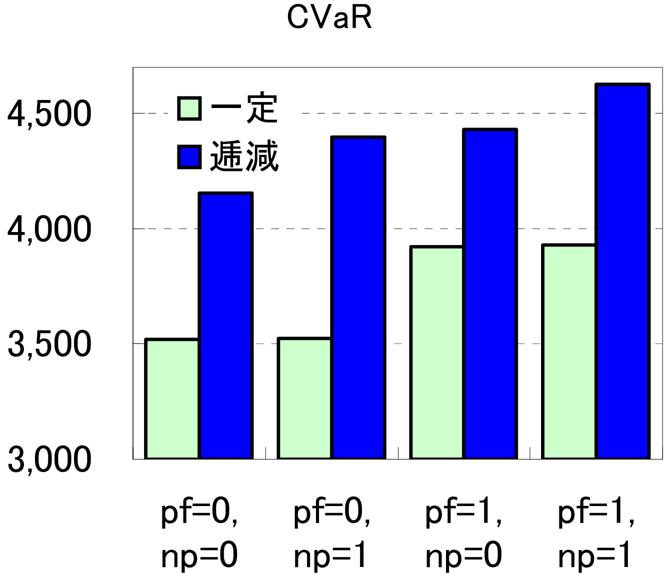


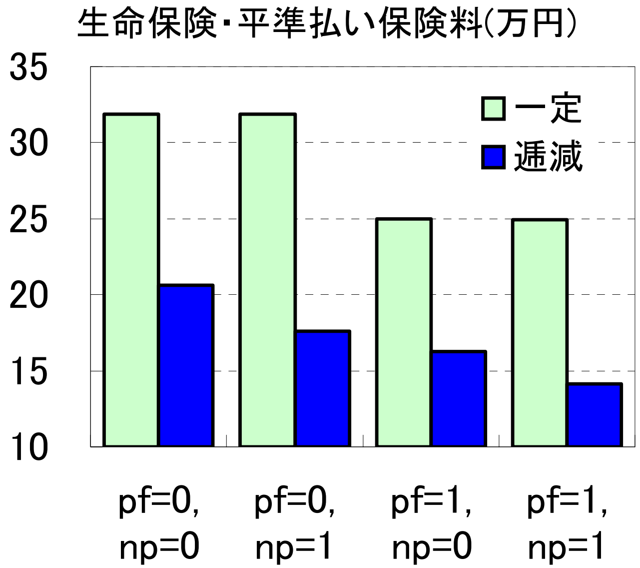
$pf = 1$

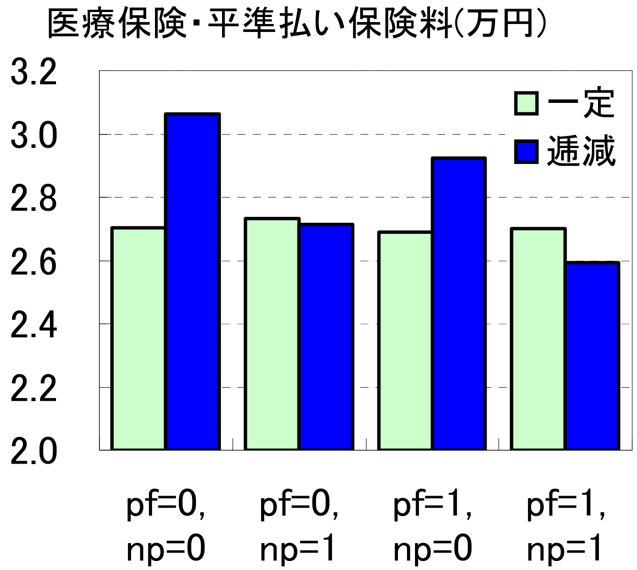


逓減型死亡保険の利用(3)

