

Title	家計のファイナンスのための多期間最適化モデルの研究
Sub Title	Multi-period optimization model for household financial planning
Author	枇々木, 規雄(Hibiki, Norio) 今井, 潤一(Imai, Junichi)
Publisher	
Publication year	2012
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2011. )
JaLC DOI	
Abstract	本研究では退職時点までのファイナンシャル・プランニング(FP)と退職後のリタイアメント・プランニング(RP)の2つを対象にモデルの構築および分析を行った。枇々木(2008)のFPモデルを改善し、より柔軟な世帯の設定を実現化するモデルの構築を行い、分析を行った。さらに、計算時間の短縮が可能な2種類の集約モデルも構築した。これらの研究成果をもとに、Excelによるインターフェースとする分析ツールを開発した。一方、RP行うために、主観的健康感により異なる生存率をパネルデータに基づき計算した。これらのパラメータも考慮したRPモデルを構築・実装し、分析を行った。
Notes	研究種目：基盤研究(C) 研究期間：2009～2011 課題番号：21510158 研究分野：複合新領域 科研費の分科・細目：社会・安全システム工学/社会システム工学・安全システム工学
Genre	Research Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_21510158seika">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_21510158seika</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年3月31日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21510158

研究課題名（和文） 家計のファイナンスのための多期間最適化モデルの研究

研究課題名（英文） MULTI-PERIOD OPTIMIZATION MODEL FOR HOUSEHOLD FINANCIAL PLANNING

## 研究代表者

枇々木規雄（HIBIKI NORIO）

慶應義塾大学・理工学部・教授

研究者番号：30245609

研究成果の概要（和文）：本研究では退職時点までのファイナンス・プランニング(FP)と退職後のリタイアメント・プランニング(RP)の2つを対象にモデルの構築および分析を行った。枇々木(2008)のFPモデルを改善し、より柔軟な世帯の設定を実現化するモデルの構築を行い、分析を行った。さらに、計算時間の短縮が可能な2種類の集約モデルも構築した。これらの研究成果をもとに、Excelによるインターフェースとする分析ツールを開発した。一方、RPを行うために、主観的健康感により異なる生存率をパネルデータに基づき計算した。これらのパラメータも考慮したRPモデルを構築・実装し、分析を行った。

研究成果の概要（英文）：In this paper, we formulate the models for financial planning and retirement planning, respectively. We examine the numerical examples for virtual households. At first, we improve the previous financial planning model by Hibiki(2008). We can solve the problem for the various types of households. Moreover, two kinds of the aggregation models are proposed to reduce computing time. We develop the financial planning tool which involves Excel-based interface. Second, we estimate surviving rates based on subjective health using panel data. We construct the retirement planning model, and solve the problem.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム工学 社会システム工学・安全システム工学

キーワード：ファイナンス、家計

## 1. 研究開始当初の背景

本研究では、家計がさらされている様々なリスク(世帯主の死亡リスク、疾病リスク、住宅の火災リスク、長生きリスク、インフレリスク)を考慮し、長期間にわたる家計のファイナンス・プランニングのための投資や保険などの戦略を立案する多期間最適化モデ

ルについて研究する。計画期間を世帯主の退職までの期間と退職後の期間の2つに分けてモデル化し、その統合モデルを構築する。世帯主の退職までの期間は主に生命保険によって世帯主の死亡による収入減少リスクをヘッジするとともに、賃金収入がなくなる退職後に備えた計画を行う必要がある。一方、

退職後の期間には長生きリスクをヘッジする計画が必要である。2つの期間はキャッシュ・フロー構造が大きく異なるため、特徴に合わせたモデル化を行うとともに、多様な世帯に対応するための様々な工夫も行う。家計に関する様々な統計データ(貸金構造基本統計調査、全国消費実態調査など)を利用し、入力パラメータの推定を行い、実態に合わせた数値分析を行う。ファイナンシャル・プランナーが、本研究から得られた知見や構築したモデルを家計のアドバイスを行う際に利用できるように研究を行う。

## 2. 研究の目的

本研究では退職時点までと退職後の2つの側面から家計のファイナンシャル・プランニングに役立つ実践的なモデルを構築し、分析を行う。

### (1) 退職時点までのファイナンシャル・プランニング

枇々木(2008)のモデルを改善し、共働き世帯など、より柔軟な世帯の設定を実現化するモデルの構築を行い、分析を行う。さらに、計算時間の短縮が可能な2種類の集約モデルも構築する。これらの研究成果をもとに、Excelによるインターフェース、C++とNUOPT(数理計画ソフトウェア)による数値計算が可能な分析ツール(ソフトウェア)を開発する。

