

退職ポートフォリオ分析*

ーモンテカルロシミュレーションとオーバーラッピング法を使ってー

城 下 賢 吾

木 下 真

(山口大学大学教育センター准教授)

1. はじめに

平均寿命が長くなり、引退後の資産引き出し過程が長期化し、退職者は、若い時期から蓄積した金融資産よりも長生きするというリスクが高まってきている。

そのリスクを軽減する1つの方法が退職後も資産を運用しながら、生存期間中、資産が枯渇することがない維持可能な引き出し率を見出すことである。維持可能とは、毎年資産を運用しながら、人生を閉じるよりも先に蓄積金融資産がゼロになることが全くないか、その可能性が低いことをいう。ただし、金融資産が生存中に枯渇する可能性を、どの程度受け入れるかは個々人のリスク許容度によって異なるだろう。

たとえば、今後30年間の生存中に資産がなくなることを全く認めない人の場合、1800万円強の金融資産があれば、年金利1%で運用しながら、毎年およそ4%（毎年72万円）引き出せば維持可能になる¹⁾。

当然、現役引退後、将来、引き出し期間中に、物価が上昇する可能性もある。これはお金の価値の低下を意味するので、物価調整をした実質の維持可能引き出し率で計算する必要がある。

また、リスク資産で運用するならば、期間中のリスク・無リスク金融商品

*本稿は2011年度科学研究費補助金（基盤研究（B）研究代表者：榊原茂樹教授）による研究成果の一部である。

1) この計算は資本回収係数を使って求めることができる。

の組み合わせや個々の金融商品のリターンいかににより、蓄積した資産価値も変動する。その結果、維持可能な引き出し率も変化するであろう。思いがけないリスク資産価格の下落（上昇）は維持可能な引き出し率の変更を必要とするかもしれない。さらに、長寿社会における男女間の平均余命や個々人の退職時年齢も維持可能な引き出し率に大きな影響を与えるであろう。

本稿の目的は、退職ポートフォリオ²⁾で資産運用しながら、5年、10年、15年、20年、25年、30年間のそれぞれの期間において、ある一定金額を引き出す維持可能な引き出し率を、さらには定年退職後の男・女が平均余命期間中まで維持可能な引き出し率を見出せるかどうかをモンテカルロシミュレーション法とオーバーラッピング法を使って検証することにある。

本稿では次節で過去の研究を簡単に紹介し、第3節で実証分析方法について説明する。第4節では、最初に、引き出し期間を固定した場合の実証結果を、次に、男女の退職後の平均余命期間に基づく実証結果を報告する。最後は結びである。

2. 過去の研究

アメリカでは退職ポートフォリオを運用しながら維持可能な引き出し率を見出すことが可能かどうかを発見しようという研究が数多く行われている。本節では過去行われた研究結果を簡単に紹介しよう。

Bengen (1994) は1926年から1992年までの大型株、長期債券データを用いて退職ポートフォリオの維持可能な引き出し率と、それを可能にする退職ポートフォリオに占める株式と債券の比率を検証した。結果によると、平均して、退職時初年度の退職ポートフォリオに占める株式の比重が50%から75%であれば、維持可能な引き出し率が4%であることを明らかにした。その後、Bengen (1996) は退職後の安心のために株式と債券の組み合わせか

2) ここでは、株式か債券あるいはその両方の組み合わせからなる退職後の蓄積した金融資産のことをいう。

らなる退職ポートフォリオ全体から年齢を1歳重ねるごとに毎年1%ずつ株式の比率を減らすことを推奨した³⁾。さらに、Bengen (1997) は退職ポートフォリオが小型株と短期債券で運用される影響も検討した。彼は退職ポートフォリオに占める小型株式の割合が30%から40%の投資であれば、維持可能引き出し率を高めることができるが、長期債券のかわりに短期債券を代用すれば維持可能引き出し率が低下すると結論づけた。

Pye (2000) は、維持可能引き出し率を導出するために、モンテカルロシミュレーションを使って、退職ポートフォリオを運用しながら、ある一定金額(物価調整済み)を引き出した場合の成功確率を計算した。引き出し期間は5年、10年、20年、30年である。彼の研究によれば、退職ポートフォリオからの引き出し率を維持可能にするために、証券が予想外に低いリターンならば、それに反応して将来引き出し率を下方調整することを提案している。

Bengen (2001) の分析では、より現実的なアプローチとして、退職者がより健康な退職初期に、より多くの資産を引き出し、退職中期に、より少なく、最後に体の衰えとともに医療・介護のため、より多くの資産を引き出すという退職プランを提案する。これは、物価調整済み固定引き出し率と比較しても有用であるという。

彼は株式や債券などのリターンによって引き出し率が変化するパフォーマンス調整を受け入れがたいと考えた。弱気市場の影響からそのように考えるのである。しかし、強気市場で幾分高い引き出しを、弱気市場で幾分低い引き出しを可能にする引き出し率の上限と下限を設定するという考えは前途有望であると結論づけている。当然のように、市場の動向によって引き出し率が増減する、このプランでは、退職者はポートフォリオ価値が下落した時の引き出し率の減少を覚悟しなければならない。

3) Scott, Sharpe, and Watson (2009) は退職ポートフォリオ物価調整4%引き出しルールを批判した。彼らは退職後の資産の変動があるがゆえに、引き出し率を固定するという考えは、資産の不足か、過度な余剰の蓄積が起きる可能性がある指摘する。引き出し率が無危険利率よりも小さい時、資産は今後消費されることはない余剰を蓄積するからである。

Cooley, Hubbard, and Walz (2003, 以下CHW) は人が退職後の資産より長生きするリスクの可能性を、オーバーラッピング法とモンテカルロシミュレーションを使って検証を行った。すなわち、3%から12%の引き出し率を固定あるいは物価調整した場合、どの引き出し率が維持可能なのか、その成功確率を検証した。退職後期間は15, 20, 25, 30年間である。また、退職ポートフォリオは株式か債券あるいは2つの証券の組み合わせで運用されるものとする。結果によれば、株式(債券) 50(50)%から75(25)%よりなる退職ポートフォリオを30年間、毎年5%から7%引き出した場合の成功確率は75%以上であった。しかし、それ以上に引き出し率を高めると成功確率は低下した。また、支払期間の長期化と高い引き出し率の状況下では、退職ポートフォリオに占める株式への比重の低下とともに成功確率も低下した。

Spitzer, Streiter, and Singh (2007) は、これまでの退職ポートフォリオ研究により導き出された維持可能引き出し率4%が退職ポートフォリオに関わる複雑な現象を過度に単純化しているものとして批判した。そこで、彼らはリスク許容度、資産を複数の金融商品に配分するアセットアロケーション、期待リターン、引き出し率すべてを考慮に入れた分析を行い、5.5%から6%までの引き出し率は実質リターンから維持可能であるものの、しかし、それは全体ポートフォリオに占める株式の比率が高い場合のみであると結論づけた。

Spitzer (2008) はCHW (2003) が用いた30年間の固定(物価調整)引き出し率ではなく、5年ごとに引き出し率を見直すことによって、寿命が尽きる前に資産が枯渇する可能性が改善するかどうかを検証した。検証結果によると、5年ごとの見直しにより資産が枯渇する可能性は減少するばかりか、毎年の引き出し額を増やすことが可能なことが明らかになった。

Stout and Mitchell (2006, 以下SM) は退職後の維持可能な引き出し率を引き上げながら退職ポートフォリオの成功確率を高めるためにダイナミック戦略を用いた。ダイナミック戦略とは株式や債券のポートフォリオパフォーマンスによって引き出し率を引き上げたり引き下げたりして、退職ポート