✓ CVaR, 生命保険&医療保険の平準払い保険料



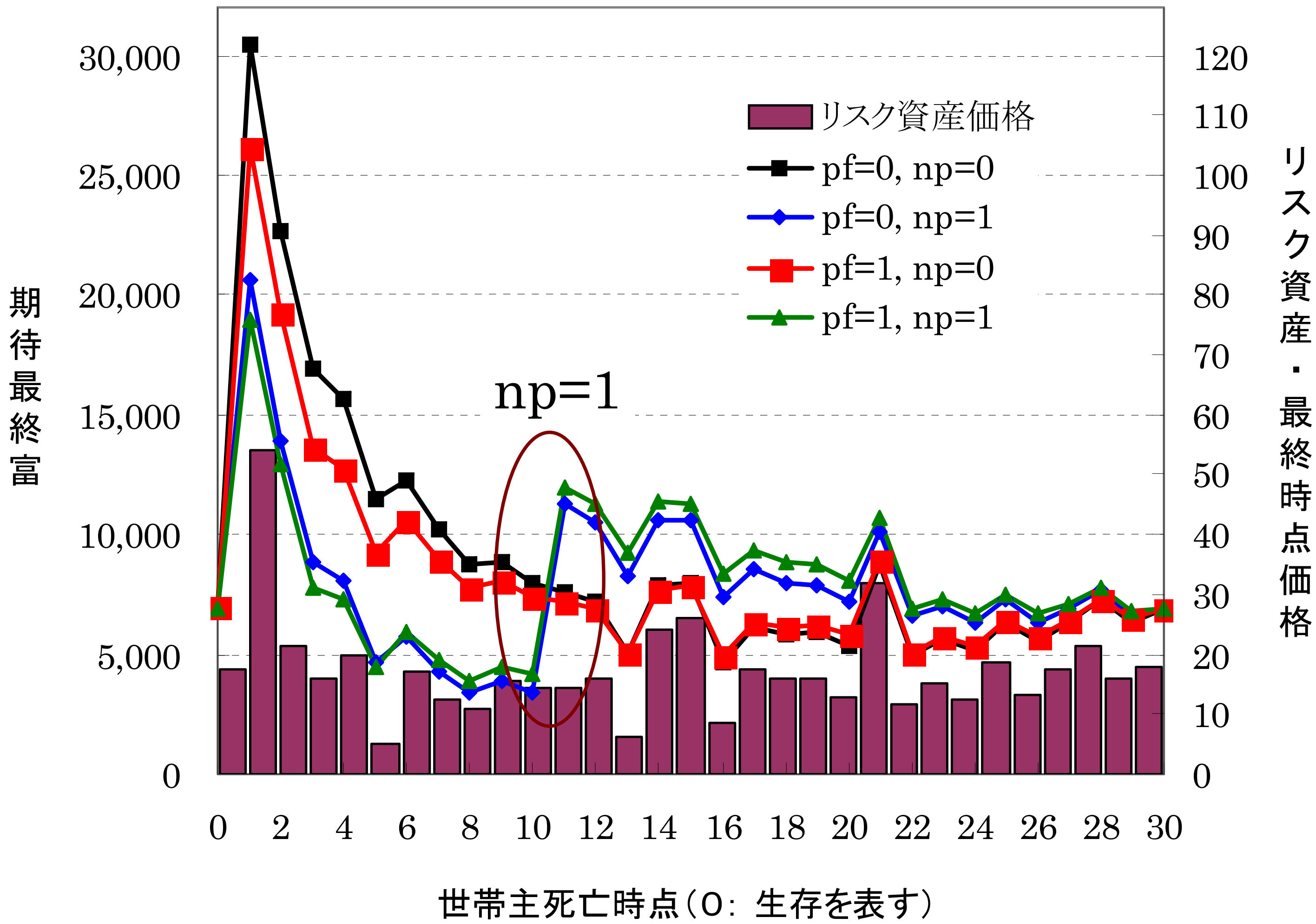




- pf=1, np=1 の場合、一定型に比べて、CVaR は約700万円(約18%) 増加する。
- 生命保険の平準払い保険料は、一定型に比べて
  np=0 では約35%、np=1 では約45% 減少し、劇的な効果がある。
- 生命保険の商品設計の変更は、医療保険には影響を与えない。