### (2) 退職後のリタイアメント・プランニング

公的年金、生活支出などキャッシュ・フローを精緻に計算し、パラメータを推定する。主観的健康感により異なる生存率をパネルデータに基づき推定する。これらのパラメータを含めてリスク資産、現金、個人年金、余剰消費を決定するモデルを構築・実装し、分析を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) 退職時点までのファイナンシャル・プランニング

世帯の収支など基本的なモデルを設定し、多期間最適化モデルとその計画期間数を短縮する集約モデルを提案する。それらを分析ツールの中に実装し、仮想世帯に対する数値分析を行う。

#### ① モデルの設定

##### a. 世帯

世帯とは、1人の世帯主と複数の家族(配偶者、子供など)からなる集団と定義する。世帯主のみ死亡リスクが存在すると仮定する。

##### b. 収入

賃金は毎月の現金給与額と年間賞与に分けて業種別に賃金カーブを推定し、現在の賃金水準を下に将来の賃金を推定する。税金などを考慮して可処分所得を計算する。世帯主

が死亡すると退職金、生命保険金、遺族年金が得られる。退職後の収入も考慮する。

##### c. 消費支出

消費支出は生活消費支出と非金融資産の購入支出の合計とする。生活消費支出は、住宅関連支出、子供に関する支出(教育・生活支出)、各種保険料などの和として計算する。

##### d. 投資資産

無リスク資産と複数のリスク資産に投資する。

##### e. 生命保険(世帯主)

世帯主を被保険者とし、初期時点で加入し最終時点を満期とする3種類の生命保険(平準定期保険、逓減定期保険、収入保障保険)と毎年加入する1年定期保険の4種類を対象とする。

## ② 多期間最適化モデル

以下の点を考慮して、モデルを定式化する。

a. 期待最終富をリターン指標、最終富の条件付きバリュー・アット・リスク(CVaR)をリスク指標とする。最終富のCVaRの下限値を保ちつつ、期待最終富を最大化するモデルを定式化する。

・モデル1: 最適な投資戦略および保険戦略を求めるモデル

・モデル2: 資産配分比率を所与として保険戦略のみを求めるモデル  
(以下の2種類の投資戦略)

— 「100-年齢」(%)戦略(以降、HMA戦略)

— コンスタント・リバランス戦略(CR戦略)

b. 最適な投資戦略(各資産への投資比率)および保険戦略(生命保険の購入単位数と解約割合)を決定変数として設定する。

c. 資産運用以外のキャッシュ・イン・フローとして賃金、借入金、生命保険金、遺族年金など、キャッシュ・アウト・フローとして消費、各種保険料を設定する。

## ③ 集約モデル

計画期間数を短縮する集約モデルを2種類提案する。

### a. 集約モデル1

集約モデルの時点を除く時点ではリスク資産の投資決定を変更しないモデル

### b. 集約モデル2

集約モデルの時点以外のオリジナルモデルの時点の決定変数を集約モデルの時点の決定変数の加重平均と考えるモデル

## (2) 退職後のリタイアメント・プランニング

主観的健康感のパネルデータを分析し、それを反映した生命表を作成する。公的年金収入、医療費支出などの世帯の収入・支出に関するキャッシュ・フローを反映し、多期間最適化モデルを提案する。仮想世帯に対する数値分析も行い、世帯の長生きリスクへの影響を調べる。

### ① 主観的健康感と生存率

「東京都老人総合研究所－ミシガン大学、全国高齢者パネル調査」のデータを用いて生存率曲線を推定し、主観的健康感に依存した生命表を生成する。

主観的健康感の項目に対する回答が一致するデータを一群とみなし、カプラン・マイヤー法を用いて、群ごとに生存率曲線に差が出るかを分析する。主観的健康感と疾患の有無を考慮してパネルデータを男女別に分析し、群ごとの生存率曲線を決定する。

### ② モデルの設定

#### a. 問題の構造

世帯主・配偶者の両方が死亡した場合を世帯の消滅と定義し、計画期間は退職時(65歳)から世帯消滅時点までとする。目的関数は、遺産動機の強さと資金不足のリスクの2点に着目し設定する。不確実な死亡時点、医療費、リスク資産の収益率をパスで記述し、最適な資産配分、夫婦それぞれの私的年金の購入額、余剰消費額を決定するモデルを構築する。

