

年金運用の基本ポートフォリオに関する考察

小守林 克哉*

2022年9月

概要

年金運用における基本ポートフォリオとは、年金資産の運用指針または運用計画に相当する資産配分で、各年金の財政状況などを考慮して決定される。公的年金においても財政検証の結果を踏まえて定期的に基本ポートフォリオの見直しが行われており、直近では2020年に新たな基本ポートフォリオの策定が行われた。本論文では、この2020年に策定された基本ポートフォリオについて、GPIFの資料をもとにして策定プロセスを検証した上で、将来の策定手法見直しに向けたいくつかの課題を提示し、改善の方向性について示す。

キーワード：公的年金，基本ポートフォリオ，リスク管理，GPIF

1 はじめに

年金資産を運用する場合、年金の財政状況を踏まえてポートフォリオを構築する必要があるが、そのため基本指針となるものが基本ポートフォリオであり、年金資金の運用者は基本ポートフォリオの資産配分を運用計画と位置付けて運用を行う。公的年金の場合を例にすると、厚生年金保険法及び国民年金法の規定により、少なくとも5年ごとに財政検証、すなわち財政の現況及び見通しの作成が行われ、その結果をもとに年金資金の管理運用主体において基本ポートフォリオの見直しが行われる。直近の事例では2019年財政検証（厚生労働省が2019年8月27日公表）の結果に基づき、公的年金の管理運用主体である年金積立金管理運用独立行政法人（以降ではGPIFと表記）が新たな基本ポートフォリオを策定・公表し、2020年4月1日より新しい基本ポートフォリオに基づく運用が開始された。

この新しい基本ポートフォリオ策定に用いられた手法は、前回の基本ポートフォリオ策定時（2015年）と同様に、ファイナンスのポートフォリオ理論を基本としつつ、リスク指標として条件付平均不足率という下方リスク指標を用いるなど独自性のあるものとなっている。このような独自手法を用いた基本ポートフォリオ策定についての学術的な検証論文としては、

年金運用の基本ポートフォリオに関する考察

竹原（2014）や枇々木（2014）などがあるものの、現状では十分な検証がなされているとは言い難い。そこで本論文では2020年に策定・公表されたGPIFの基本ポートフォリオの策定プロセスについて検証を行い、それを通じて発見されるいくつかの課題点を指摘するとともに、その改善策を検討する。

本論文の構成は以下の通りである。第2章では、新しい基本ポートフォリオについてGPIFが公表した資料に基づいて確認する。第3章ではGPIFが公表している手順にしたがって、基本ポートフォリオ選定プロセスを再現を試みる。公表資料には最適化などの詳細が記されていないため、プロセスを再現することで、その妥当性を検証する。第4章では第3章までの分析で明らかになった基本ポートフォリオ構築プロセスの課題を整理し、その解決に向けた方向性を提案する。最後に第5章でまとめを行う。

2 2020年適用開始の基本ポートフォリオ

GPIFの基本ポートフォリオは公的年金の財政検証結果を踏まえて策定される。直近では、新たな基本ポートフォリオが2020年3月31日に公表され、2020年4月1日より適用が開始された。この新しい基本ポートフォリオ（以降、2020年基本ポートフォリオと記載）の中身を確認しておく、（表1）の通りである。

比較のために、前回（2015年4月1日適用）の基本ポートフォリオも記載した。今回の基本ポートフォリオは、4つの資産、すなわち国内債券、国内株式、外国債券、外国株式に対して25%ずつ均等に配分されたもので、前回の2015年基本ポートフォリオと比較すると、国内債券を10%減らして、外国債券を10%増やした結果となっている。新しい基本ポートフォリオの特徴として、株式と債券という切り口で見ても、国内資産と外国資産という切り口でも、50%ずつとなっている点が挙げられよう。