逓減型死亡保険の利用(4)

✓ 世帯主の死亡時点別の期待最終富



- 逓減型は一定型に比べて、世帯主の死亡時点別の期待最終富は均一化される。
- 住宅ローン返済免除の効果はある。

最適保険設計問題(1)

✓ 最適受け取り保険金額を求めるモデル

➢ 生命保険:収支相等の原則

$$u_L = \sum_{t=1}^{T} \phi_t x_t, \quad ただし、\phi_t = \frac{\lambda_{1,t}}{(1+g_1)^t}$$

$$\underline{1} \times u_L = \underline{\sum_{t=1}^{T} \frac{\theta_{1,t}\lambda_{1,t}}{(1+g_1)^t}} \times u_L, \quad x_t = \theta_{1,t} u_L$$

➢ 医療保険:収支相等の原則

$$u_B = \sum_{t=1}^{T} \psi_t w_t, \quad ただし、\psi_t = \frac{\lambda_{4,t}}{(1+g_1)^t}$$

最適保険設計問題(2)

- 収入、支出、保険に関するキャッシュ・フローに関する式の修正

$$
\begin{aligned}
D_t^{(i)} &= M_t^{(i)} + H_t^{(i)} - C_t^{(i)} - y_{L,t}^{(i)} u_L - y_F u_{F,t} - y_{B,t}^{(i)} u_B \\
&\quad + \tau_{1,t}^{(i)} x_t + \tau_{2,t}^{(i)} \theta_2 u_{F,t-1} + \tau_{4,t}^{(i)} w_t - \tau_{2,t}^{(i)} \alpha (1-\gamma) W_{2,t-1}^{(i)}, \\
&\quad (t = 1, \ldots, T-1;\ i = 1, \ldots, I) \\
D_T^{(i)} &= M_T^{(i)} + H_T^{(i)} - C_T^{(i)} + \tau_{1,T}^{(i)} x_T + \tau_{2,T}^{(i)} \theta_2 u_{F,T-1} + \tau_{4,T}^{(i)} w_T \\
&\quad - \tau_{2,T}^{(i)} \alpha (1-\gamma) W_{2,T-1}^{(i)}, \quad (i = 1, \ldots, I)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
L_t^{(i)} u_L &= \tau_{1,t}^{(i)} \theta_{1,t} u_L = \tau_{1,t}^{(i)} x_t \\
B_t^{(i)} u_B &= \tau_{4,t}^{(i)} \theta_{4,t} u_B = \tau_{4,t}^{(i)} w_t
\end{aligned}
$$

