

# 修士学位論文

題 名

日本の年金運用における株式ポートフォリオ  
のホームバイアスの経済合理性の検証

頁 1 ～ 24

指導教員 内山 朋規

2022年1月11日提出

東京都立大学大学院

経営学研究科（博士前期課程） 経営学専攻

学修番号 20838308

ふ り が な う え か わ あ き お  
氏 名 上 川 知 雄

# 日本の年金運用における株式ポートフォリオのホームバイアスの経済合理性の検証

上川 知雄

2022年1月11日

## 概要

日本の代表的な年金基金である GPIF と PFA を例に、株式ホームバイアスのある GPIF のポートフォリオの経済合理性を検証する。CAPM 成立を仮定した場合に国別配分が示唆する意図せざるアルファの推計、年金債務（賃金上昇率）と株式の相関を考慮した最適ポートフォリオの推計、為替リスクを考慮した場合のシャープレシオ損失とリターン損失の推計の3つの観点から経済合理性を検証すると、どの観点についても GPIF の株式ホームバイアスを正当化できない。

## 1 はじめに

ホームバイアス（以下 HB）とは投資家が自国の資産に過大に投資することを指す。特に、株式ポートフォリオにおける HB とは、全世界の株式時価総額に対する割合と比較して、自国の株式に過大に投資することである。HB によって自国固有のリスクを過度に負担することになるにもかかわらず、個人投資家だけでなく、相対的に洗練された投資家と考えられる国内の DB 企業年金基金や各国の公的年金など、幅広い投資家のポートフォリオに HB が存在している。

本研究の目的は、日本の年金運用における HB の合理性について理論と実証の双方から検証することである。検証に際して、日本の代表的な年金基金で、株式ポートフォリオにおける国別配分が大きく異なる GPIF と PFA を例にとり、株式ポートフォリオの HB の合理性を検証する。全世界の株式時価総額に占める日本株の時価総額は7%程度である。GPIF の株式ポートフォリオでは国内株と外国株に50%ずつ配分しており、自国の株式への配分が時価総額ウェイトと比べて大きく、HB がある。一方、PFA の株式ポートフォリオでは国内株は時価総額ウェイトと同水準の7%程度で HB がない。

本研究では、日本の年金運用における HB の合理性について、3つの観点から検証する。第一に、均衡モデル (CAPM) の枠組みにおいて、HB を持つ投資家が HB を持たない投資家に比べて、暗黙的に日本株にどの程度の高いアルファを想定していることに相当するの推計する。次に、GPIF と PFA の運用目標の違いに着目し、年金債務 (賃金上昇率) と株式の相関を考慮した最適ポートフォリオの推計を行い、賃金上昇率を考慮することが HB に与える影響を検証する。最後に、外国株投資に伴う為替リスクが最適ポートフォリオに与える影響について、シャープレシオ損失とリターン損失の推計により検証する。

## 2 先行研究

現在でも日本の年金基金の多くは、国内株と外国株を分けて管理している。松前 (2010) は、国内年金の国内株 60% : 外国株 40% という内外株比率の株式ポートフォリオは、時価総額ウェイト (MSCI ACWI IMI) の株式ポートフォリオと比較して、過去 15 年間で累積リターンが 80% 以上劣後したことを指摘している。また、内外株を別資産クラスとして扱う意味が薄れたことを指摘し、時間とともに変化する市場ポートフォリオに対して内外株固定比率で政策資産配分を定めるのではなく、内外株の枠を取り払ったグローバル株式枠とすることを提案している。

Cooper, Sercu and Vanpée (2013) では、情報の非対称性、行動要因、外国投資への障壁、ガバナンスの問題等に関する研究文献を紹介している。それらの文献で提案されている株式 HB の説明を評価し、それぞれの説明だけでは不十分であると結論付け、複数の要因が組み合わさった結果 HB が生じている可能性が高いと結論している。

Ang (2014) では、HB の原因として、相関の時間的変化 (相場下落局面で各国株式市場の相関が高まることがあるが、分散のメリットは依然ある)、為替リスク、取引コスト、情報の非対称性、行動バイアスの 5つをあげている。HB の原因は解明されていないが、分散効果を楽しむべきだと結論している。

Ardalan (2019) では、自国固有のリスクに対するヘッジ、外国投資への障壁、情報の非対称性、行動要因などの大枠に区分して HB の先行研究を整理している。HB に関する研究者の一致した見解として、単一の説明が完全な解決策を提供しないこと、投資家のポートフォリオに関する意思決定は複数の要因が混ざり合っていることを指摘している。また、これらは HB が複雑でモデル化することが難しいことを示唆していると書いている。

## 2.1 期待リターンの逆算

Cooper, Sercu and Vanpée (2013)によると、HBの機会費用を計測する最も簡素な初期の研究手法は、平均・分散の研究手法の枠組みで、投資機会集合における資産に関して、国内投資家と海外投資家が認識する期待リターンとリスク（共分散構造）の差を推定する方法である。French and Poterba (1991)では、効用関数から導出したモデルを用いて、日本、米国、英国の投資家のポートフォリオの国別配分から、各国投資家が自国の株式市場の期待リターンを他国の株式市場の期待リターンよりも高く推計していることに相当することを示している。

## 2.2 年金負債の考慮

Craft (2006)では、資産・負債モデルでは、資産のリターンと分散だけではなく、資産と年金債務の変化との相関を考慮してポートフォリオの資産配分を決定するため、年金債務と相関の高い資産への資産配分割合は高くなることを指摘している。一方で、一般的な平均・分散モデルでは、各資産の期待リターンと分散から、所与のリターン水準でリスクを最小化するような資産配分を最適ポートフォリオとするため、資産・負債モデルによる最適ポートフォリオの資産配分とは異なる。年金資産運用者が合理的に行動し、ポートフォリオの剰余の分散を最小化しようと努め、資産・負債モデルにより年金負債を考慮した最適ポートフォリオを導出する場合、米国の年金債務との相関が低い世界株への資産配分が低くなることは理にかなっており、米国年金が米国株式への資産配分を大きくしていることは不合理とは言えないと結論している。

浅野 (2009)は、国内の賃金上昇率と株価（TOPIX）は、短期ではほとんど相関がないが、長期になるほど相関が高いことを指摘し、年金給付は賃金上昇率に従って改定されるので、公的年金運用では賃金上昇率を目標とし、リスク・リターンも賃金上昇率との相対で測るのが良いと結論している。また、債券はキャッシュフローが固定されており、インフレや生産性上昇により賃金が上昇した場合、リターンが劣後するためリスクが低いとは言えないこと、株式のリターンが低い（高い）ときに賃金上昇率も低く（高く）なるという傾向があるなら、株式は見た目ほどリスクは高くないかもしれない等の指摘も行っている。