2020年基本ポートが策定された経緯と、策定方針については、「基本ポートフォリオの変

表1 基本ポートフォリオの資産構成割合と許容乖離幅

変更前（2015年4月1日適用基本ポート）

	国内債券	国内株式	外国債券	外国株式
資産構成割合	35%	25%	15%	25%
許容乖離幅	10%	4%	9%	8%

変更後（2020年4月1日適用基本ポート）

	国内債券	国内株式	外国債券	外国株式
資産構成割合	25%	25%	25%	25%
許容乖離幅	内外株式 ±11%、内外債券 ±11%			

更について（GPIF）」に記載されているが、その内容を改めて確認しておこう。まず、公的年金は厚生年金保険法及び国民年金法の規定により、少なくとも5年ごとに、人口見通しの変化や経済動向を踏まえて財政検証を行うことが定められており、直近では2019年財政検証（2019年8月27日公表）として実施された。財政検証は、財政の見通し及びマクロ経済スライドの見通しを作成することで年金財政の健全性を検証するものであり、2019年財政検証では6ケースのシナリオからなる経済前提が用いられた。

2019年財政検証の結果を踏まえて、社会保障審議会資金運用部会において、第4期中期期間（2020年度からの5カ年）における運用目標及びリスクについて議論が行われ、中期目標として以下が定められた。¹⁾

（以下 GPIF 資料より抜粋）

- 財政検証を踏まえ、長期的に年金積立金の実質的な運用利回り（運用利回りから名目賃金上昇率を差し引いたもの）1.7%を最低限のリスクで確保することを目標とし、この運用利回りを確保するよう、基本ポートフォリオを定める。
- 名目賃金上昇率から下振れするリスクが全額国内債券運用の場合を超えないこととともに、株式等は想定よりも下振れ確率が大きい場合があることも十分に考慮すること。

GPIFは、厚生労働省が実施する財政検証や、上記の中期目標を踏まえた上で、「基本ポートフォリオは、運用目標（実質的な運用利回り1.7%）を満たしつつ、最もリスクが小さいポートフォリオを選定した」としている。

策定に用いた基礎データについても資料で公表されており、各資産の期待リターンおよびリスクは（表2）、相関係数の数値は（表3）の通りである。

公表資料によると、国内債券の期待リターンは長期金利シナリオを想定したシミュレーションから算定される平均収益率に、市場時価総額に内在すると考えられる均衡収益率を混合することにより推計、国内株式・外国債券・外国株式の期待リターンはビルディングブロック法によるものに、市場時価に内在すると考えられる均衡収益率を混合することにより推計、名目賃金上昇率は財政検証の経済前提（ケースⅢ）の将来の平均値、最後にリスク・相関係数については、過去25年間の政策ベンチマークの年次データを用いて推計したと説明されている。

GPIFは、基本ポートフォリオの選定方針について、「実質的な運用目標（実質的な運用利回り1.7%）を満たしつつ、最もリスクが小さいポートフォリオ」としており、具体的に

表2 前提となるパラメータ（期待リターンとリスク）

	国内債券	国内株式	外国債券	外国株式	賃金上昇率
期待リターン（名目ベース）	0.7%	5.6%	2.6%	7.2%	2.3%
リスク（標準偏差）	2.56%	23.14%	11.87%	24.85%	1.62%

表3 前提となるパラメータ（相関係数）

	国内債券	国内株式	外国債券	外国株式	賃金上昇率
国内債券	1.00	-0.158	0.290	0.105	0.042
国内株式	-0.158	1.00	0.060	0.643	0.113
外国債券	0.290	0.060	1.00	0.585	-0.010
外国株式	0.105	0.643	0.585	1.00	0.099
賃金上昇率	0.042	0.113	-0.010	0.099	1.00

は以下の観点に基づき、最適化計算を行うことで今回の基本ポートフォリオを決定したとしている。

- 4資産のリターン、リスク等に基づき、多数のポートフォリオについてリターン、リスク（標準偏差）、リターンが名目賃金上昇率を下回る確率（以下「下方確率」）、リターンが名目賃金上昇率を下回るときの平均的な不足率（以下「条件付平均不足率」）を推計。
- 推計結果に基づき、多数のポートフォリオの中から、運用目標（実質的な運用利回り1.7%）を満たし、下方確率が全額国内債券運用の場合を下回り、かつ条件付平均不足率が最も小さいポートフォリオを選定。
- 基本ポートフォリオは、従来通り5%刻みの資産構成割合とした。

3 基本ポートフォリオ策定プロセスの検証

前章では、今回の基本ポートフォリオの策定プロセスについて、公表資料に記載してある内容を確認したが、より具体的な選定プロセスについては記載されておらず、リスク指標や最適化計算についての詳細は公表されていない。そこで、本章では、GPIFから公開されている情報を元に策定手順を再現することで、ポートフォリオ策定プロセスの検証を試みる。