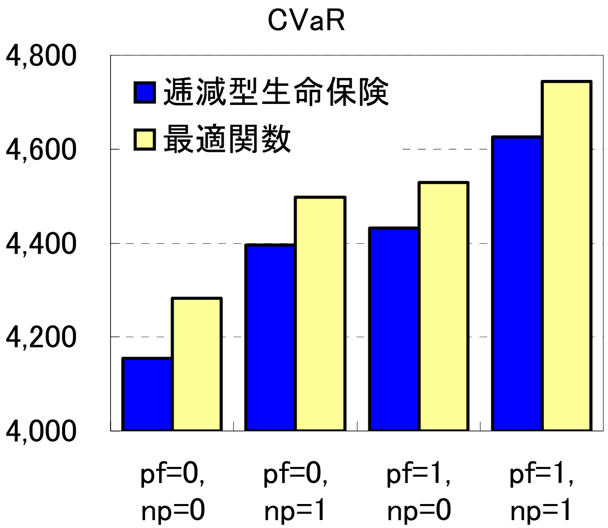
- 非負制約式

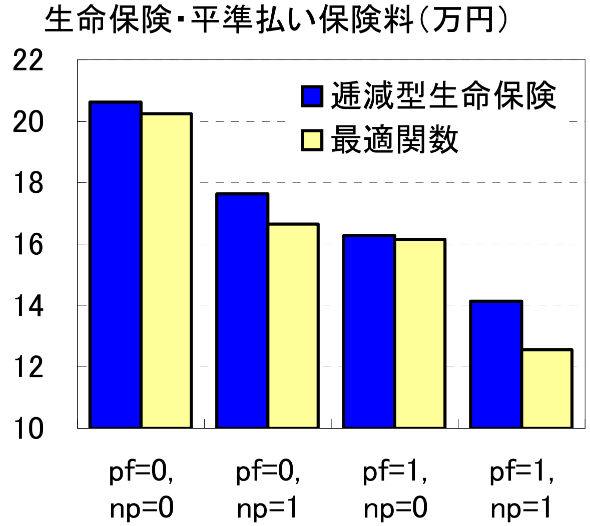
$$x_t \geq 0,\ (t = 1, \ldots, T)$$

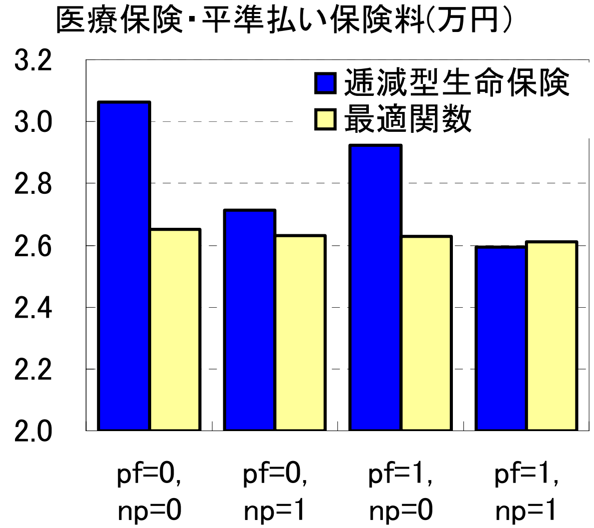
$$w_t \geq 0,\ (t = 1, \ldots, T)$$

最適保険設計問題(3)