## 2.3 為替リスクの考慮

Fidora, Fratzscher and Thimann (2007) ではホームバイアスの要因として、為替のボラティリティの役割、特に為替ボラティリティが各種金融資産におけるホームバイアスの違いに与える影響を調査している。為替変動が2国間ポートフォリオにおけるホームバイアスの重要な要因となっているだけでなく、月次為替変動を標本平均からゼロに減らすと、株式のHBは20%低下するのにとどまる一方で、債券のHBは60%低下することを示している。

Calvet, Campbell and Sodini (2007) では、スウェーデン人のデータを分析し、ポートフォリオが十分に分散されていないことと株式市場に参加しないことによる相対シャープレシオ損失とリターン損失を推計している。この研究で使われた分析手法を参考に、本研究では為替リスクを考慮したポートフォリオの相対シャープレシオ損失とリターン損失を推計する。

## 3 日本の年金運用における株式ホームバイアス

OECD (2021) の調査では、各国の公的年金や大規模年金基金の資産配分や運用リターンがまとめられており、現在でも多くの国の公的年金等でHBが存在していることが確認できる。

格付投資情報センター (2021) に記載された「2021 年日経企業年金実態調査」によると、400以上の日本のDB企業年金の資産配分の2021年の平均値は、国内株が11.47%、外国株が12.59%であり、平均値で見ると日本のDB企業年金にHBが存在していることが確認できる。同調査では、10年前の2011年における日本の企業年金の資産配分の平均値は国内株が22.07%、外国株が16.80%であり、現在よりもHBの程度が大きい。2008年から2020年まで国内株、外国株ともに資産配分の減少傾向が続くなか、国内株の減少幅は外国株の減少幅よりも大きく、2019年に国内株は外国株の資産配分を下回っている。

野村総合研究所 (2021) の調査によると、企業型DC年金の新規掛金の配分（元本確保型への配分を除く）において、国内株型の配分は11年3月期から21年3月期までの10年間で8%低下し、同期間に海外株型は5.5%上昇していることを指摘している。また、バランス型投信経由での日本株への投資比率が低下し、海外株への投資比率が上昇していることを指摘している。ただ、21年3月期の企業型DC年金の新規掛金の配分（元本確保型への配分を除く）は、海外株型が約23%、国内株型15%であり、HBは過去10年間

で新規掛金においては大幅に減少しているとはいえ、時価総額ウェイトと比較すると、現在でも HB は存在している。

以上のように、株式 HB の解消が進みつつあるとはいえ、2021 年時点においても日本を含む世界各国の公的年金、日本国内の DB 企業年金、企業型 DC 年金において株式 HB は根強く存在している。

### 3.1 日本の代表的な年金基金の株式ポートフォリオの状況

本研究では、日本の代表的な年金基金である GPIF と PFA の株式ポートフォリオを例に、HB の経済合理性について検討する。GPIF と PFA を例に挙げる理由は、公開情報が充実しており、株式ポートフォリオが対照的で比較するのに適しているからである。

GPIF（年金積立金管理運用独立行政法人）は、Government Pension Investment Fund の略で、日本の公的年金のうち、厚生年金と国民年金の積立金の管理・運用を行う組織である。2021 年 3 月末の運用資産残高は約 186 兆円で、世界最大規模の機関投資家である。

PFA（企業年金連合会）は、Pension Fund Association の略で、企業年金脱退者等の資金を移管し運用する組織である。2021 年 3 月末の運用資産残高は、基本年金等が約 12 兆円、通算企業年金が約 4900 億円で、合計約 12.5 兆円である。本研究において、GPIF と PFA の株式ポートフォリオの国別配分を分析でとりあげる際、GPIF の基本ポートフォリオとの比較は、PFA が運用する年金資金のうち、厚生年金の代行運用を行う必要のない加算部分だけからなる通算企業年金部分のポートフォリオで行う。

#### 3.1.1 GPIF の運用目標と政策資産配分

GPIF は名目賃金上昇率を 1.7% 上回ることを運用目標としている。人口構造の変化による影響を除くと、公的年金の支出は長期的には概ね賃金上昇に応じて増加するため、年金積立金の運用目標は名目賃金上昇率に連動する仕組みとなっている。期待リターンが 4% (= 名目賃金上昇率 2.3% + 1.7%) 以上、下方確率が全額国内債券の場合を下回る、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（条件付平均不足率）が最も小さい、という 3 つ全てを満たす資産配分を選択している。詳細は割愛するが、これらの条件でポートフォリオ選択を行うと、期待リターンが 4% でリスクが最小となるように平均分散最適化手法でポートフォリオ選択を行った場合と概ね同じ結果になることを確認している。中長期で維持すべき基本的な資産配分を表現する用語に、基本ポートフォリオや政策アセットミックスという用語があるが、本研究では政策資産配分という用語を用いる。GPIF の政策資産配分（GPIF では基本ポートフォリオという用語を使っている。）は、国

表1 GPIFの政策資産配分

資産区分	資産配分
国内債券	25%
外国債券	25%
国内株式	25%
外国株式	25%

表注

1. GPIFの2020年4月1日以降の政策資産配分
2. データ出所:GPIFの下記WEBサイト

[https://www.gpif.go.jp/topics/Adoption%20of%20New%20Policy%20Portfolio\\_Jp\\_details.pdf](https://www.gpif.go.jp/topics/Adoption%20of%20New%20Policy%20Portfolio_Jp_details.pdf)

内株式：外国株式：国内債券：外国債券＝25%：25%：25%：25%である。株式ポートフォリオにおける国内株の割合は50%で、株式HBが存在する。

### 3.1.2 PFA

PFAが管理運用する年金資産は、年金債務の特性に応じて、基本年金等にかかる資産を運用するポートフォリオと、通算企業年金にかかる資産を運用するポートフォリオの2つあり、各年金債務に適合した政策資産配分（PFAでは政策アセットミックスという用語を使っている。）を策定している。