#### b. 世帯

夫婦ともに65歳の世帯主と配偶者の2人のみの世帯を対象として、その家計を考える。世帯におけるリスクは世帯主と配偶者の死亡および病気であり、世帯の収入や支出の構造は、これらのリスクが顕在化したときに変化すると仮定する。

#### c. 収入

世帯収入は公的年金と0時点に加入する私的年金のみと仮定する。私的年金を0時点で購入し、1時点後から支給が開始される1年据置型年金に加入できるものとする。

#### d. 支出

生活支出は、最低生活費、医療費、余剰消費の3項目の合計とする。

#### e. 投資資産

無リスク資産とリスク資産に投資する。

### ③ 多期間最適化モデル

以下の3種類の目的を達成するために、その加重平均を目的関数として定式化する。

①世帯消滅時点もしくは計画最終時点の富を遺産として定義し、その期待値の現在価値(0時点での価値)を大きくする

②最低生活費と医療費以外の追加的な余剰消費額の期待値の現在価値の全時点の平均を大きくする

③各時点に保持するべき額(目標額)を下回る額の期待値(1次下方部分積率)の現在価値の全時点の加重平均を小さくする

遺産動機の強さを余剰消費額と遺産額を重み付けるパラメータとして設定する。

問題を解いて、最適な投資・年金戦略(各時点のリスク資産の投資量と無リスク資産(現金)、0時点での世帯主と配偶者の私的年金の購入単位数)と各時点の追加的な余剰消

費を決定する。

### 4. 研究成果

以下の(1)～(3)は退職時点までのファイナンシャル・プランニングに関する研究成果、(4)～(6)は退職後のリタイアメント・プランニングに関する研究成果である。

#### (1) FP分析ツールとモデルの実装

日本国内において開発されているFP分析ツールは「万が一」の場合も世帯主は「現時点」「試算年度末」で死亡する場合を想定しているし、資産運用も平均運用率での確実な運用を仮定しており、リスクを考慮していない確定シミュレーションを行うのみである。したがって、キャッシュ・フロー表も世帯主が生存している場合か世帯主が死亡して存在しない場合のどちらかだけしか対応できないし、リスク資産への投資結果も期待値でしか記述できない。そこで、本研究では簡易版ではあるが、多期間最適化モデルをベースにし、リスクを考慮した確率シミュレーションができるなどの機能を持つFP分析ツールを設計し、実装した。分析ツールのインターフェースはExcel(マイクロソフト)で作成した。図1にお客様入力データ・ワークシート、図2にキャッシュ・フロー表を示す。



図1：お客様入力データ・ワークシート

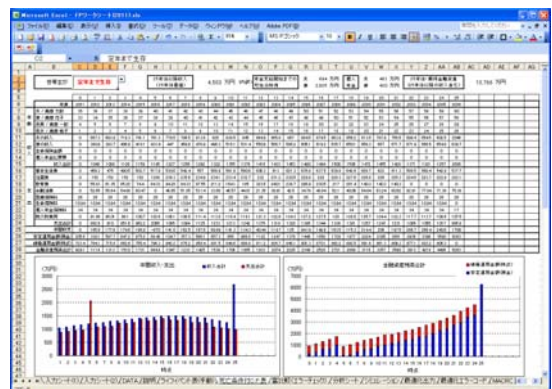


図2：キャッシュ・フロー表

最適資産配分・保険購入戦略モデル(オリジナルモデル、2種類の集約モデル)、資産配分所与・最適保険購入戦略モデル、シミュレーション(資産配分・保険購入所与)の3種類の計算が可能である。

最適化計算は、数理計画法ソフトウェア NUOPT((株)数理システム)、シミュレーションも含めて他に関連する計算はすべて C++ を使う。これらの計算は Excel VBA マクロでバッチ処理している。