✓ CVaR, 生命保険&医療保険の平準払い保険料





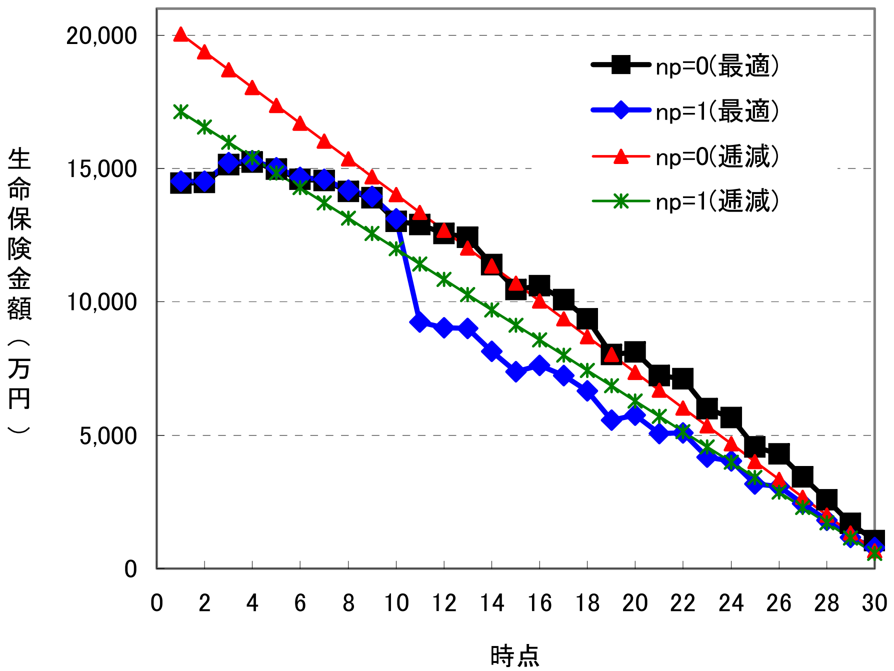


- 目的関数は増加し、生命保険の平準払い保険料は減少する。
  - ➢ pf=1, np=1 の場合、目的関数は約120万円(3%)大きくなり、生命保険の平準払い保険料は10% 削減される。
- 医療保険の平準払い保険料は、np=0 の場合に約10% 削減される。

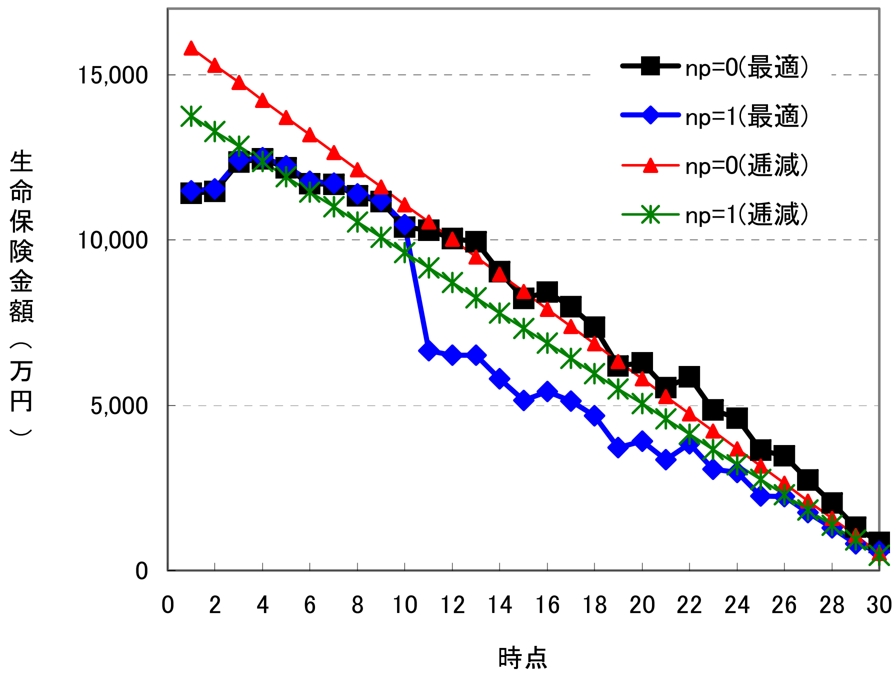
最適保険設計問題(4)