フォリオが存続するための可能性を高めることである。彼らの検証では、最初に、CHW (2003) が行った検証を再検討し、次に、固定期間に代えて男女の平均余命期間を考慮に入れた検証を行った。検証結果によれば、平均余命を考慮に入れることで、退職ポートフォリオの破たん率を50%減らすことができた。また、株式・債券のパフォーマンスに応じて引き出し率を変えるダイナミック戦略は、さらに破たん率を35%から40%減らすことに成功している。

Stout (2008) は確率最適化モデルで固定・変動引き出し率を検討した。彼の研究では、最初に、退職者は維持可能引き出し率に対応する最適なアセットアロケーションを確認する。次に、もしポートフォリオ価値が下落するならば、引き出し率を維持可能な水準まで引き下げることを提案する。もしポートフォリオ価値が予想よりも上昇したならば、退職者は引き出し率を上げて消費を増やしてもよいかもしれない。しかし、それは将来のポートフォリオ価値を維持するのに十分に余剰な資産が確立した後である。

彼が行ったモンテカルロシミュレーションは1926年から2006年までの大企業株式と長期債券の平均リターンをベースにしている。検証結果によれば、他の研究のように、破たん確率は物価調整後の実質引き出し率と正比例し、退職時の年齢と反比例した。すなわち、実質引き出し率が上昇するにつれて、破たん確率も高まる。退職年齢が高くなればなるほど、破たん確率は低下する。また、引き出し率を高めるためには、株式比率を高めたアセットアロケーションが必要であると結論づけている。

3. 方法論

(1) 実証データ

本稿はCHW(2003)とSM(2006)の研究手法にならない、わが国の株式と債券のデータを用いて退職ポートフォリオの固定維持可能引き出し率と、それ

を可能にする退職ポートフォリオに占める株式と債券の比率を検証する。ただし、株式や債券の運用や引き出し過程などに生じる税金と取引コストはかからないと仮定する。

株式リターン⁴⁾データは日本証券経済研究所の「株式投資収益率2010年版」の1977年1月から2010年12月までの月次市場収益率データを、国債リターンのデータは日経メディアマーケティング社、Financial Quest2.0の1977年1月から2010年12月までの「日経ボンドプライスインデックス：長期債」⁵⁾データを用いて計算した。1977年から2010年までの「年次物価総合指数データ」は総務省統計局のホームページから入手し、平均余命に関するデータは平成22年度厚生労働省発表の「簡易生命表（男，女）」を用いた。

(2) 固定引き出し率の実証方法

退職ポートフォリオを1,000万円と仮定し、退職者は、ある一定期間、ポートフォリオからの年間引き出し率、2%から12%を毎月引き出していく。ただし、引き出し率は一定期間、固定される。たとえば、一定期間10年、年間の引き出し率を3%と仮定するならば、1,000万円の年間の引き出し率は300,000円であり、これを10年間、株式・債券で運用しながら毎月25,000円ずつ引き出す。

1,000万円は以下のポートフォリオのアセットアロケーションで資産運用を行う。(1) 株式100%，(2) 株式95%，債券5%，(3) 株式90%，債券10%，----- (11) 株式50%，債券50%，----- (16) 株式25%，債券75% ----- (21) 債券100%と5%刻みで運用される。ただし、アセットアロケーションは毎月一定の比率にリバランスされる。

引き出し率は2%から12%まで0.5%刻みであり、支払期間は5年、10年、15

4) 本稿ではリターンと月次投資収益率は同じ意味で用いている。

5) 証券取引所に上場された公募長期国債（固定利率・満期一括償還銘柄に限る）を残存年限でカテゴライズし、価格を算出したものである。

年、20年、25年、30年である。これら期間中に、資産が枯渇することがなく残るかどうかの引き出し率の成功確率をモンテカルロシミュレーションとオーバーラッピング法を使って試算する⁶⁾。

モンテカルロシミュレーションは平均、標準偏差、相関係数などの市場特性を組み入れているので、より頑健な結果を生み出す。本稿では3次元正規分布を仮定している。しかし、現実の証券リターンが不安定な分布から派生しているのであれば、維持可能な引き出し率に関して現実的なシミュレーションを構築することができない。このような場合、オーバーラッピング法を併用することが、維持可能な引き出し率の試算の信頼性に有用かもしれない。ただし、オーバーラッピング法は支払期間20年以降について、データ数が少なくなり異常値に左右される傾向にあるので、短期の5年、10年、15年に限定する。

① モンテカルロシミュレーション

(i) 引き出し率(2%から12%)とアセットアロケーションは引き出し期間中(5年、10年、15年、20年、25年、30年)固定する。たとえば、引き出し期間が10年、引き出し率が3%、アセットアロケーションが株式50%、債券50%ならば、それを引き出し期間中固定する。

(ii) 月次証券リターンと物価率の平均値と標準偏差、相関係数を所与として、シミュレーションで最初の月に、株式リターンと債券リターンおよび物価率のランダムな値を導き出す。各変数はおのおの独立に正規分布に従うのではなく、たがいに相関しながら変動するという3次元正規分布に従うものとする。

(iii) 最初の金額1,000万円に、その月のリターンからもたらされた株式、債券の運用益(損)を加えた(差し引いた)金額から引き出し額を引いた残りが、次の月の金額である。引き出し期間中に、金額がゼロかマイナスになっ

6) モンテカルロシミュレーションとオーバーラッピング法の説明については、CHW(2003), p.116を参照した。

た時点で、計算は終了する。

(iv) 引き出し率は名目と、実質（物価調整したもの）の2通りがある。名目引き出し率は常に退職ポートフォリオ（1,000万円）からの一定割合の引き出しなので、期間中、名目引き出し額は同じ金額になる。実質引き出し額は後述の計算手順から明らかになるように、物価変動により異なることがある。

(v) 2月目以降から最終期間まで、株式リターンと債券リターンおよび物価率は個々の月次リターンの平均値と標準偏差、相関係数に基づいてランダムに導き出される。

(vi) これを同じ引き出し率、同じアセットアロケーション、同じ期間について、5,000回繰り返す。

(vii) 最終的に期間終了時点で、5,000回の試行のうち、金額がプラスであれば、成功、期間途中でゼロか、マイナスになった時点で失敗と見なす。5,000回のうち何回成功したかによって成功確率を計算する。たとえば、5,000回のうち全てが成功であれば、成功確率は100%。半分が成功したら、成功確率は50%である。本稿でいう維持可能引き出し率は成功確率が高いものをいう⁷⁾。

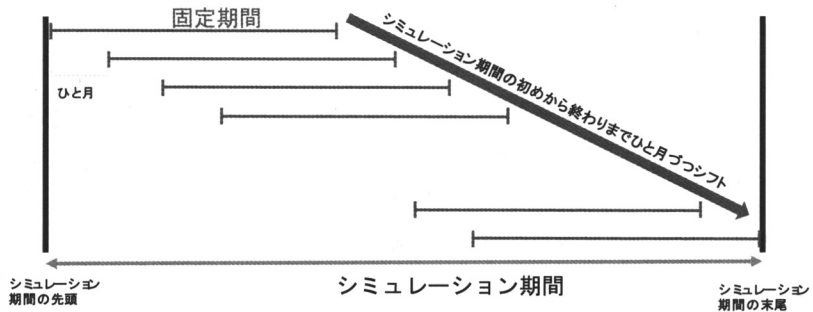
② オーバーラッピング法

(i) 引き出し率（2%から12%）とアセットアロケーション（株式投資比率100%から債券投資比率100%まで）を期間（5年、10年、15年）ごとに固定する。

(ii) 標本期間は1カ月ごとにロールオーバーされ、最終的に2010年12月まで続ける。たとえば、固定期間が10年ならば、最初の固定期間は、1977年1月から1986年12月までである。次の固定期間は、1カ月ずらして1977年2月か