基本年金等にかかる年金資産は、厚生年金基金から移転申出された基本年金と厚生年金基金の解散により徴収した代行年金、2005年9月までに移換された脱退一時金相当額や残余財産分配金（解散、終了）に基づく年金給付等にかかる資産で、基本年金と代行年金には国に代わって厚生年金の一部を支給するための原資（代行部分）が含まれる。基本年金等では、ポートフォリオの約4分の3を占める代行部分をGPIFの運用に連動させることで負債をヘッジできる特性がある。資産全体に置き換えた加算部分の必要利回りは、積立水準の変動によって変化し、それに伴いリスク資産の配分を調整していくことができる。よって、積立水準の改善に伴い運用リスクを低下させることで将来の積立不足になる確率を小さくすることができるため、基本年金等では各積立水準に応じて、それぞれに適したリスク量となるよう政策資産配分を変える動的な管理を行っている。

通算企業年金にかかる年金資産は、2005年10月以降に移管された企業年金脱退者の脱退一時金相当額に基づく年金給付等にかかる資産で、厚生年金代行部分のない加算部分だけからなる年金債務である。代行部分がないため、基本年金等のように、年金債務の一部

表2 PFA の通算企業年金の政策資産配分

資産区分	資産配分
債券	80%
グローバル株式	20%

表注

1. 債券には外国債券を組み入れることがあるが、それに伴う為替リスクについては、債券全体の 20 % を許容範囲としている。
2. グローバル株式では、国内株、新興国株を含む全世界の株式を投資対象としている。
3. データ出所：PFA の下記 WEB サイト  
<https://www.pfa.or.jp/activity/shisan/shisan04.html>

をヘッジしたり、必要利回りが変化したりすることがない。通算企業年金では、積立水準の変動に伴う政策資産配分の動的管理を行わず、リスク量を一定に保つようポートフォリオを管理している。PFA が加入者の年金額を算定する際の予定利率は移管時の年齢に応じて 0.50%~2.25% で、予定利率の平均は 2% 程度である。通算企業年金は目標リターンを最も低いリスクで達成できる資産配分を選択しており、政策資産配分は債券 80%、グローバル株式 20% である。PFA では株式を国内株と外国株の区分ではなくグローバル株式として内外株を一体管理しており、株式ポートフォリオにおける国内株の割合はベンチマーク指数である MSCI ACWI と同水準（2021 年 3 月末時点では 7% 程度）である。よって、PFA の株式ポートフォリオには HB は存在しない。

### 3.2 HB の計測

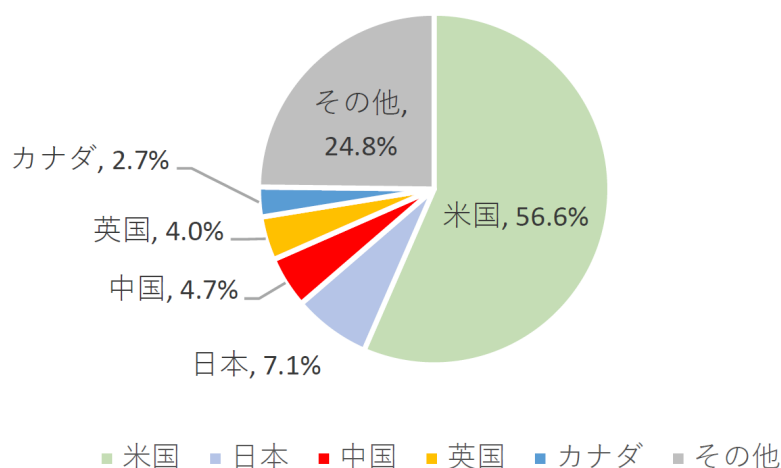
株式ポートフォリオにおける HB とは、全世界の株式時価総額に対する割合と比較して自国の株式に過大に投資することである。本研究では、時価総額ウェイトの国別配分の株式ポートフォリオを、市場ポートフォリオと仮定する。そして、MSCI ACWI（MSCI 社が算出する全世界の株価指数）を株式の市場ポートフォリオの代替と考える。ただし、MSCI ACWI のデータが存在しない 1970 年 1 月から 1987 年 12 月までの期間は、MSCI World（MSCI 社が算出する先進国の株価指数）を市場ポートフォリオの代替と考える。

全投資家のポートフォリオを合算すれば、時価総額加重型ポートフォリオに等しいことは自明である。時価総額ウェイトに対して、全ての投資家がある特定の資産を多く保有することはできない。つまり、時価総額ウェイトは平均的な投資家が保有するポートフォリオである。よって、投資家がある資産を時価総額ウェイトよりも多く保有している場合、合理的か非合理的かは別として、何らかの理由によりその資産の魅力度が平均的な投資家



図1 株式の市場ポートフォリオの国別構成比

### MSCI ACWI IMI国別構成比 (2020年12月末)



図注

1. 本研究では、株式の市場ポートフォリオの代替として、MSCI ACWI を考える。ただし、MSCI ACWI のデータが存在しない 1970 年 1 月から 1987 年 12 月までの期間は、MSCI World を市場ポートフォリオの代替と考える。
2. 本研究では、2020 年 12 月末時点における MSCI ACWI IMI の国別構成比に基づき、市場ポートフォリオにおける国内株の割合は 7.1%、外国株の割合は 92.9% としている。
3. データ出所は、MSCI の下記 WEB サイト  
<https://www.msci.com/visualizing-investment-data/acwi-imi-complete-geographic-breakdown>

と比べて相対的に高いことを意味する。

全世界の株式市場における国内株の時価総額ウェイトは、図1のように2020年12月末時点においては7.1%であり、近年は概ね7%程度である。GPIFの株式ポートフォリオは国内株と外国株に50%ずつの配分となっており、PFAの株式ポートフォリオは時価総額ウェイトの国別配分となっている。GPIFの株式ポートフォリオで国内株への配分が時価総額ウェイトに対して過大となっていることは、他の投資家よりも国内株を何らかの理由により高く評価していることを意味する。

表3 GPIFの市場前提条件（期待リターンとリスク）

名目ベース	短期金利	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	0.60%	0.70%	5.60%	2.60%	7.20%	2.30%
リスク（標準偏差）	-	2.56%	23.14%	11.87%	24.85%	1.62%

表注

1. GPIFが2020年4月1日以降の政策資産配分策定に用いた市場前提条件
2. 均衡収益率とは、各資産のリスク・相関係数及びグローバル市場の時価総額を用いて、市場から示唆されるリターンを逆算したものの。
3. ビルディングブロック法とは、各資産の期待リターンを短期金利の期待リターンとリスクプレミアムに分解し、それぞれを推計した上で合算することによって、各資産の期待リターンを推計する方法である。なお、リスクプレミアムの推計にあたっては政策ベンチマーク等の過去データを用いている。
4. 各資産のリスク（標準偏差）については、バブル崩壊後の過去25年間における政策ベンチマークの年次データを用いて推計を行っている
5. データ出所：GPIFの下記WEBサイト  
[https://www.gpif.go.jp/topics/Adoption%20of%20New%20Policy%20Portfolio\\_Jp\\_details.pdf](https://www.gpif.go.jp/topics/Adoption%20of%20New%20Policy%20Portfolio_Jp_details.pdf)