まず、今回の基本ポートフォリオ策定において特徴的な点として、リスク指標として「条件付平均不足率」を用いている点が挙げられる。条件付平均不足率について、GPIFの公表資料では、「ポートフォリオの運用利回りが、賃金上昇率を下回った場合の平均的な不足率」とのみ記載されているだけで、具体的な計算式は記されていない。しかし、公表されている内容より、CVaR（条件付バリュエアットリスク）に類似した下方リスク指標であると考えられることから、CVaRに類似した定式化が可能となる。具体的には、年金ポートフォリオの収益率から賃金上昇率を引いた実質収益率 r について、その期待収益率と標準偏差をそれぞれ r_p, σ_p とすると、条件付平均不足率 $CSF(r)$ は以下のように表現できる（ $CSF(r)$ の導出、およびCVaR（条件付バリュエアットリスク）との関係については、補遺を参照）。

$$CSF(r) = \frac{1}{N(r_p/\sigma_p)\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(r_p/\sigma_p)^2}{2}\right)\sigma_p + r_p \quad (1)$$

ただし,

$$r_p = \sum_i^n r_i w_i - r_w \quad (2)$$

$$\sigma_p = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} w_i w_j - 2 \sum_{i=1}^n \sigma_{iw} w_i + \sigma_w^2\right)^{1/2} \quad (3)$$

上式において、 $n=4$ は、投資対象が国内債券、国内株式、外国債券、外国株式の 4 つの資産であることを表し、 $r_i, w_i (i=1 \cdots n)$ は各資産の期待リターンと投資ウェイト、 $\sigma_{i,j} (i=1 \cdots n, j=1 \cdots n)$ は資産 i と資産 j の共分散、また、 σ_{iw} は資産 i と賃金上昇率の共分散を表している。また、 $N(\cdot)$ は標準正規分布の分布関数である。

具体的なポートフォリオ構築手法について、公表資料では「最適化により基本ポートフォリオの選定を行った」とのみ記載されており、最適化を用いた計算の過程やその結果についての詳細は記載されていない。しかし、「期待リターンと下方確率を制約条件として、リスク指標である条件付平均不足率が最小となるポートフォリオを選定した」という表現から、以下のような最適化問題であったと推測できる。

$$\text{最小化} \quad CSF(r) \quad (4)$$

$$\text{制約条件} \quad r_p \geq \bar{r}_p \quad (5)$$

$$\sum_i^n w_i = 1 \quad (6)$$

$$w_i \geq 0 \quad (\text{for all } i) \quad (7)$$

ここで、 $CSF(r)$ は (1) 式の条件付平均不足率であり、また \bar{r}_p は、ポートフォリオの目標収益率で、 $\bar{r}_p=1.7\%$ である。

実際に、(表 2)、(表 3) の数値を用いて、この最適化問題の計算を行うと、その結果は以下の(表 4) のとおりとなる。

この結果に対して、最も構成割合に近い 5% 刻みのポートフォリオとして、(表 1) に示すポートフォリオ、すなわち 4 つの資産ウェイトがすべて 25% であるポートフォリオが、2020 年基本ポートフォリオとして選定されたものと推察できる。

表 4 最適化計算の結果

国内債券	国内株式	外国債券	外国株式	実質期待リターン	実質リスク	下方確率	条件付平均不足率
26.11%	22.97%	24.68%	26.24%	1.70%	12.17%	44.45%	9.12%

4 課題と検証

この章では、2020年基本ポートフォリオについて、その構築方法に照らし合わせて検証を行い、今後の課題について整理する。具体的には選択可能なポートフォリオの中で、新しい基本ポートフォリオがどのような性質を持つのかを検証する。

4.1 選択可能なポートフォリオと効率的フロンティア

今回の基本ポートフォリオが、適切に選択されているかどうかを確認するための具体的な検証方法として、条件付平均不足率をリスク指標として効率的フロンティアを描くとともに、投資可能なポートフォリオ集合の中で新しい基本ポートフォリオがどのような特性を有するかを確認してみよう。

まず、効率的フロンティアについては、最適化における(5)式の制約条件において、目標収益率 \bar{r}_p をパラメトリックに変化させて最適ポートフォリオを計算し、それらをリスク・リターン平面上で線で結ぶことで得られる。