(2) 基本分析

仮想的な世帯を想定し、分析ツールを用いて分析を行った。リスク資産の投資比率と最終富分布を図3と図4に示す。

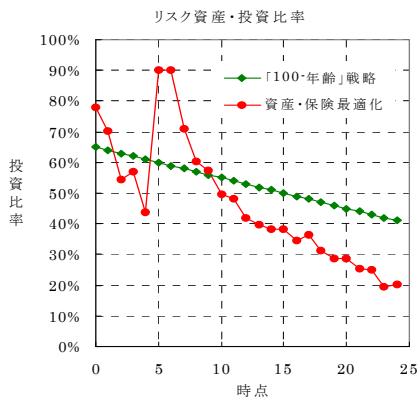


図3：リスク資産の投資比率

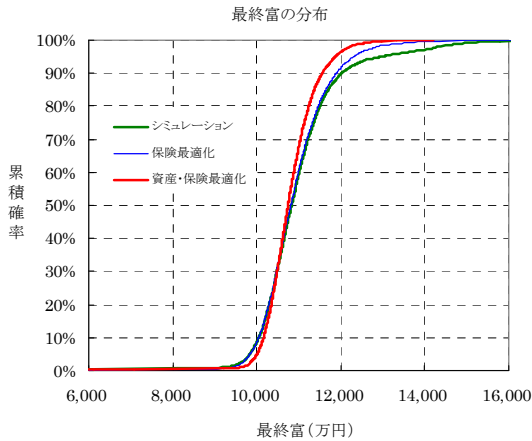


図4：最終富分布

図3の資産・保険最適化における最適投資比率を見ると、住宅購入時点(5 時点)の前までは減少し、5 時点において一時的に上昇し、その後再度減少する。集約モデルにおいて住宅購入時点とその1 時点前を決定変数として取り扱う必要があることを裏付けている。

図4を見ると、シミュレーション、保険最適化、資産・保険最適化の順で分布の幅が狭くなり、リスクコントロールができていくことが分かる。

(3) 集約モデルによる効果

図5に集約モデル2における期間数と3回目の反復までの累積計算時間の関係を示す。'U', 'R1' ~ 'R3' は各反復計算の計算時間である。

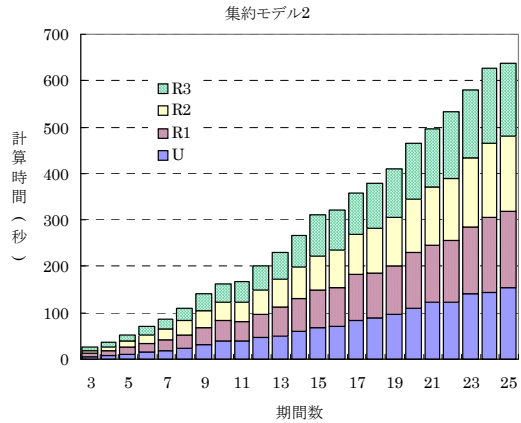


図5：期間数と計算時間の関係

期間数が増加するにつれて、計算時間が指数的に増加するが、集約モデルによる計算時間の削減効果は大きく、K=5 では約 8%、K=10 では約 25%、K=15 では約 49%の時間で計算することができる。2 種類の集約モデルの計算時間はほとんど同じである。また、反復回数の2 回目と3 回目はほとんど同じ目的関数値であり、資産配分もほぼ同じである。そのため、計算時間の短縮を図るためには反復回数は2 回でよいだろう。

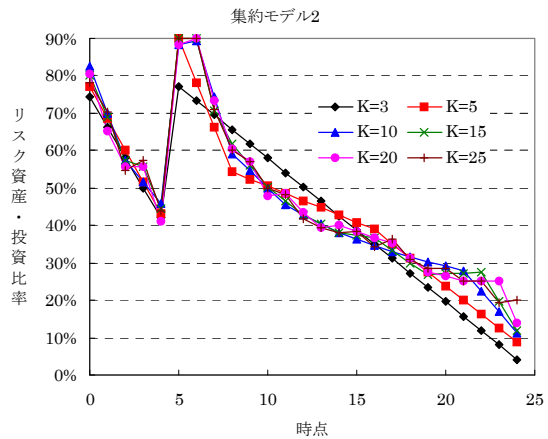


図6：期間数と各時点の最適投資比率の関係

図6に集約モデル2を用いて、7 種類の異なる期間数に対して計算した各時点の最適投資比率を示す。集約モデル2は決定変数の加重平均という考え方をういたために滑らかに記述できており、特に少ない期間数のときに効果的である。

(4) 主観的健康感を考慮した生命表の作成

① 男性の生命表

病気がない場合は一定の生存率を持つが、

病気がある場合には主観的健康感によって異なる生存率を持つことが分かった。そこで病気がある場合は、“excellent & very good”, “good and fair”, “poor” の3つの生存率、病気がない場合は一定の生存率を持つとし、65歳に生存していた人の各年齢での生存率関数を図7に示す。