✓ 最適生命保険金額

$pf = 0$



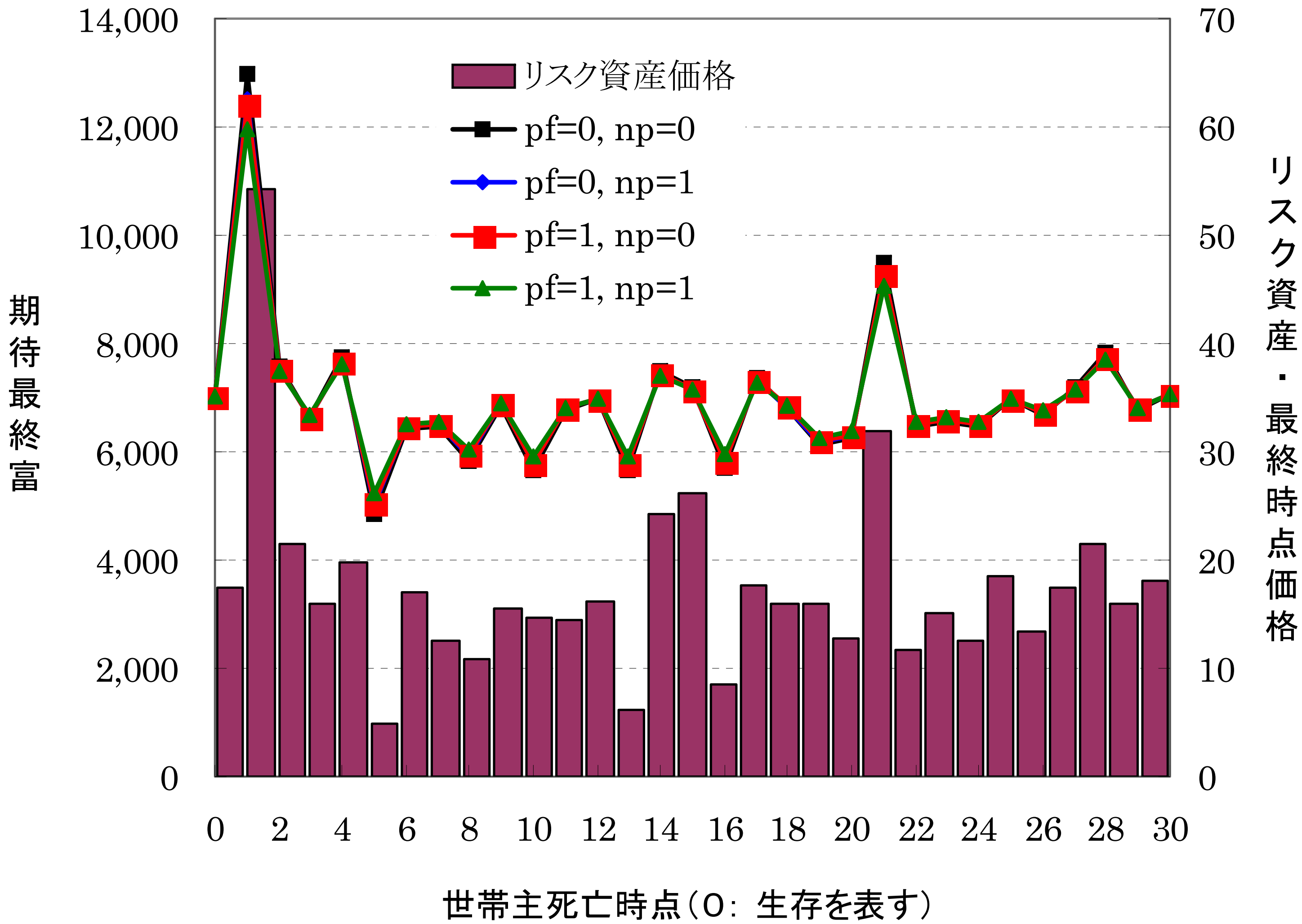
$pf = 1$



- 最適関数も時点の経過とともにほぼ減少関数となる。
- 2～3時点にかけて上昇する。(子供が3年後に生まれ、教育費がかかるから)。
- np=1 のとき、10～11時点に急下落する。(住宅ローンが返済免除されるから。)