## 4 分析で用いる市場前提条件

実証分析で用いる市場前提条件については、基本的にGPIFの市場前提条件を使用する。市場前提条件からは計算できない場合や前提条件の変化による影響を分析する場合は、ヒストリカルデータ等により計算した数値を用いる。表3、表4は、GPIFが2020年4月1日以降の政策資産配分策定に用いた市場前提条件である。GPIFでは、国内債券の期待リターンは、将来の長期金利推移シナリオを想定した債券運用の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（表注2）を混合することによって推計し、国内株式、外国債券、外国株式の期待リターンは、いずれも短期金利にリスクプレミアムを加えたビルディングブロック法（表注3）によるものに、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って推計している。計算の基礎となる短期金利の期待リターンは、金融市場におけるイールドカーブに基づき推計している。リスク、相関係数については、バブル崩壊後の過去25年間における政策ベンチマークの年次データを用いて推計を行っている。

本研究ではPFAの市場前提条件を使った分析は行わないが、参考のためにPFAの各資産の期待リターンを表5に記載する。GPIFとPFAの市場前提条件に関して、国内株より外国株の期待リターンを高く設定している点は共通している。

表 4 GPIF の市場前提条件（相関係数）

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	-0.158	0.29	0.105	0.042
国内株式	-0.158	1	0.06	0.643	0.113
外国債券	0.29	0.06	1	0.585	-0.01
外国株式	0.105	0.643	0.585	1	0.099
賃金上昇率	0.042	0.113	-0.01	0.099	1

表注

1. GPIF が 2020 年 4 月 1 日以降の政策資産配分策定に用いた市場前提条件
2. 各資産の相関係数については、バブル崩壊後の過去 25 年間における政策ベンチマークの年次データを用いて推計を行っている
3. データ出所：GPIF の下記 WEB サイト  
[https://www.gpif.go.jp/topics/Adoption%20of%20New%20Policy%20Portfolio\\_Jp\\_details.pdf](https://www.gpif.go.jp/topics/Adoption%20of%20New%20Policy%20Portfolio_Jp_details.pdf)

表 5 PFA の市場前提条件（期待リターン）

	国内債券	国内株式	外国債券	グローバル株式
期待リターン	1.50%	5.00%	3.00%	7.00%

表注

1. 定量分析に用いる各資産のリターン・データは、1985 年度からの月次の市場リターンを使い、各資産の平均リターンが期待リターンとなるよう調整したうえで、連続する 24 か月を 1 ブロックとして 5 ブロック（10 年分）、ランダムに 1 万通り発生させている（移動ブロック・ブートストラップ法）
2. データ出所：PFA の下記 WEB サイト  
<https://www.pfa.or.jp/activity/shisan/shisan04.html>

## 5 HB が示唆するアルファ

投資家の株式ポートフォリオにおける日本株部分を国内株、株式ポートフォリオにおける日本株を除く部分を外国株とする。外国株の割合を  $w_i$ 、国内株の割合を  $w_j = 1 - w_i$  で表し、投資家の株式ポートフォリオにおける国別配分をベクトル表記で  $w = (w_i, w_j)^\top$  と表す。また、市場ポートフォリオにおける外国株の割合を  $w_i^*$ 、国内株の割合を  $w_j^* = 1 - w_i^*$  で表し、市場ポートフォリオの国別配分をベクトル表記で  $w^* = (w_i^*, w_j^*)^\top$  と表す。

投資家は、国内株と外国株に投資可能であるとする。国内株の収益率を  $r_j$ 、外国株の収益率を  $r_i$ 、市場ポートフォリオの収益率を  $r_m$  とする。投資家は無リスク資産にも投資可能で、本研究では株式以外を無リスク資産とする。無リスク金利を  $r_f$  とする。また、

投資家が考える国内株の期待収益率を  $\mu_j$ 、外国株の期待収益率を  $\mu_i$ 、市場ポートフォリオの期待収益率を  $\mu_m$  とする。  $\mu_m = \mu_j \frac{w_j^*}{w_j^* + w_i^*} + \mu_i \frac{w_i^*}{w_j^* + w_i^*}$  である。ベクトル表記について、投資家の株式ポートフォリオの期待リターンベクトルを  $\mu = (\mu_i, \mu_j)^\top$ 、共分散行列を  $\Sigma \in \mathbb{R}^{2 \times 2}$ 、成分が 1 のベクトルを  $\iota \in \mathbb{R}^2$  とする。ベクトルを用いると、投資家の無リスク資産への投資ウェイトは  $1 - w^\top \iota$  と書ける。

ここで、平均分散最適化を考える。投資家のポートフォリオの収益率を  $r_p$ 、リスク回避度を  $\gamma$  とする。投資家のポートフォリオの収益率と分散はそれぞれ  $r_f + (\mu - r_f \iota)^\top w$ 、 $w^\top \Sigma w$  なので、目的関数を次のように定義できる。

$$\max_w r_f + (\mu - r_f \iota)^\top w - \frac{\gamma}{2} w^\top \Sigma w \quad (1)$$

1 階の条件から、リスク資産への最適ウェイト、つまり内外株式への最適資産配分は次式を満たす。残りのウェイト  $1 - w^\top \iota$  は無リスク資産に投資する。

$$w = \frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} (\mu - r_f \iota) \quad (2)$$

(2) より、

$$\mu - r_f \iota = \gamma \Sigma w \quad (3)$$

また、次式のようにも表現できる。

$$\mu = \gamma \Sigma w + r_f \iota \quad (4)$$

$w$  を投資家が最適化した結果と考えて所与とすると、(4) の  $w$  に各投資家の国別配分ベクトルを代入することにより、各投資家の国内株と外国株の期待リターン、つまり、投資家の国別配分が示唆する期待リターンを推計することが可能である。この手法は、French and Poterba (1991) が投資家の国別配分が示唆する期待リターンを推計している手法であるが、本研究が HB の有無の基準としている市場ポートフォリオが議論の基準となっていない。よって、本研究では、CAPM の成立を仮定することにより、市場ポートフォリオを分析の基準とした議論を行う。