7) アメリカの文献では維持可能引き出し率で成功確率100%を求めてはいない。およそ75%以上の成功確率であれば維持可能であるとしているが、実際には個々の退職者がどれだけの成功確率を許容できるかにより異なるであろう。

図1 オーバーラッピング法



ら1987年1月まで、その次の期間は1月ずらして1977年3月から1987年2月までである。このプロセスが最終的に1991年1月から2010年12月まで合計169回続く（図1を参照）。

われわれの研究では、最初の月の月末の金額は最初の金額1,000万円に年度の1月の株式や国債の損益あるいは2つの組み合わせからなる証券の損益を合計した金額から引き出し額を差し引いたものである。翌月の月末の金額は最初の月の月末最終金額に2月の証券の損益を合計したもののから引き出し額を引いたものである。そのプロセスが最終期間月まで続き、1回ごとに成功か破たんかを観察する。

(iii) もし引き出し期間中に、金額がゼロかマイナスになった場合、計算は終了する。また、引き出し率は名目と、実質（物価調整したもの）の2通りで試算する。

(iv) 最終的に、期間終了時点で、金額がプラスであれば成功、期間途中でゼロか、マイナスであれば失敗と見なす。ロールオーバー期間中に何回成功があったかにより、成功確率を試算する。

③ 計算手順

名目引き出し後の月末の金額は以下のようにして計算する。

$$V_t = V_{t-1} \times (1 + R_t) - W$$

ただし、 $V_t = t$ 月末の金額

$V_{t-1} = t - 1$ 月末の金額

$R_t = t$ 月の証券リターン

$W =$ 名目引き出し額。たとえば、1,000万円から毎年3%引き出すのであれば、1年で300,000円、月換算に直すと毎月300,000円 \div 12=25,000円である。

実質引き出し後の月末の金額は、物価調整したもので、以下のようにして計算する。

$$V_t = V_{t-1} \times (1 + R_t) - W(1 + I_t)$$

ただし、 $I_t = t$ 月の物価率

$$W(1 + I_t) = \text{実質引き出し額}$$

(3) 男女の平均余命を調整した固定引き出し率の実証方法

退職者が引退後の残余期間中、維持可能な引き出し率を求めると仮定するならば、退職者の男女の平均余命に基づくのがより現実的である。当然女性は男性よりも平均余命が長いので退職後の期間も長くなる。検証では、55歳、60歳、65歳、70歳定年後の男女の平均余命に基づいて固定期間を設定する。平均余命年数は簡易生命表(男・女)を用いる。55歳男性(女性)の平均余命は27(33)年、60歳、65歳、70歳の男性(女性)の平均余命はそれぞれ、23(28)、19(24)、15(20)年である。

成功確率の試算はモンテカルロシミュレーションのみを用いる。このモデルは固定期間として平均余命年数を使っている以外、前述の固定引き出し率の実証方法との違いはない。また、計算手順も同じである。

4. 実証結果

(1) 固定期間の実証結果

表1～4はわれわれが実証分析で用いた1977年から2010年までの株式リターン、債券リターン、物価率の平均値と標準偏差並びに、相関係数である。表からわかるように、検証期間中では月次平均債券リターンの方が月次平均株式リターンよりも高い。しかし、標準偏差は債券リターンよりも株式リターンの方が高かった。このことは後で明らかになるように、この期間については、アセットアロケーションでは株式よりも債券の比率を高めるほうがよいということになる。

表1 月次平均と標準偏差

	1977-2010	1977-1989	1990-2010
株式リターン (%)	0.45 (5.18)	1.49 (3.86)	-0.19 (5.77)
債券リターン (%)	0.52 (1.59)	0.67 (1.82)	0.43 (1.43)
物価率 (%)	0.11 (0.48)	0.24 (0.61)	0.03 (0.36)

(注) 括弧内は標準偏差

表2 1977～2010年の相関係数

	株式リターン	債券リターン	物価率
株式リターン	1.00	-0.04	0.09
債券リターン	-0.04	1.00	0.05
物価率	0.09	0.05	1.00

表3 1977～2010年の相関係数

	株式リターン	債券リターン	物価率
株式リターン	1.00	0.21	0.14
債券リターン	0.21	1.00	0.00
物価率	0.14	0.00	1.00

表4 1990～2010年の相関係数

	株式リターン	債券リターン	物価率
株式リターン	1.00	-0.19	0.01
債券リターン	-0.19	1.00	0.09
物価率	0.01	0.09	1.00

期間を1977年から1989年と1990年から2010年までの2つに分けた場合、前者は株式リターンの方が、後者は債券リターンの方が高いという結果になった。また、1977年から2010年までの期間での株式リターンと債券リターン間の相関関係はマイナスであるものの統計的に有意とはいえなかった。期間を1977年から1989年と1990年から2010年の2つに分けた場合、前者の期間での株式と債券の相関関係はプラスで、後者はマイナスであり、それぞれ統計的に有意であった。一方、物価率と株式リターン、債券リターン間の相関関係はそれぞれプラスであるものの統計的には有意ではなかった。

図2-1、2-2は、モンテカルロシミュレーションを使って試算した退職後30年間、ポートフォリオを株式100%で運用しながら物価率を考慮に入れない名目で引き出した場合の成功確率と平均最終ポートフォリオ価値である。たとえば、名目引き出し率3%の場合の成功確率は、図から明らかなように、86%である。平均最終ポートフォリオ価値は最初のポートフォリオ価値を1とするならば、30年間で2.87倍に増えている⁸⁾。もし退職者が80%以上の成功確率を望むならば、維持可能引き出し率は3%になる。

また、名目引き出し率の高低が成功確率と平均最終ポートフォリオ価値に影響を及ぼすことは明らかである。引き出し率を1%ずつ高めるにつれて成功確率も平均最終ポートフォリオ価値も低下しているのが分かる。名目引き出し率を12%にすると、30年のいずれかの期間で平均最終ポートフォリオ価値がほぼゼロになることが分かる。すなわち、平均最終ポートフォリオ価値は退職ポートフォリオの破たんを防ぐためのバッファーとしてみることができるとは限らない。

しかし、一方で、過度の平均最終ポートフォリオ価値は本来行うべき消費がなかった証左でもある。たとえば、名目引き出し率が2%であるならば30年後、退職時よりも平均最終ポートフォリオ価値が3倍以上増加していることが見てとれる。