投資可能なポートフォリオ集合については、4つの投資対象資産について、投資ウェイトを5%刻みとすると、考えうるすべての組み合わせは、全部で1771通り存在するが、これらすべてのポートフォリオについて、総当たり方式で、期待リターンと条件付平均不足率を計算する²⁾。

このようにして得られた投資可能ポートフォリオと効率的フロンティアを図示したものが(図1)である。この図には基本ポートフォリオもプロットしているが、この図より、基本ポートフォリオは、ほぼ効率的フロンティア上で位置していることが確認できる。正確に効

図1 投資可能ポートフォリオと効率的フロンティア

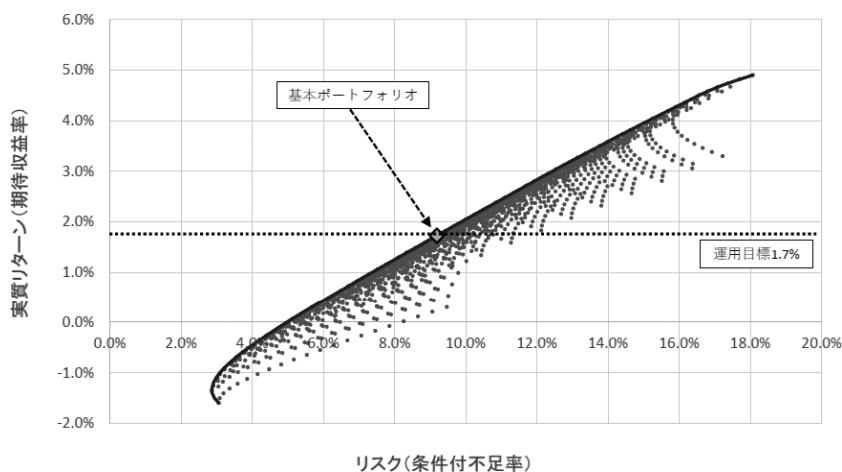


表 5 最適ポートフォリオ (5% 刻み)

	国内 債券	国内 株式	外国 債券	外国 株式	実質期待 リターン	実質 リスク	下方確率	条件付 平均不足率
1	30%	20%	20%	30%	1.71%	12.22%	44.43%	9.15%
2	25%	25%	25%	25%	1.73%	12.26%	44.41%	9.18%
3	20%	30%	30%	20%	1.74%	12.36%	44.40%	9.26%
4	40%	20%	5%	35%	1.75%	12.46%	44.42%	9.33%
5	5%	35%	50%	10%	1.72%	12.46%	44.52%	9.34%

率的フロンティア上に位置するのは、(表 4) の最適ポートフォリオであるが、新基本ポートフォリオは、おそらく、この最適ポートフォリオと最も特性に近い 5% 刻みポートフォリオとして、リスク-リターン平面上のユークリッド距離 (または 4 資産のウェイト平面上でのユークリッド距離) が最小である等の基準により選ばれたことで、効率性を維持しているものと考えられる。

一方、実行可能領域の 1771 個のポートフォリオのうち、目標リターンが 1.7% 以上であるという条件を満たしているものを、リスクである条件付平均不足率の小さい順番に 5 つ並べたものが (表 5) である。

(表 5) を見ると、今回の基本ポートフォリオは条件付平均不足率でみると 2 番目となっている。基本ポートフォリオの作成手順は、あくまで最適化を用いて最適ポートフォリオを求め、最適ポートフォリオに最も近い 5% 刻みのポートフォリオを決定する手順であるが、5% 刻みの総当たり法で求めると、さらにリスクの小さいポートフォリオが見つかるという結果になっており、今後も 5% 刻みで基本ポートフォリオ運営を行うのであれば、策定プロセスにおいて再検討が必要なポイントであると指摘できるであろう。

4.2 賃金上昇率と各資産クラスの相関について

GPIF の基本ポートフォリオ選定の特色の一つとして、リスク指標に条件付平均不足率を用いていることが挙げられる。条件付平均不足率の計算には、各投資資産と賃金上昇率との相関係数も用いられていることから、株式などのリスク資産が持つインフレヘッジ機能も考慮されていると解釈できる。このような視点から、あらためて計算の前提となるパラメータを確認してみると、(表 3) より、賃金上昇率と各資産の相関係数は極めて低く、最も高いものでも国内株式との相関係数 0.113 という低い数値となっていて、本来期待されるべきリスク性資産のインフレヘッジ機能がうまくとらえられていないように見える。