## 5.1 推計手法

アルファとは、各資産の運用ベンチマークに対してアクティブ・リスクを取った結果、獲得できるリターンを指す。時価総額ウェイトの国別配分で株式を保有する投資家は、市場ポートフォリオと同じ国別配分なので、国別配分が示唆するアルファはゼロである。

CAPM 成立を仮定し、HB のある株式ポートフォリオの国別配分が示唆するアルファを算出することで、HB の大きさを定量的に評価する。

外国株、国内株それぞれについて、次のシングルファクターモデルを仮定する。ここでは、株式（リスク資産）と無リスク資産に投資可能で、株式以外は無リスク資産に投資するものとする。このシングルファクターモデルにおいて、 $\alpha_i, \alpha_j$  はそれぞれ外国株と国内株のアルファ、 $\beta_i, \beta_j$  はそれぞれ外国株と国内株の市場ポートフォリオに対する感応度、 $\varepsilon_i, \varepsilon_j$  は外国株と国内株の各シングルファクターモデルの残差項とする。

$$r_i - r_f = \alpha_i + \beta_i (r_m - r_f) + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, v_i^2) \quad (5)$$

$$r_j - r_f = \alpha_j + \beta_j (r_m - r_f) + \varepsilon_j, \quad \varepsilon_j \sim N(0, v_j^2) \quad (6)$$

ここでは、残差項  $\varepsilon_i$  と  $\varepsilon_j$  が互いに独立であることを仮定している。

$$\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad (7)$$

$\mu = (\mu_i, \mu_j)^\top$ ,  $\alpha = (\alpha_i, \alpha_j)^\top$ ,  $\beta = (\beta_i, \beta_j)^\top$ ,  $\Omega = \begin{pmatrix} v_i^2 & 0 \\ 0 & v_j^2 \end{pmatrix}$  と定義すると、(5)、(6) のシングルファクターモデルの期待値は、次の期待リターンベクトルで表現できる。また、外国株と国内株の共分散は次のように表現できる。

$$\mu = \alpha + (\mu_m - r_f)\beta + r_f \iota \quad (8)$$

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \text{Var}(r_i) & \text{Cov}(r_i, r_j) \\ \text{Cov}(r_i, r_j) & \text{Var}(r_j) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_i^2 \sigma_m^2 + v_i^2 & \beta_i \beta_j \sigma_m^2 \\ \beta_i \beta_j \sigma_m^2 & \beta_j^2 \sigma_m^2 + v_j^2 \end{pmatrix} = \beta^\top \beta \sigma_m^2 + \Omega \quad (9)$$

よって、内外株の最適ウェイト  $w$  は、(2)、(8) から次式で表現できる。

$$w = \frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} (\mu - r_f \iota) = \frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} \alpha + \frac{\mu_m - r_f}{\gamma} \Sigma^{-1} \beta \quad (10)$$

(10) の  $w$  は、HB がある投資家の国別配分である。ところで、CAPM では、資産の期待超過リターンは、各資産の市場ベータと市場ポートフォリオのリスクプレミアムの積であるとしている。ここでは、CAPM が成立していることを仮定する、つまり (5)、(6) で  $\alpha = 0$  であると仮定すると、平均的な投資家にとっての最適ウェイト  $\tilde{w}$  は次式で表現できる。

$$\tilde{w} = \frac{\mu_m - r_f}{\gamma} \Sigma^{-1} \beta \quad (11)$$

また、市場ポートフォリオの国別配分を  $\tilde{w}^*$  とすると、 $\tilde{w}$  は  $\tilde{w}^*$  に比例しているはずである。したがって、市場ポートフォリオの国別配分ベクトル  $\tilde{w}^*$  は次式を満たす。

$$\tilde{w}^* = \frac{\tilde{w}}{\tilde{w}^\top \iota} = \frac{\Sigma^{-1} \beta}{\iota^\top \Sigma^{-1} \beta} \quad (12)$$

(11)、(12) より次式が成り立つ。

$$\tilde{w} = \frac{(\mu_m - r_f)\iota^\top \Sigma^{-1} \beta}{\gamma} \tilde{w}^* \quad (13)$$

(11)、(13) を (10) に代入すると次式が得られる。

$$w = \frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} \alpha + \frac{(\mu_m - r_f)\iota^\top \Sigma^{-1} \beta}{\gamma} \tilde{w}^* \quad (14)$$

(14) を  $\alpha$  について整理すると次式が得られる。

$$\alpha = \gamma \Sigma w - (\mu_m - r_f)\iota^\top \Sigma^{-1} \beta \Sigma \tilde{w}^* \quad (15)$$

ところで、各資産のヒストリカルデータによる回帰分析では、市場ポートフォリオにおける時価総額ウェイトの国別配分が変動するため、 $\beta$  を直接観測できない。そのため、以下の方法で  $\text{Var}(r_m)$  等を導出することにより分析を行っている。ベクトル  $\beta = (\beta_i, \beta_j)^\top$  は次のように書ける。

$$\beta = \frac{1}{\text{Var}(r_m)} \Sigma \tilde{w}^* \quad (16)$$

よって、(15) の  $\alpha$  は次のように表現できる。

$$\alpha = \gamma \Sigma w - \frac{\mu_m - r_f}{\text{Var}(r_m)} \Sigma \tilde{w}^* \quad (17)$$

$\text{Var}(r_m)$  は、GPIF の市場前提条件 (表 3、表 4) と市場ポートフォリオの国別配分 (図 1) を使って、次式で計算できる。

$$\text{Var}(r_m) = (\tilde{w}_i^*)^2 \text{Var}(r_i) + (\tilde{w}_j^*)^2 \text{Var}(r_j) + 2\tilde{w}_i^* \tilde{w}_j^* \text{Cov}(r_i, r_j) \quad (18)$$

$\mu_m$  は、GPIF の市場前提条件 (表 3、表 4) と市場ポートフォリオの国別配分 (図 1) を基に、国内株と外国株の期待リターンを時価総額加重して計算できる。