8) 破たんした場合の平均ポートフォリオ価値はゼロであるので、実際よりも高めにポートフォリオ価値が試算されていることに注意された。

図2-1 固定期間30年の成功確率（モンテカルロシミュレーション）

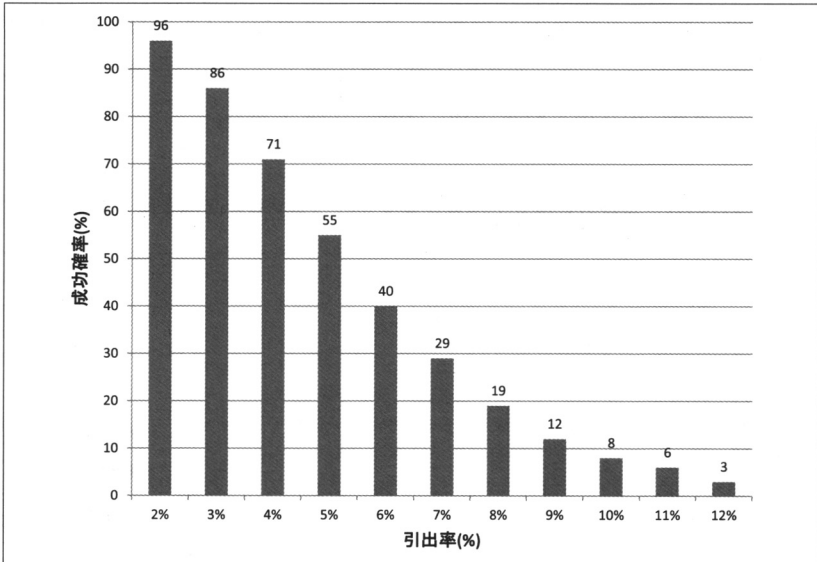


図2-2 固定期間30年平均最終ポートフォリオ価値（モンテカルロシミュレーション）

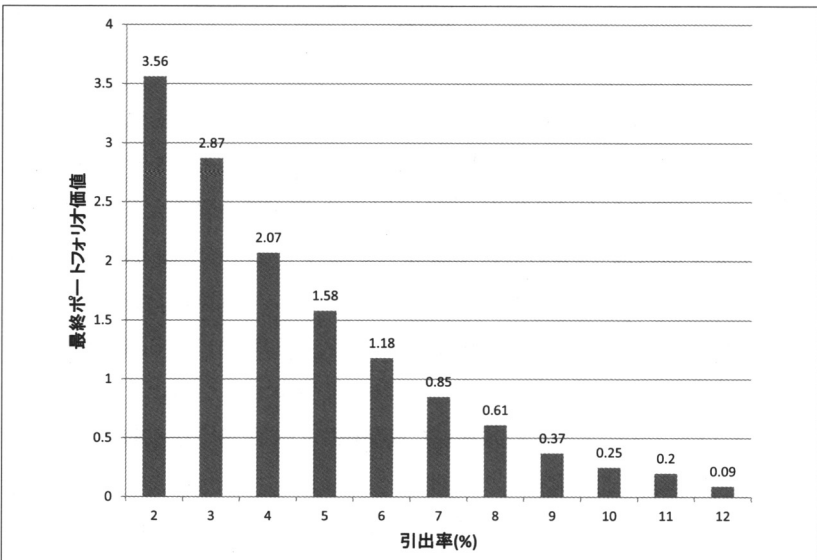
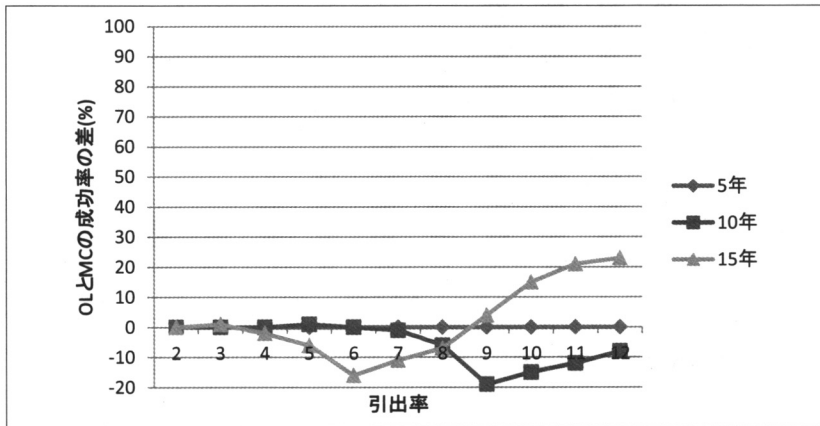


図3はオーバーラッピング法と、モンテカルロシミュレーションで試算した退職ポートフォリオを100%で運用しながら名目で引き出した場合の成功確率の差を報告している。年次引き出し率は2%（月次0.16%）から12%（月次1%）である。引き出し期間は5年、10年、15年である。

図3 株式100%・名目引き出し率におけるオーバーラッピング法とモンテカルロシミュレーションの成功確率の差



図からわかるように、5年、10年、15年という短い期間であれば、アセットアロケーションに関わらず、オーバーラッピング法とモンテカルロシミュレーションで試算した成功確率の差は引き出し率が低い限り大きな変化はない。5年間であれば、2つの方法で試算した場合、成功確率はほぼ100%である。10年間であれば、モンテカルロシミュレーションで試算した方がオーバーラッピング法で試算したよりも成功確率は高くなる傾向にある。15年間では、引き出し率が低いとモンテカルロシミュレーションが、引き出し率が高くなるとオーバーラッピング法で試算した成功確率の方が高くなる傾向が観察された。

図4-1、4-2は固定期間30年と25年間の名目引き出し率の成功確率をモンテカルロシミュレーションで試算したものである。横軸は株式と債券からなる

アセットアロケーションを示している。図からわかるように、アセットアロケーション如何に関わらず、名目引き出し率が2%であれば、成功確率は、ほぼ100%である。当然のように、引き出し率を高めるにつれて成功確率は低下する。ただし、株式よりも債券の比率を高めることにより、成功確率を高めることができる。もし退職者は今後30年間名目引き出し率の成功確率が80%以上あればよいと考えるならば、退職ポートフォリオに占める株式の比率を50%以下に抑えると、名目引き出し率は5%まで維持可能である。固定期間25年間でも、成功確率が80%であればよいとするならば、退職ポートフォリオに占める株式の比率を75%以下に抑えるならば名目引き出し率5%は維持可能である。

図4-1 固定期間30年・名目引き出し率の成功確率の推移（モンテカルロシミュレーション）

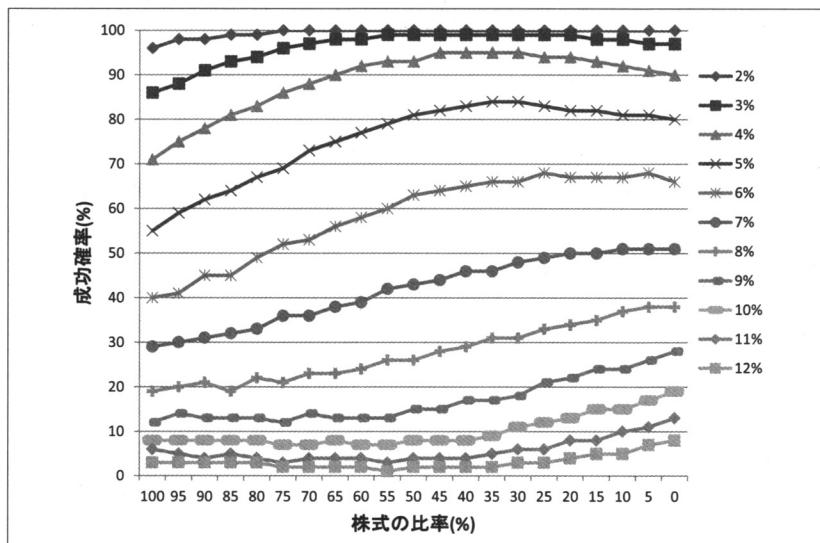


図4-2 固定期間25年・名目引き出し率の成功確率の推移 (モンテカルロシミュレーション)