そこで、あらためて賃金上昇率と各資産の関係について確認してみよう。(表 3) の相関係数を推定するための賃金上昇率の元データは公表されていないので、今回の分析には、令

図2 TOPIX と賃金上昇率

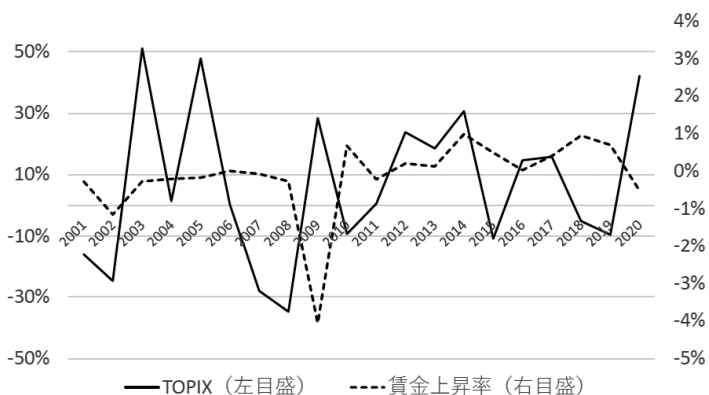
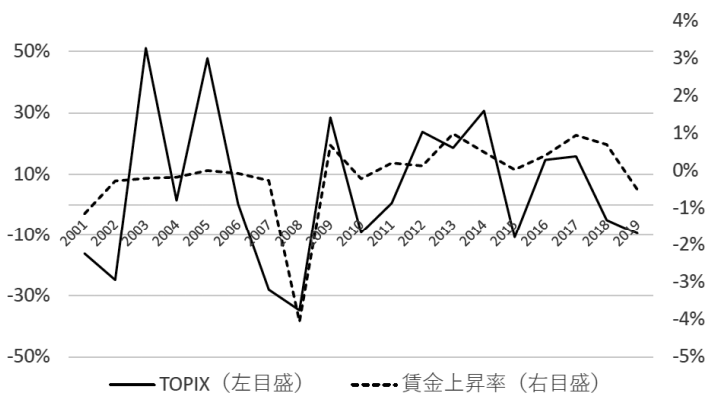


図3 TOPIX (t期) と賃金上昇率 (t+1期)



和2年度運用報告書（地方公務員共済組合連合会）および平成26年度年金積立金運用報告書（厚生労働省）に掲載されている平成13年から令和2年までの20年間の名目賃金上昇率データを用いた^{3) 4)}。まず、国内株式指数であるTOPIXと賃金上昇率について、時系列の推移をグラフ化したものが、(図2)である。

この図を見ると、例えば2008年のリーマンショック時の株価下落の谷を見ても分かるように、賃金上昇率の変動は株価に対して遅延性があり、結果として株価と賃金上昇率にラグが生じているように見える。そこで、あらためて1期（1年）のラグを取って、TOPIX (t期)と賃金上昇率 (t+1期)をグラフ化してみると、(図3)のようになる。

(図2)と(図3)を比較すると、明らかにラグを取った(図3)のほうが株価と賃金上昇率の連動性は高いことがわかる。実際にラグを取った場合と取らない場合の相関係数を計算すると、(表6)のようになる。

(表6)を見ると、ラグを取らない場合の賃金上昇率と各資産の相関係数に比べて、ラグ

表 6 賃金上昇率と各資産の相関係数

賃金 (t) との相関係数				
	国内債券	国内株式	外国債券	外国株式
相関係数	-0.053	-0.150	0.017	-0.291
t 値	0.227	0.645	0.071	1.288
p 値	0.823	0.527	0.944	0.214
賃金 (t+1) との相関係数				
	国内債券	国内株式	外国債券	外国株式
相関係数	0.014	0.533	0.332	0.461
t 値	0.059	2.598	1.451	2.139
p 値	0.953	0.019	0.165	0.047