リスク回避度  $\gamma$  について、Ang (2014) によると、ほとんどの投資家のリスク回避度  $\gamma$  は 1 から 10 で、10 以上は非常に稀とのことである。株式と無リスク資産からなるポートフォリオを仮定し、GPIF の市場前提条件 (表 3、表 4) を使って、資産全体に占める株式への投資割合  $w^\top \iota$  が 50% となる  $\gamma$  を (19) により推計すると、 $\gamma = 2.22$  となる。投資家によってリスク回避度  $\gamma$  は異なるが、ポートフォリオ全体のうち株式への資産配分が 50% である投資家は  $\gamma = 2.22$  程度であると推計できるので、リスク資産への配分が 50% である GPIF のリスク回避度を  $\gamma = 2.22$  と仮定して以降の分析を行う。

$$\gamma = \frac{\mu_m - r_f}{\text{Var}(r_m) \cdot w^\top \iota} \quad (19)$$

表6 リスク回避度の変化に伴う意図せざるアルファの変化

$\gamma$	0.5	1	2.22	3	5	7	9	11
$\alpha_i$	-5.42%	-4.19%	-1.18%	0.75%	5.68%	10.62%	15.55%	20.49%
$\alpha_j$	-3.10%	-1.97%	0.79%	2.55%	7.08%	11.61%	16.13%	20.66%
$\alpha_i - \alpha_j$	-2.32%	-2.22%	-1.97%	-1.81%	-1.40%	-0.99%	-0.58%	-0.17%

表注

1. Ang (2014) によると、ほとんどの投資家のリスク回避度  $\gamma$  は 1 から 10 の間にある
2. 株式への投資割合が 50% となる  $\gamma$  を (19) により推計すると、 $\gamma = 2.22$  となる。以降の分析では、投資家のリスク回避度を  $\gamma = 2.22$  と仮定する。

## 5.2 分析結果

GPIF の株式ポートフォリオについて、(17) により国別配分ベクトル  $w$  が示唆する意図せざるアルファを推計している。リスク回避度  $\gamma$  を変えて国別配分ベクトル  $w$  が示唆する  $\alpha$  を推計した結果を表 6 に記載している。 $\gamma$  が 11 以下であれば、GPIF の国別配分は、国内株のアルファを高く評価し、外国株のアルファを低く評価していることに相当する結果となっている。特に、GPIF のリスク回避度の大きき水準だと推計される  $\gamma = 2.22$  では、外国株のアルファは国内株のアルファより 2% 程度低い水準となっている。この推計結果は、GPIF の意図に反する可能性がある。このように CAPM の成立を仮定すると、GPIF は平均的な投資家に比べて外国株よりも国内株の期待リターンを高く想定していることになる。

## 6 年金負債（賃金上昇率）の考慮

ここまでの分析では、賃金上昇率を考慮していない。しかし、国内株の方が外国株よりも賃金上昇率との相関が高ければ、HB を正当化できる可能性がある。GPIF と PFA の目標収益率の違いに着目すると、GPIF は国内の名目賃金上昇率を 1.7% 上回ることを目標としているため名目賃金上昇率の変動に応じて目標収益率も変動するが、PFA の目標収益率は定数である。よって、GPIF が国内の名目賃金上昇率と連動性が高い資産である国内株を時価総額ウェイトより多く保有することが最適である可能性がある。ここでは、実証的に観測される株式と賃金上昇率の相関によってどの程度 HB を説明できるのか検証する。

表7 国内の賃金上昇率と内外株リターンの相関

賃金上昇率との相関	月次	12 カ月	36 カ月	60 カ月	120 カ月
国内株式リターン	0.055	0.123	0.102	0.153	0.391
外国株式リターン	-0.055	-0.174	-0.252	-0.289	-0.280
国内株式対数リターン	0.058	0.130	0.112	0.170	0.416
外国株式対数リターン	-0.048	-0.159	-0.244	-0.276	-0.236

表注

1. 本表は、1971年2月から2021年3月の月次データを基に計算。
2. 12カ月、36カ月、60カ月、120カ月の相関は、各月までの12カ月、36カ月、60カ月、120カ月の複利リターンを計算し、それらの月次系列（各月次データに重複あり）から計算した相関係数
3. 国内株リターンは、1971年2月から1989年1月まではTOPIXの各月の平均株価データ、1989年2月から2021年3月まではTOPIX配当込み指数データから計算。外国株リターンは、MSCI ACWI（除く日本）の月次リターンから計算。TOPIXの各月の平均株価データは日経NEEDSから取得、TOPIX配当込み指数データはBloombergから取得、MSCI ACWI（除く日本、円ベース）のデータはMSCIの下記WEBサイトから取得。  
<https://www.msci.com/end-of-day-data-search>
4. 賃金上昇率は、毎月勤労統計の「決まって支給する給与（全産業、30人以上）」の季節調整済み賃金指数データを使用。  
 データ出所  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450071&tstat=000001011791&cycle=0&tclass1=000001035519&tclass2=000001144287&tclass3val=0>

浅野 (2009) は、国内の賃金上昇率と国内株の相関は、短期ではほとんど相関が無いが長期になるほど相関が高いことを指摘している。本研究においても、データ取得期間を1971年2月から2021年3月末として、内外株式について同様の計算を行い、表7に結果をまとめている。浅野 (2009) の指摘の通り、国内の賃金上昇率と国内株の相関は、短期ではほとんど相関が無いが長期になるほど相関が高いことが確認できる。一方、国内の賃金上昇率と外国株の相関に関しては、短期、長期とも負の相関であり、長期は短期より強い負の相関を示している。

## 6.1 賃金上昇率を考慮した最適ポートフォリオの国別配分の推計

賃金上昇率を  $c \sim N(m, v^2)$ 、賃金上昇率と国内株、外国株との共分散ベクトルを  $\Phi = (\sigma_{i,c}, \sigma_{j,c})^T$  と定義する。投資家の目的関数は、次のように定義する。賃金上昇率控除後のポートフォリオリターンが大きい国別配分ほど望ましく、賃金上昇率とポートフォ



リオリターンの乖離の分散が小さい国別配分ほど望ましいということを意味している。

$$\max_w E[r_p - c] - \frac{\gamma}{2} \text{Var}(r_p - c) = r_f + (\mu - r_f \iota)^\top w - m - \frac{\gamma}{2} (w^\top \Sigma w - 2w^\top \Phi + v^2) \quad (20)$$

一階の条件から、リスク資産における最適国別配分は次式を満たす。

$$\begin{aligned} (\mu - r_f \iota) - \gamma \Sigma w + \gamma \Phi &= 0 \\ \therefore w &= \underbrace{\frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} (\mu - r_f \iota)}_{\text{平均分散最適成分}} + \underbrace{\Sigma^{-1} \Phi}_{\text{ヘッジ成分}} \end{aligned} \quad (21)$$

$\Sigma^{-1} \Phi$  は賃金上昇率  $x$  のポートフォリオリターン  $r_p$  への回帰係数を意味する。つまり、賃金上昇率を考慮した最適ポートフォリオは、賃金上昇リスクをヘッジしたうえで、平均分散最適なポートフォリオに投資するものとして理解できる。ここでも、株式以外は全て無リスク資産に投資するものとしており、無リスク資産への配分割合は  $1 - w^\top \iota$  とする。