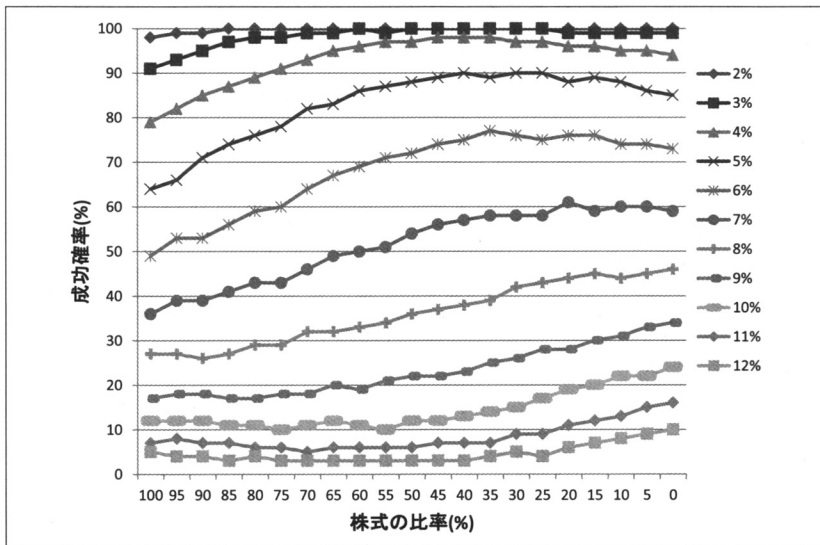
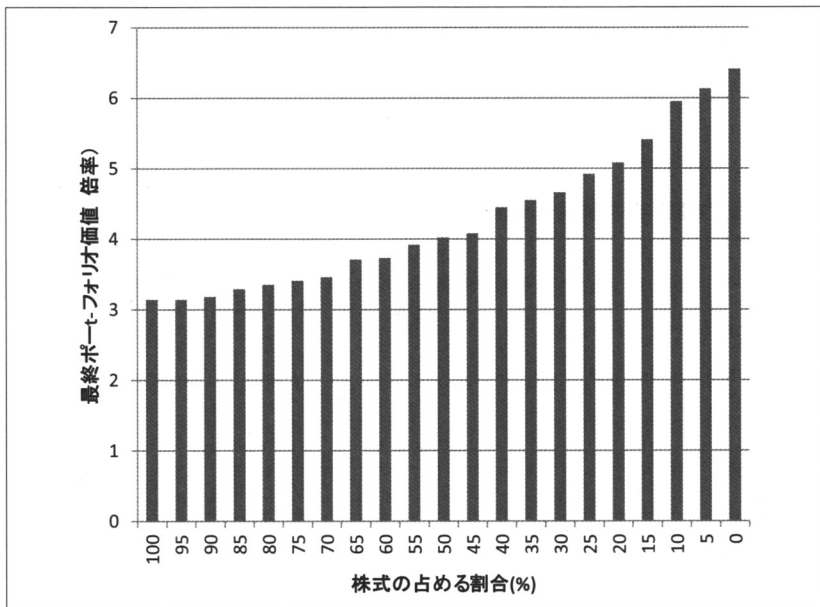


図5-1, 5-2は固定期間30年と5年間の物価調整後の実質引き出し率の成功確率をモンテカルロシミュレーションで試算したものである。固定期間30年については名目引き出し率と比較して成功確率は低下する。ただし、退職ポートフォリオに占める株式の比率を低めにし、債券の比率を高めることにより、成功確率は改善する。成功確率80%以上を維持可能とするならば、退職ポートフォリオに占める株式の比率が50%から5%の範囲内にあるならば実質引き出し率は4%である。一方、固定期間が5年であれば、アセットアロケーション如何に関わらず、すべての実質引き出し率で成功確率はほぼ100%維持可能である。

図6は毎年実質2%を引き出した場合の30年後の平均最終ポートフォリオ価値をアセットアロケーションごとにモンテカルロシミュレーションで試算したものである。最初の時点をもととした場合と比較して全てのアセットアロケーションで3倍を超えている。また、退職ポートフォリオに占める株式の比率を低めることがその価値を高めることに貢献をしている。債券100%からなる退職ポートフォリオの最終価値は株式100%からなるそれよりも倍以上あることが図からわかる。この結果は、退職者に遺産動機がないとすれば、さらなる引き出しが可能であることを意味している。

図6 固定期間30年・実質引き出し率2%の平均最終ポートフォリオ価値の推移（モンテカルロシミュレーション）



(2) 男女ごとの実証結果

男性よりも女性のほうが平均余命は長い。また、最近では一般の夫婦・子供世帯以外の母子・父子世帯並びに独身男女が増加している。また、男女ともに、職場により退職時期も異なる。そのような意味で固定期間と異なり男女の平均余命で計算する方がより現実的かもしれない。

図7-1は女性の平成22年度平均余命表に基づいてモンテカルロシミュレーションで試算した退職ポートフォリオを株式100%で運用した場合の名目引き出し率における成功確率である。図からわかるように退職年齢が遅ければ遅いほど成功確率は高くなることが分かる。成功確率が80%以上を維持可能な引き出し率と仮定するならば、平均余命33年の退職年齢55歳で、引き出し率は3%である。同様に退職年齢60歳も3%が維持可能である。一方、平均余命が短い退職年齢65歳、70歳では維持可能引き出し比率は4%である。

図7-2は退職ポートフォリオを株式100%で各名目引き出し率のそれぞれの平均最終ポートフォリオ価値を女性についてみたものである。図によれば、退職年齢が早いほど平均最終ポートフォリオ価値は高くなる。これは早期の退職により、金融商品の価格変動リスクにさらされる機会を増やすものの、それを負担することによりリターンとして報われた結果かもしれない。

図7-1 株式100%・各名目引き出し率による女性の成功確率の推移 (モンテカルロシミュレーション)

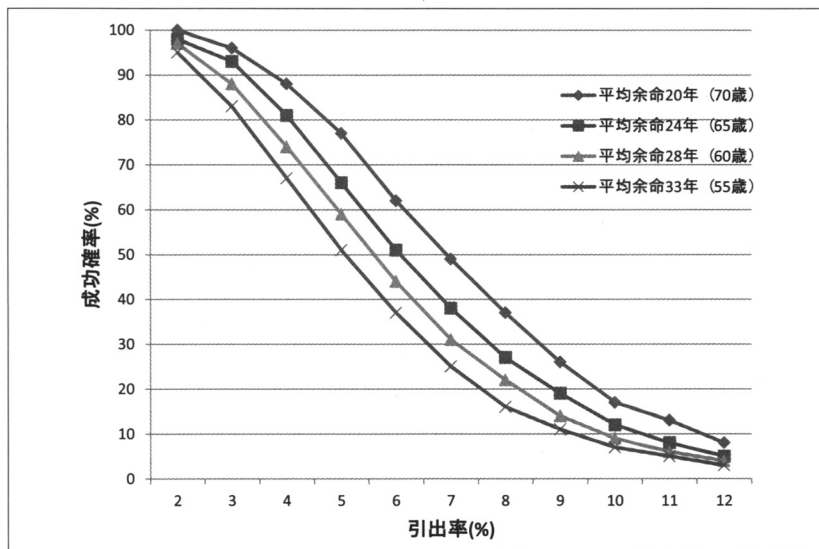
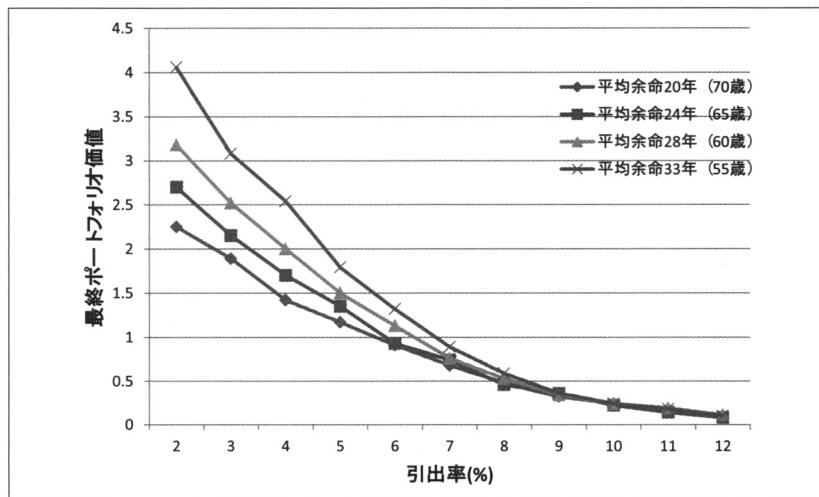