を取った場合の相関係数の値がかなり大きくなっていることが分かる。例えば国内株式と賃金上昇率の相関係数はラグを取らない場合には -0.150 であるが、ラグを取ることで 0.533 となり、その絶対値が大きく上昇するとともに、t 値も 0.645 から 2.598 に大きく上昇している。p 値を見ても 0.527 から 0.019 に減少しており、ラグを取ることで、有意水準 5% で相関係数の有意性が確認できる。この分析結果を踏まえて、あらためて今回の新基本ポート策定に用いられた相関係数を確認してみると、(表 3) に含まれる賃金上昇率と各資産の相関係数の絶対値水準は、(表 6) のラグを取らない場合の水準とほぼ一致しており、賃金上昇率の遅行性が反映されていないように見える。年金運用において、利回りが賃金上昇率を下回することをリスクととらえる場合、単年度ではなく長期的な視点でリスクを把握することが重要であり、賃金上昇率の遅行性を相関係数に反映する必要がある。ポートフォリオ選択において、リスク性資産と賃金上昇率の相関係数は重要なファクターであるため、この点については今後の検討課題といえるであろう。

この点についてさらに分析を進め、賃金上昇率の遅行性を反映することが、基本ポートフォリオの選択にどのような影響を与えるかを検証してみよう。これまでの分析より、(表 3) の相関係数には、賃金上昇率の遅行性が反映されていない可能性があるため、(表 3) のうち賃金上昇率と各資産の相関係数のみ、(表 6) のラグを取った数値に置き換えることで、基本ポートフォリオの選択にどのような効果があるかを検証してみよう。注意すべき点として、この検証の目的は正確な結果を導出することではなく、あくまで仮説が正しかった場合に、どの程度ポートフォリオ選択に影響があるかを検証することである。このようにして、賃金上昇率の遅行性を反映した場合の効率的フロンティアが (図 4) である。

この図より、賃金上昇率の遅行性を考慮すると、株式などリスク性資産のインフレヘッジ

図4 賃金上昇率の遅行性を反映した場合の効率的フロンティア

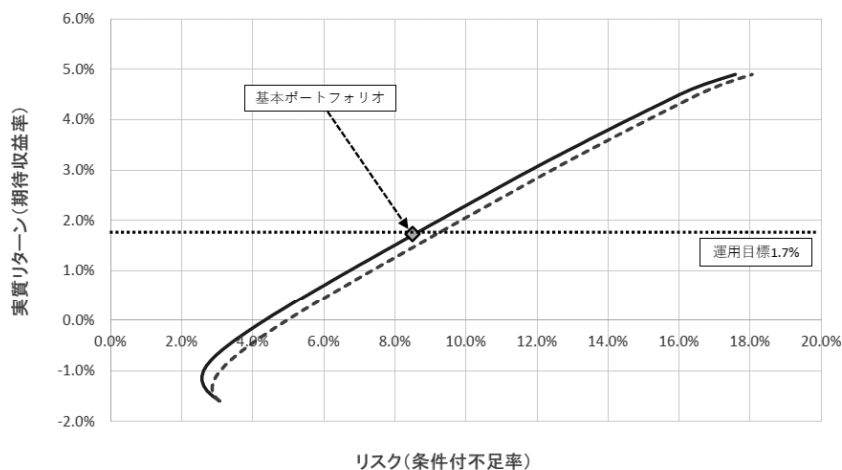


表7 最適化計算の結果（賃金の遅行性考慮）

国内債券	国内株式	外国債券	外国株式	実質期待リターン	実質リスク	下方確率	条件付平均不足率
21.91%	25.54%	29.72%	22.83%	1.70%	11.39%	44.07%	8.50%

ジ効果が最適化プロセスに適切に反映され、結果として、ポートフォリオのリスク（条件付平均不足率）が低下し、効率フロンティアは左へシフトすることが分かる。この場合における最適ポートフォリオ、すなわち運用目標（実質期待リターン1.7%）を満たし、リスクが最も小さいポートフォリオの結果は（表7）のとおりである。

この結果を賃金上昇率の遅行性を考慮する前の最適ポートフォリオ（表4）と比較すると、遅行性を考慮することでリスクヘッジ効果の高い株式のウェイトが上昇していることや、条件付平均不足率は9.12%から8.50%まで約0.6%程度減少していることなどが確認できる。また、（表7）の最適ポートフォリオから、ユークリッド距離の最も短い5%刻みのポートフォリオは、国内債券20%、国内株式25%、外国債券30%、外国株式25%となり、今回選定された（表4）の基本ポートから、国内債券を5%減らして外国債券を5%増やした結果になる。これもリスク性資産のヘッジ効果が考慮された結果と解釈できるであろう。