(21) を市場ポートフォリオと関連づけて分析することを考える。シングルファクターモデル (5)、(6) を仮定すると (21) は次式になる。

$$w = \frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} \alpha + \frac{\mu_m - r_f}{\gamma} \Sigma^{-1} \beta + \Sigma^{-1} \Phi \quad (22)$$

(12) の関係から、次式が成り立つ。

$$w = \frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} \alpha + \frac{(\mu_m - r_f) \iota^\top \Sigma^{-1} \beta}{\gamma} \tilde{w}^* + \Sigma^{-1} \Phi \quad (23)$$

さらに (16) を代入すると、

$$w = \frac{1}{\gamma} \Sigma^{-1} \alpha + \frac{\mu_m - r_f}{\gamma \text{Var}(r_m)} \tilde{w}^* + \Sigma^{-1} \Phi \quad (24)$$

(24) において、CAPM のもとでは真のアルファはゼロなので  $\alpha = 0$  を代入し、リスク回避度は  $\gamma = 2.22$  を代入し、残りは GPIF の市場前提条件 (表 3、表 4) から得られる数値を代入すると、賃金上昇率を考慮した最適ポートフォリオ  $w$  が得られる。

## 6.2 GPIF の前提条件を基にした分析結果

(24) において、リスク回避度  $\gamma = 2.22$  を仮定し、 $\alpha = 0$ 、残りの変数は GPIF の市場前提条件 (表 3、表 4) から得られる数値を代入することにより  $w$  を推計し、 $w$  の合計が 100% となるように  $w^\top \iota$  で除した数値を表 8 に記載している。賃金上昇率のヘッジ成分は内外株合計で 0.97% と小さく、GPIF が前提としている賃金上昇率、賃金上昇率と内外株の相関の大きさは、内外株の資産配分に大きな影響を与えていない。よって、この分析結果からは、賃金上昇率と内外株の相関を考慮しても、GPIF の HB は正当化できない。

表 8 平均分散最適成分と賃金上昇率ヘッジ成分 (GPIF 市場前提)

	平均分散最適成分	ヘッジ成分	合計
$w_i$ (外国株の割合)	93.42%	0.28%	93.70%
$w_j$ (国内株の割合)	5.61%	0.69%	6.30%
合計	99.03%	0.97%	100.00%

表注

1. リスク回避度  $\gamma = 2.22$  と仮定し、(24) により最適国別配分  $w$  を推計後、合計が 100% となるように  $w^T l$  で除した値。
2. GPIF の前提条件では、国内株と賃金上昇率の相関係数は 0.113、外国株と賃金上昇率の相関係数は 0.099 である。(表 4 参照)

### 6.3 GPIF の賃金上昇率に関する前提条件を変更した分析結果

GPIF の前提条件について、賃金上昇率と国内株、外国株の相関係数をヒストリカルデータから計算した表 7 の 120 カ月の数値に変更して分析する。具体的には、国内株と賃金上昇率の相関係数を GPIF の前提 0.113 からヒストリカルデータの 0.391 に変更し、外国株と賃金上昇率の相関係数を GPIF の前提 0.099 からヒストリカルデータの -0.280 に変更し、(24) により最適国別配分  $w$  を推計する。 $w$  の合計が 100% となるように  $w^T l$  で除した数値を表 9 に記載している。GPIF の前提条件を使った分析結果と比べて、賃金上昇率と国内株の相関が高いためヘッジ成分の影響により国内株の割合が高くなっている。ただ、賃金上昇率のヘッジ成分は外国株が -1.10%、国内株が 2.66% であり、最適国別配分に大きく影響しているとは言えない。よって、この分析結果からは、賃金上昇率と国内株の相関が高いことは、GPIF の HB を正当化できる要因とは言えない。

## 7 為替リスクを考慮した最適ポートフォリオ

外国株投資に伴う為替リスクが最適ポートフォリオに与える影響について検証する。大浦・喜多 (2018) 等が指摘しているように、最適ポートフォリオは投資家が基準とする通貨によって異なる可能性がある。日本円を基準とする投資家にとっては、2007 年頃からグローバル株のリターンと円の変化率の相関がプラス傾向を示しているため、世界的に株式市場が下落する時に為替は円高 (外貨安) となり、世界的に株式市場が上昇する時に為替は円安 (外貨高) となる傾向がある。本研究でも同様の分析を行い、大浦・喜多 (2018) の指摘と同様の傾向を確認している (図 2 参照)。

表9 平均分散最適成分と賃金上昇率ヘッジ成分（ヒストリカルデータの相関に変更）

	平均分散最適成分	ヘッジ成分	合計
$w_i$ (外国株の割合)	92.86%	-1.10%	91.76%
$w_j$ (国内株の割合)	5.58%	2.66%	8.24%
合計	98.44%	1.56%	100.00%

表注

1. リスク回避度  $\gamma = 2.22$  と仮定し、(24) により最適国別配分  $w$  を推計後、合計が 100% となるように  $w^T \iota$  で除した値。
2. 国内株と賃金上昇率の相関係数を、120 カ月のヒストリカルデータから計算した 0.391 に変更して分析している。また、外国株と賃金上昇率の相関係数を、120 カ月のヒストリカルデータから計算した -0.280 に変更して分析している。(表 7 参照)