図7-2 株式100%・各名目引き出し率による女性の平均最終ポートフォリオ価値の推移 (モンテカルロシミュレーション)



全ての退職年齢層で引き出し率5%以下であれば、退職時点での平均最終ポートフォリオ価値は退職時点の1を上回っている。しかし、引き出し率が高くなるにつれて平均最終ポートフォリオ価値は1を下回り、8%を越えた時点で全ての退職年齢層でほぼ平均最終ポートフォリオ価値は同じになる。

図8-1、図8-2は男性の退職年齢55歳と70歳それぞれのアセットアロケーションごとの実質引き出し率の成功確率の推移を示している。退職年齢55歳については株式の比率を下げることで実質引き出し率2%の成功率は100%になる。退職年齢70歳では株式の比率を下げることで引き出し率3%で成功率は100%である。成功確率が80%で維持可能であると仮定するならば、退職年齢55歳で実質引き出し率は4%、退職年齢70歳で株式の比率を下げることで7%は維持可能である。

図8-1 平均余命27年（55歳）・実質引き出し率による男性の成功確率の推移（モンテカルロシミュレーション）

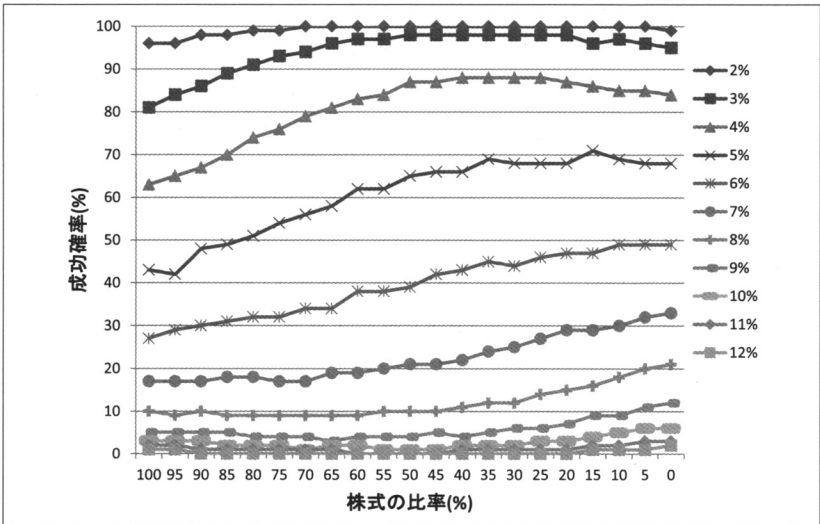
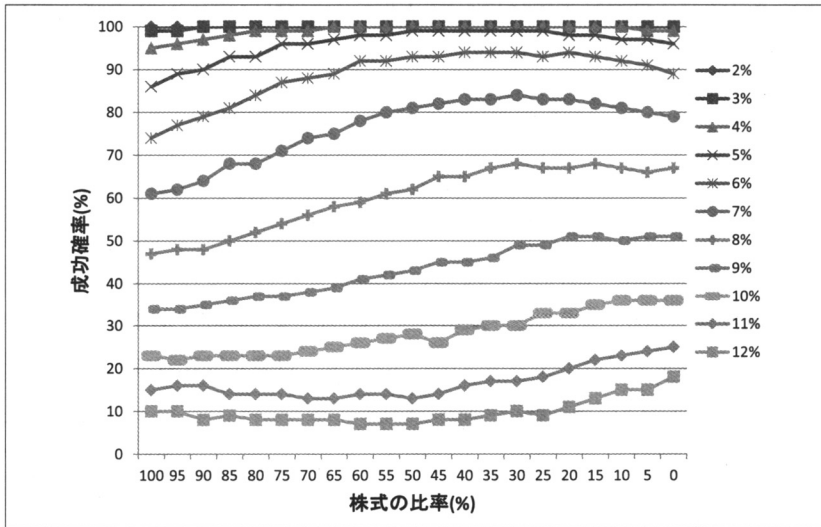


図8-2 平均余命15年(70歳)・実質引き出し率による男性の成功確率の推移(モンテカルロシミュレーション)



同様に、図9-1、9-2は女性の退職年齢55歳と70歳それぞれの実質引き出し率ごとの成功確率を明らかにしている。図8-1、8-2と比較して、退職年齢が同じでもその後の平均余命が異なることから、男性よりも女性の成功確率が低下することが見てとれる。それでも退職年齢55歳では成功確率を80%とするならば、株式の比率を下げることにより、実質引き出し率3%は可能である。退職年齢70歳の女性についても同退職年齢の男性と同様、株式の比率を低下させることにより実質引き出し率5%を維持することは可能である。