さらに、賃金上昇率の遅行性を考慮した場合の5%刻みポートフォリオについて、総当たり方式の1771通りのうち、期待リターンが目標リターン1.7%を満たし、リスクである条件付平均不足率の小さい順番に5つ並べた結果が（表8）である。

（表5）と比較すると、上位3つのポートフォリオは同じであるが、4番目と5番目が異なっており、（表8）のポートフォリオからは国内債券が40%含まれるポートフォリオは無く

表 8 最適化ポートフォリオ (5% 刻み)

	国内 債券	国内 株式	外国 債券	外国 株式	実質期待 リターン	実質 リスク	下方確率	条件付 平均不足率
1	30%	20%	20%	30%	1.71%	11.47%	44.08%	8.56%
2	25%	25%	25%	25%	1.73%	11.49%	44.03%	8.57%
3	20%	30%	30%	20%	1.74%	11.56%	44.02%	8.62%
4	5%	35%	50%	10%	1.72%	11.60%	44.12%	8.66%
5	15%	35%	35%	15%	1.76%	11.69%	44.03%	8.72%

なる結果となった。

賃金上昇率の遅行性を反映することで、リスク指標の精緻化につながる可能性は高いと考えられ、実際に今回用いた 20 年間のデータによる検証においても、基本ポートフォリオの選択は異なる結果となることを確認した。年金のような長期の資産運用において、リスク性資産の有するインフレヘッジ機能の大きさは、間違いなくポートフォリオ選択に影響を与える重要なファクターである。特に、効率的フロンティア近傍の最適ポートフォリオ選択は、リスク特性が微妙に変化しただけでも結果が異なる可能性があることなどを考えると、賃金上昇率と各資産の相関関係については、今後、一層慎重に分析すべきポイントと指摘することができよう。

おわりに

本論文では、2020 年 4 月より運用が開始された GPIF の基本ポートフォリオについて、策定プロセスの検証を行うとともに、いくつかの課題点について考察を行った。具体的には 5% 刻みでポートフォリオを選定する場合の手法についての課題を提示するとともに、最小化すべきリスク指標に対して、リスク資産のインフレヘッジ機能が基本ポートフォリオ選定プロセスに有効に反映されていない可能性を指摘した。

冒頭に記したように基本ポートフォリオは年金運用の運用計画であり、運用のパフォーマンスに影響を与える重要な指針となる。GPIF の場合には運用資金が 200 兆円近くにもおよび、「市場のクジラ」と呼ばれるほど市場に与える影響力は大きいため、基本ポートフォリオ策定は、市場全体が目指す方針決定であり、その策定の考え方には合理的な説明が求められる。今後も 5 年に一度の財政検証毎に基本ポートフォリオの見直しが行われるものと見込まれるが、より客観的で説明力の高い基本ポートフォリオ策定に向けた改善が行われることが期待され、本研究もその一助になればと考える。

補遺 A 条件付平均不足率と CVaR について

CVaR（条件付バリュアットリスク）とは VaR（バリュアットリスク）と同様に下方リスクに関するリスク指標の一つであり、損失額が VaR 以上となる条件下での損失額の期待値であり、信頼水準 $100(1-\alpha)\%$ の $CVaR_\alpha$ は以下のように定義される。

$$CVaR_\alpha(X) = E[-X | -X \geq VaR_\alpha(X)] \quad (8)$$

山井・吉葉（2002）によれば、損失額 X が $N(0, \sigma_X)$ の正規分布に従うとき、VaR は標準偏差の定数倍、 $VaR_\alpha = q_\alpha \sigma_X$ （ただし、 q_α は標準正規分布の上側 $100\alpha\%$ 分位点）のとなることを利用して、 $CVaR_\alpha$ は以下のように表現できる。

$$\begin{aligned} CVaR_\alpha(X) &= E[-X | -X \geq VaR_\alpha(X)] \\ &= \frac{1}{\alpha \sigma_X \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{-VaR_\alpha(X)} s \cdot \exp\left(-\frac{s^2}{2\sigma_X^2}\right) ds \\ &= \frac{\sigma_X}{\alpha \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{VaR_\alpha(X)^2}{2\sigma_X^2}\right) \\ &= \frac{\sigma_X}{\alpha \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{q_\alpha^2}{2}\right) \end{aligned} \quad (9)$$