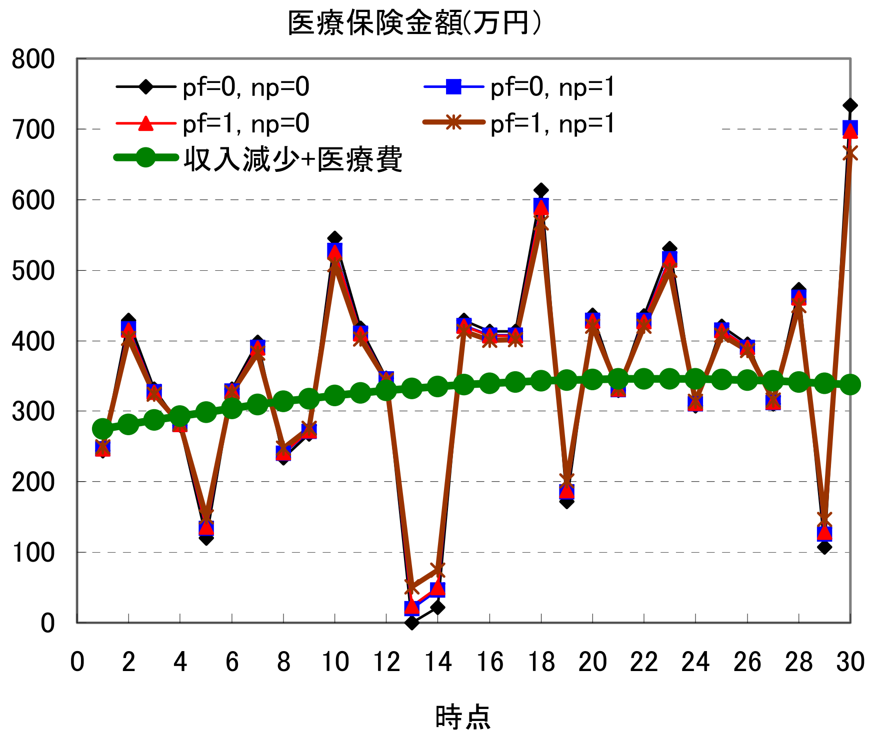
最適保険設計問題(5)

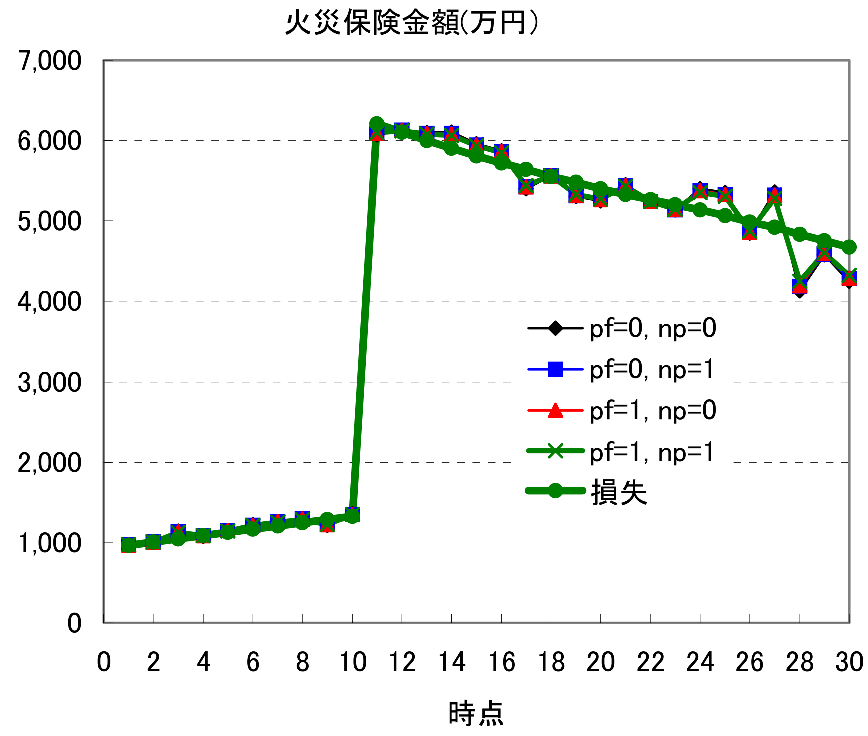
✓ 世帯主の死亡時点別の期待最終富



最適保険設計問題(6)

✓ 最適医療保険金額＆最適火災保険金額





今後の課題

- ✓ 集約モデルの構築による計算時間の短縮
  - 対応年数はそのままにして、期間数を縮小する。
- ✓ ファイナンシャル・コンサルティング・ツールとして利用するためのシステム化
- ✓ 混合型モデルによる多期間最適化
  - 混合型モデル [枇々木(2001)]
  - シミュレーションと条件付き意思決定