図9-1 平均余命33年（55歳）・実質引き出し率による女性の成功確率の推移（モンテカルロシミュレーション）

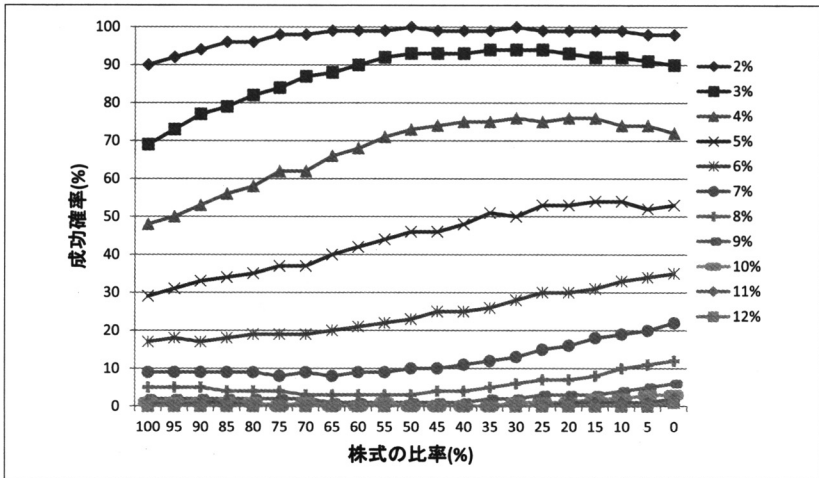


図9-2 平均余命20年（70歳）・実質引き出し率による女性の成功確率の推移（モンテカルロシミュレーション）

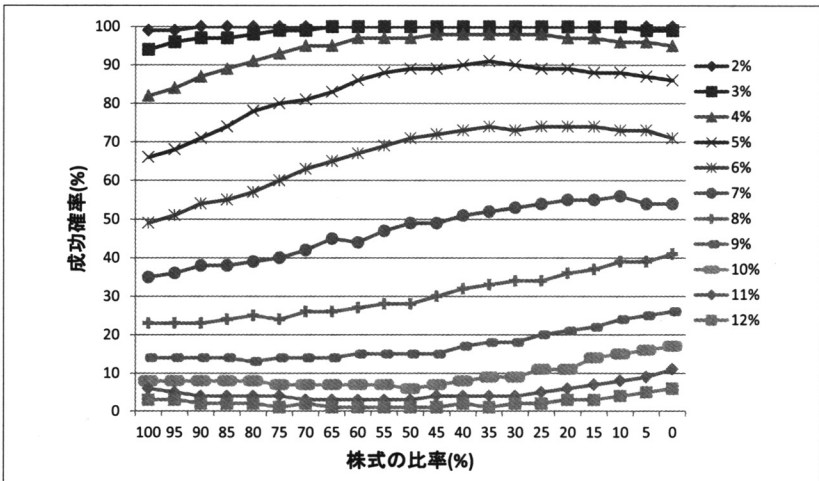


図10-1～10-4は平均余命が最も長い退職年齢55歳の男女のそれぞれ実質引き出し率2%と4%でのアセットアロケーションごとの成功確率と平均最終ポートフォリオ価値の推移を示したものである。図10-1、10-2の実質引き出し率2%での成功確率と平均最終ポートフォリオ価値を男女間で比較してみると、株式の比率を下げ、債券の比率を高めることにより成功確率をほぼ100%にすることができる。その結果、男女間の平均最終ポートフォリオ価値はこれも株式の比率を低下させることにより退職時の1を大きく上回る資金余剰を生み出している。特に、平均余命が長い女性について顕著で、どのアセットアロケーションでも平均最終ポートフォリオ価値が男性よりも上回っている。

図10-1 女性平均余命33年（55歳）・実質引き出し率2%による平均最終ポートフォリオ価値と成功確率

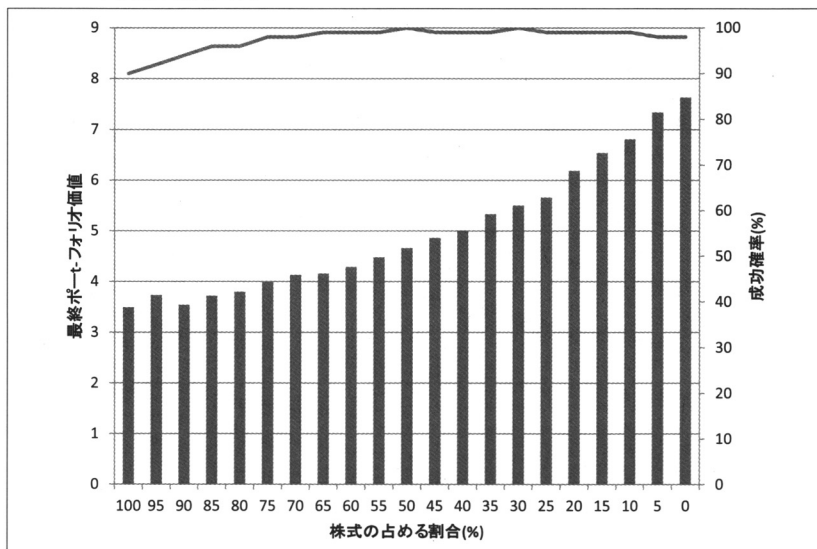
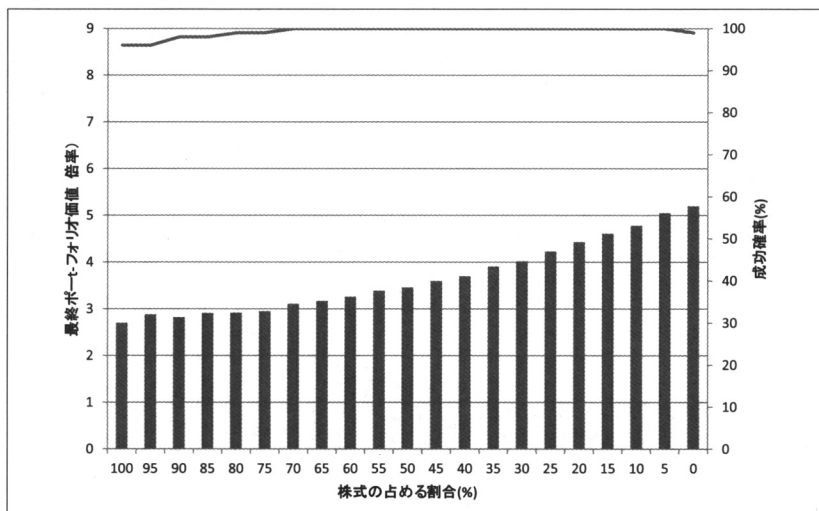


図10-2 男性平均余命27年（55歳）・実質引き出し率2%による平均最終ポートフォリオ価値と成功確率



実質引き出し率が4%になると男性が女性よりも平均余命が短い分成功確率は高く、80%を上回る（図10-3、10-4を参照）。ただし、成功確率は低いものの女性の平均最終ポートフォリオ価値は男性のそれよりも高い傾向にある。これは、女性の運用期間が長くなる分リスクが高くなるものの、その分リターンとして報われた結果かもしれない。また、女性の退職ポートフォリオが債券100%で運用された場合の成功確率はほぼ70%である。これは、30%について、資金は平均余命期間中に、枯渇するものの、残りの70%については、人の寿命が尽きたのちも退職ポートフォリオには資金余剰があることを意味している。

図10-3 女性平均余命33年 (55歳)・実質引き出し率4%による平均最終ポートフォリオ価値と成功確率

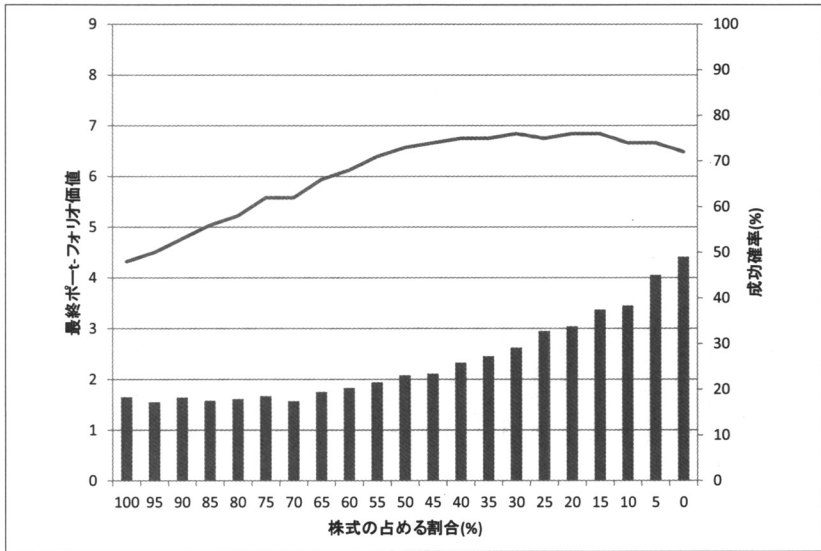
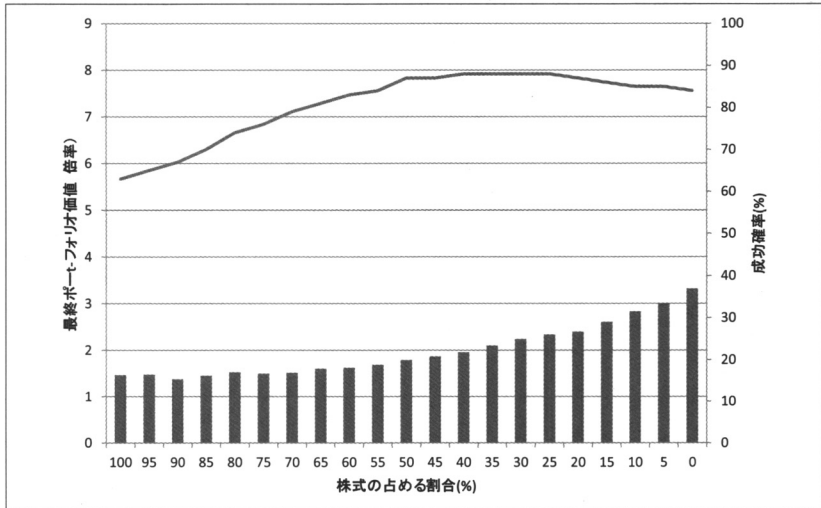