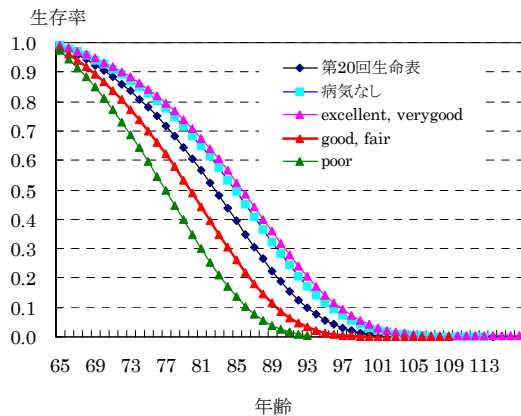


図7：男性の生存率関数

② 女性の生命表

病気の有無には依存せず、主観的健康感のみが影響するという結果が得られた。そこで、女性は3パターンの主観的健康感の区分 (“excellent~good”, “fair”, “poor”) にしたがって生命表を区別し、得られた生存率関数を図8に示す。

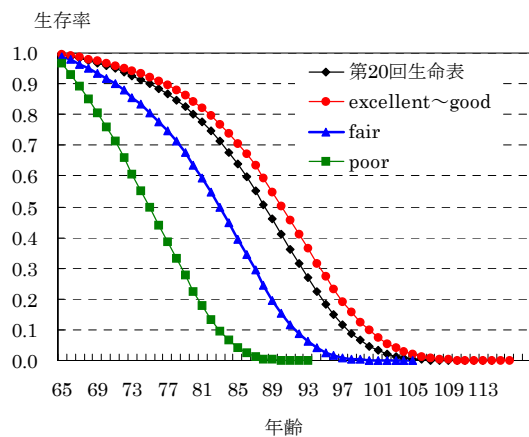


図8：女性の生存率関数

(5) 基本分析

世帯主(男性)、配偶者(女性)ともに年齢は65歳で夫婦2人の家計とし、無職で、65歳以降の収入は公的年金のみとする。リスク資産は株式のみとする。資金はできるだけ使い切ることを考える。また、世帯主の主観的健康感 “good, fair”、配偶者の主観的健康感 “excellent~good” とする。

効率的フロンティアを図9に示す。

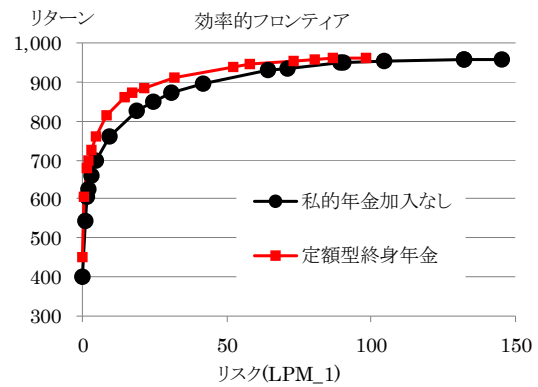


図9：効率的フロンティア

定額型終身年金に加入した場合は私的年金なしに比べて外側に位置し、効率性が上昇することが分かる。また、リスクとリターンのトレードオフ関係も確認できる。

リスク回避係数が10のときの最適な資産配分を図10に示す。

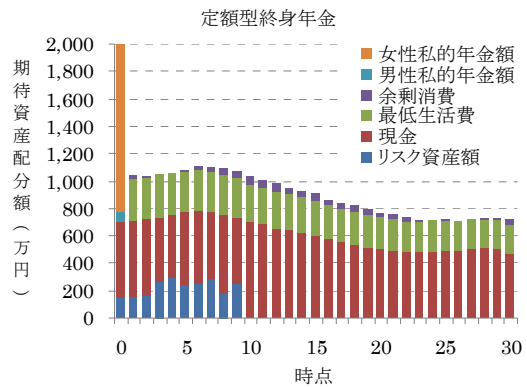


図10：資産配分の推移

利回りだけで考えると定額型終身年金に加入する方が損である。しかし、男性は79万円(年額3.6万円)の年金への加入、女性は1,219万円(年額47万円)の年金への加入を選択する。その結果、私的年金に加入しない場合に比べて、リスク資産への投資額は減少するが、現金(無リスク資産)に対するリスク資産への投資割合は増加し、余剰消費の現在価値も7.6%増加する。これは、直感とも一致しており、老後の安定的な収入を得ることにより、より多くのリスク資産への投資や余剰消費を行うことができる。