さて、基本ポートフォリオのリスク指標である条件付平均不足率について、ポートフォリオのリターンから賃金上昇率を引いた実質リターンの分布が、平均 r_p 、標準偏差 σ_p であるとき、条件付平均不足率の定義より、 $q_\alpha = r_p / \sigma_p$ として計算された CVaR の値を、実質リターンの分布に合わせるために、 r_p だけプラスすればよいことが分かる。従って、

$$CSF(r)_\alpha = \frac{1}{N(r_p/\sigma_p)\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(r_p/\sigma_p)^2}{2}\right) \sigma_p + r_p \quad (10)$$

となり、(1) 式が導出できた。ここで、 $N(\cdot)$ は標準正規分布の分布関数であり、 $\alpha = N(q_\alpha)$ であることを用いた。

なお、枇々木（2014）では、リターンの分布から目標を下回る平均不足率を直接計算する方法で、条件付平均不足率を導出しており、その結果は以下のとおりである。

$$CSF(r)_\alpha = \frac{f(r_p/\sigma_p)}{N(r_p/\sigma_p)} \sigma_p + r_p \quad (11)$$

ここで、 $f(\cdot)$ は標準正規分布の密度関数である。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad (12)$$

(10) 式と (11) 式が同一であることは、容易に確認できる。

* 東京経済大学 TKU ファイナンス研究所客員研究員

注 —————

- 1) 中期目標策定の詳細については、第10回社会保障審議会資金運用部会資料（2019年10月3日）「GPIFの次期運用目標等について」を参照。
- 2) 枇々木（2014）においても、5%刻み、1%刻みのすべてのポートフォリオについて分析が行われている。
- 3) 地方公務員共済組合連合会の資料によると、平成26年度以前の名目賃金上昇率は、「平成26年度年金積立金運用報告書（厚生労働省）」より引用した数値、平成27年度以降の名目賃金上昇率は、厚生労働省から提供された平成24年法律第63号による改正後の厚生年金保険法における第一号厚生年金被保険者に係る数値。
- 4) GPIFは賃金上昇率について25年の年次データを用いているが、今回は取得可能な20年間のデータを使用した。

参 考 文 献

- [1] 竹原均（2014）, 「基本ポートフォリオのダウンサイドリスク・推定リスク」, 証券アナリストジャーナル 2014年8月号, pp 52-57.
- [2] 枇々木規雄（2014）, 「新しい公的年金積立金運用の基本ポートフォリオ」, ワーキングペーパー, [https://lab.ae.keio.ac.jp/~hibiki_lab/profile_2/Hibiki_BasePortfolio\(2014.12.1\).pdf](https://lab.ae.keio.ac.jp/~hibiki_lab/profile_2/Hibiki_BasePortfolio(2014.12.1).pdf)
- [3] 山井康浩, 吉羽要直（2002）, 「バリュエーション・リスクと期待ショートフォールの比較分析」, *Journal of Operation Research Society of Japan*, Vol. 45, No. 4, pp 490-506.
- [4] 厚生労働省（2019年8月27日）, 「国民年金及び厚生年金に係る財政の現況及び見通し—2019（令和元）年財政検証結果」, <https://www.mhlw.go.jp/content/000540199.pdf>
- [5] 第10回社会保障審議会資金運用部会資料（2019年10月3日）, 「GPIFの次期運用目標等について」, <https://www.mhlw.go.jp/content/12501000/000554276.pdf>
- [6] 年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）（2020）, 「基本ポートフォリオの変更について」, https://www.gpif.go.jp/topics/Adoption of New Policy Portfolio_Jp_details.pdf
- [7] 地方公務員共済組合連合会（2021）, 「令和2年度運用報告書（厚生年金保険給付調整積立金）」, https://www.chikyoren.or.jp/Portals/0/2_sikinunyo/joukyo/r2chikyoren/joukyo_r2_kounen_pal20210702.pdf
- [8] 厚生労働省（2015年9月）, 「平成26年度年金積立金運用報告書」, https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/nenkin/nenkin/zaisei/tsumitate/tsumitatekin_unyou/dl/houkokusho_h26_01.pdf