図10-4 男性平均余命27年 (55歳)・実質引き出し率4%による平均最終ポートフォリオ価値と成功確率



5. 結び

退職後、株式や債券あるいは両方で資産運用しながら、寿命が尽きる前に退職後の資産が枯渇しない維持可能な引き出し率を見出すことが可能かどうかの検証を行った。検証では、すべての期間について、モンテカルロシミュレーションを、短期間についてはオーバーラッピング法を用いた。

検証結果によれば、毎月の引き出し率が少なく、支払期間が短ければ、アセットアロケーションの違いにもかかわらず、成功確率が高い。しかし、引き出し率を高めると、成功確率が低下していく傾向にあった。また、アセットアロケーションでは株式よりも債券の比率を高めるほうが成功確率向上に貢献できることが明らかになった。これは、アメリカで行われた検証と逆の結果になったことを意味している。

短期間では、モンテカルロシミュレーションでも、オーバーラッピング法でも成功確率は非常に似通っている。この場合は、モンテカルロシミュレーションをおこなわなくても、計算過程が比較的単純なオーバーラッピング法のみで成功確率を試算できるかもしれない。

モンテカルロシミュレーションでは、成功確率を80%以上で維持可能であると仮定するならば、退職ポートフォリオに占める債券の比率を高めることで、30年、25年の長期間について、名目で5%の、実質で4%の引き出しが維持可能であった。

次に、男女の平均余命と退職年齢を考慮して、退職ポートフォリオの成功確率を試算した。モンテカルロシミュレーションによる検証結果によれば、退職者が成功確率80%以上望むならば、債券の比率を高めることで退職年齢55歳男性（女性）で実質引き出し率4(3)%が、退職年齢70歳男性（女性）で7(5)%が維持可能であることが明らかになった。

また、成功確率の高さに比例して、平均最終ポートフォリオ価値は退職時点よりも増加する傾向が観察された。その傾向は債券の比率を高めれば高めるほど顕著であった。

本論で取り扱った退職ポートフォリオからの引き出しは、金融商品である毎月分配型投信と類似している。この金融商品はマーケット変動に影響を受けやすく、現在のようなマーケットの悪化は大幅な元本割れを引き起こし、個人の資産を毀損する結果になっている。今回行った検証結果は、退職者が老後資金をリスクを伴う金融商品に投資する際のベンチマークとして有効である。

さらに、今回の検証の引き出しの固定化と退職ポートフォリオの株式と債券へのリバランスはコンピューターにより自動的に行われるものであり、個人の感情が入ることはない。したがって、マーケットが好転すると早めに売りたいがり、マーケットが悪化するとなかなか売却できないというディスポジション効果 (disposition effect) により退職ポートフォリオのパフォーマンスが低下することを防ぐことに役に立つのかもしれない。

当然のように、本研究は1977年から2010年までの限られた期間からなる過去のデータから導き出されたものであり、他の分析手法を用いれば異なる結果が出る可能性がある。また、データが短い期間からとられたものであるため、モンテカルロシミュレーションで試算した結果がより長い標本期間では大きく異なる可能性がある。より広範なデータを用いて再度検証する必要がある。また、今回はアセットアロケーションには大型株からなる東証一部インデックスと長期国債を用いたが、それ以外の金融商品の組み合わせを考えてもよいかもしれない。さらに、毎月の引き出しは現実には多くのコストと税金を支払う必要がある。これらを含めると検証結果が大きく異なるかもしれない。この意味で、さらなる分析を再度行う必要がある。

引き出し率の成功確率を高めるため、本論のように引き出し率を固定するのではなく、株式や債券のパフォーマンスによって、引き出し率を増減させるダイナミック戦略が有効であるかどうかを検討する必要がある。また、引き出し率が低いことによる退職ポートフォリオの余剰の蓄積は遺産動機がないとすれば、本来さらに消費できた機会を奪ったことを意味する。ダイナミック戦略が資産の不足ばかりでなく、余剰の解消にも有効かどうかの検証

も次回の課題としたい。

参考文献

- Bengen,W.P, 1994, Determining withdrawal rates using historical data, *Journal of Financial Planning* 7.4 (October),171-180.
- Bengen,W.P., 1996, Asset allocation for a lifetime, *Journal of Financial Planning* 9.4 (August),58-67.
- Bengen,W.P., 1997, Conserving client portfolios during retirement, Part III , *Journal of Financial Planning* 10.6 (December),84-97.
- Bengen,W.P., 2001, Conserving client portfolios during retirement, Part IV , *Journal of Financial Planning* 14.5 (May),110-119.
- Birwirth,L., 1994, Investing for retirement :Using the past to model the future, *Journal of Financial Planning* 7.1 (January),14-24.
- Blanchet,D., and L.Frank, 2009, A dynamic and adaptive approach to distribution planning and monitoring, *Journal of Financial Planning*22.4 (April),52-66.
- Cooley,P.L., C.Hubbard, and D.Walz, 2003, comparative analysis of retirement portfolio success rates: Simulation versus overlapping periods, *Financial Service review* 12.2,115-128.
- Cooley,P.L., C.Hubbard, and D.Walz, 2011, Portfolio success rates: Where to draw the line, *Journal of Financial Planning*, 24.4,48-60.
- Pye,G.B., 2000, Sustainable investment withdrawals, *Journal of Portfolio Management*, 73-83.
- Scott,J.S., W.F.Sharpe, and J.G.Watson, 2010, The 4% rule-At what price?, www.stanford.edu/~wfsarpe/retecon/4percent.pdf
- Spitzer,J., J.Streiter, and S.Singh, 2007, Guideline for withdrawal rates and portfolio safety during retirement, *Journal of Financial Planning*, 20,10,52-59.
- Spitzer,J., 2008, Retirement withdrawals: an analysis of the benefit of periodic “midcourse” adjustments, *Financial Service Review* 17,17-29.

Stout,R.G. and J.B.Mitchell, 2006, Dynamic retirement withdrawal planning, *Financial Services Review*, 117-131.

Stout.R.G., 2008, Stochastic optimization of retirement portfolio asset allocations and withdrawals, *Financial Services Review*, 17,1,1-15.