(6) 主観的健康感の違いによる比較

夫婦のさまざまな主観的健康感の組み合わせに対する分析を行う。初期時点の資産配分を図12に示す。

主観的健康感が異なると無リスク資産と私的年金の割合には差がある。男性の主観的健康感が同じ場合、女性的主観的健康感が悪くなるにつれて女性の私的年金の加入金額

が減少し、男性の私的年金の加入額が増加する。これは女性が死亡すると公的年金額が下がり、長生きリスクを回避するためである。

女性の健康感が ex の場合、その死亡率は男性の ex の死亡率よりも低く、長生きリスクが大きくなる。そのため、女性は私的年金に多く加入することになる。一方、女性の健康感が po の場合、男性の健康感が po の死亡率よりも高いため、すべてのケースにおいて男性のみが私的年金に加入する。

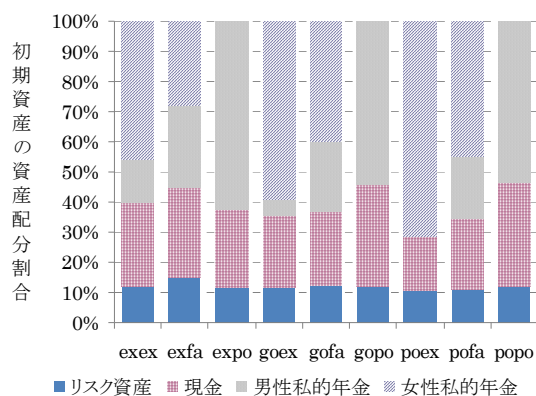


図 1 2 : 初期時点の資産配分

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 枇々木規雄, 多期間最適資産形成モデルと FP ツールの開発, ファイナンシャル・プランニング研究, No.11(2011), pp.16-41. 査読無し
- ② 枇々木規雄, あるべき我が国の家計ポートフォリオ, 個人向け投資サービスと行動ファイナンスを巡る研究会 著: 行動ファイナンスから読み解く個人向け投資サービスのあり方(資本市場研究選書 No.8), 第 3 章, pp.38-54, (野村資本市場研究所, 2011). 査読無し
- ③ 枇々木規雄, 西岡史恵, 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, ファイナンシャル・プランニング研究, No.10(2010), pp.91-101. 査読有り

[学会発表] (計 8 件)

- ① 枇々木規雄, 多期間最適資産形成モデルと FP ツールの開発, 日本 FP 学会第 12 回大会梗概集, pp.83-87, 2011 年 9 月 10 日, 千葉商科大学.
- ② 枇々木規雄, パーソナル・ファイナンスと多期間最適化モデル, 日本 FP 学会 パーソナル・ファイナンス研究会, 2011 年 1

月 20 日, 日本 FP 協会.

- ③ 大可泰士, 今井潤一, システミックリスクを考慮した CDO のリスク評価, 日本保険・年金リスク学会第 8 回研究発表大会予稿集, pp.45-58, 2010 年 10 月 2 日, 大手町サンケイビル.
- ④ 枇々木規雄, 西岡史恵, 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, 日本 FP 学会第 11 回大会梗概集, pp.49-56, 2010 年 9 月 4 日, 立命館大学.
- ⑤ 木村嘉明, 枇々木規雄, インプライド分布を用いた多期間最適資産配分モデル, 日本金融・証券計量・工学学会 2010 年夏季大会予稿集, pp.215-226, 2010 年 7 月 31 日, 成城大学.
- ⑥ 枇々木規雄, ポートフォリオ最適化のモデル開発と実務への適用, 第 3 回横幹連合コンファレンス, 2009 年 12 月 5 日, 東北大学.
- ⑦ 川口宗紀, 枇々木規雄, 年金 ALM モデルの比較分析 - 連続モデルと離散モデルの比較 -, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2009 年秋季研究発表会アブストラクト集, pp.58-59, 2009 年 9 月 9 日, 長崎大学.
- ⑧ M. Kawaguchi and N. Hibiki, Dynamic Asset and Liability Management Models for Pension Systems - The Comparison between Multi-period Stochastic Programming Model and Stochastic Control Model -, The 13th Annual Conference of The Asia-Pacific Risk and Insurance Association, July 21, 2009, Beijing.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

[その他] なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

枇々木規雄 (HIBIKI NORIO)  
慶應義塾大学・理工学部・教授  
研究者番号: 30245609

### (2) 研究分担者

今井潤一 (IMAI JUNICHI)  
慶應義塾大学・理工学部・准教授  
研究者番号: 10293078

### (3) 連携研究者

該当なし