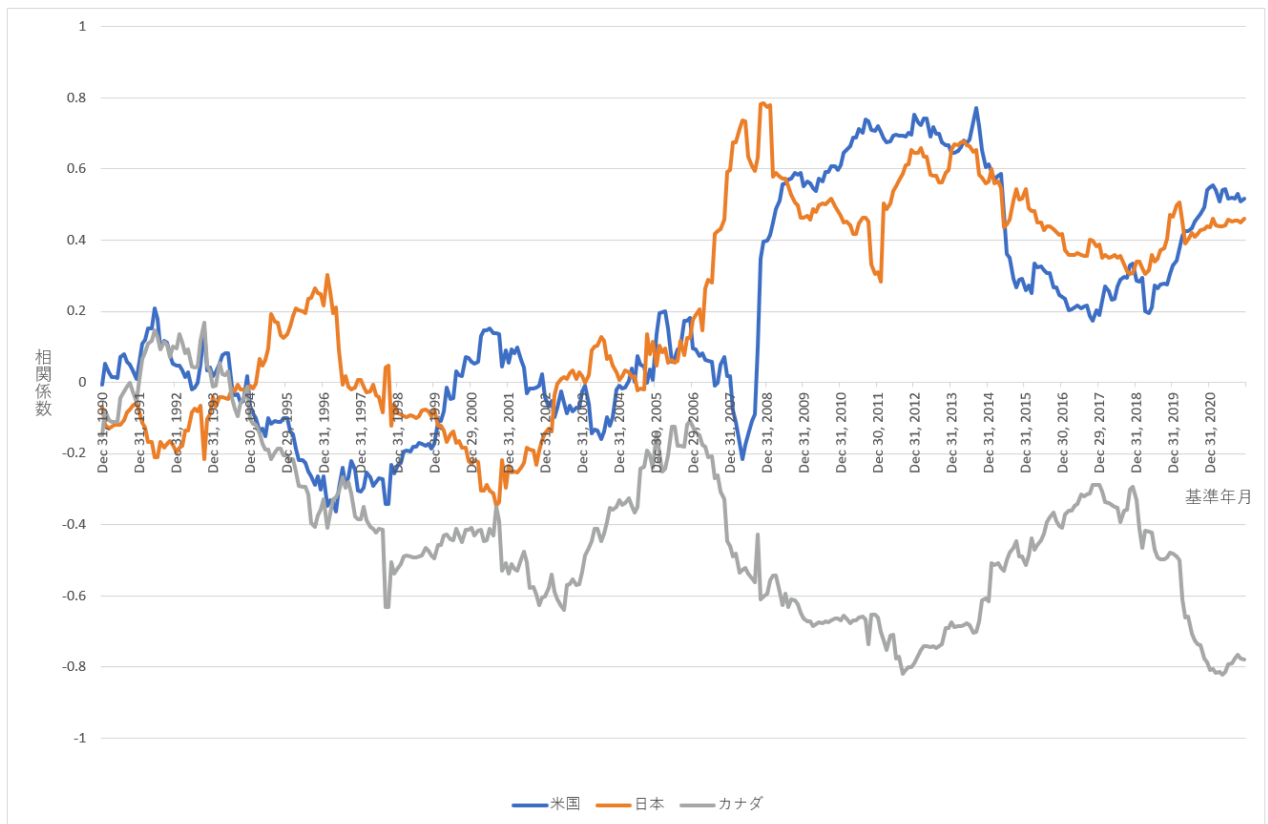
本研究ではこれまで、グローバル株のリターンについて、円建て（為替ヘッジなし）で CAPM が成立することを前提にしてきた。しかし、為替リスクを考慮すると、必ずしもこの前提は成り立たない。ここでは、Calvet, Campbell and Sodini (2007) と同様に、すべてのグローバル株について、国際通貨である US ドル建てで CAPM が成立することを前提に分析する。この前提が成立する時、為替ヘッジなしのグローバル株には US ドルに対する円の為替リスクが付随するため、為替フルヘッジのグローバル株の運用効率は為替ヘッジなしのグローバル株よりも高い。為替リスクは通貨フォワード等を用いて為替ヘッジし、為替リスクを取り除くことが可能である。日本の投資家にとっての最適ポートフォリオは、グローバル株を時価総額ウェイトで保有したうえで、為替リスクを 0% から 100% の間のどこかの水準まで為替ヘッジしたポートフォリオであると考えられる。最適な為替ヘッジ比率については、Ang et al. (2021) に記載があるように、ノーヘッジからフルヘッジまで様々な意見がある。

Calvet, Campbell and Sodini (2007) の分析手法を参考に、GPIF の株式ポートフォリオ、PFA の株式ポートフォリオ（為替ヘッジなしのグローバル株）、為替フルヘッジのグローバル株を比較し、GPIF の株式ポートフォリオの相対シャープレシオ損失とリターン損失を推計する。

1. ベンチマーク 1：為替ヘッジなしのグローバル株（時価総額加重）
2. ベンチマーク 2：為替フルヘッジのグローバル株（時価総額加重）
3. GPIF の株式ポートフォリオ：為替ヘッジなし外国株 50% + 国内株 50%

以降の分析では、ベンチマーク 1 の添字を  $B_1$ 、ベンチマーク 2 の添字を  $B_2$ 、GPIF のウェイトによる変数を添え字  $G$  とする。

図2 グローバル株リターンと通貨リターンの相関係数推移



図注

1. MSCI ACWI (現地通貨ベース) の月次リターンと、各通貨リターンについて、基準年月までの 36 カ月の月次データを基に、相関係数を計算している。
2. 米国、日本、カナダの通貨リターンは、各通貨ベースの MSCI ACWI の月次リターンから、現地通貨ベースの MSCI ACWI の月次リターンを差し引いて算出している。
3. 大浦・喜多 (2018) では、米国と日本の投資家とは異なり、カナダの投資家は株価下落と自国通貨安が同時に起こりやすく、株式と為替の分散効果を享受しやすいことを指摘している。
4. データ出所は、MSCI の下記 WEB サイト  
<https://www.msci.com/end-of-day-data-search>

## 7.1 為替ヘッジなしのグローバル株に対する経済的損失

外国株 (添え字は  $i$ ) に投資した場合の US ドル建てリターンを  $r_i^{\$}$ 、市場ポートフォリオ、あるいはグローバル株 (添え字は  $m$ ) に投資した場合の US ドル建てリターンを  $r_m^{\$}$ 、グローバル CAPM におけるベータを  $\beta_i^{\$}$ 、US ドルの短期金利を  $r_{\$f}^{\$}$  とすると、次の等式

が成り立つ。

$$E \left[ r_i^{\$} - r_{\$f}^{\$} \right] = \beta_i^{\$} E \left[ r_m^{\$} - r_{\$f}^{\$} \right], \quad \beta_i^{\$} = \frac{\text{Cov} (r_i^{\$}, r_m^{\$})}{\text{Var} (r_m^{\$})} \quad (25)$$

国内株 (添え字は  $j$ ) についても同様に、国内株に投資した場合の US ドル建てリターンを  $r_j^{\$}$ 、グローバル CAPM におけるベータを  $\beta_j^{\$}$  とすると、次の等式が成り立つ。

$$E \left[ r_j^{\$} - r_{\$f}^{\$} \right] = \beta_j^{\$} E \left[ r_m^{\$} - r_{\$f}^{\$} \right], \quad \beta_j^{\$} = \frac{\text{Cov} (r_j^{\$}, r_m^{\$})}{\text{Var} (r_m^{\$})} \quad (26)$$

ドル 1 単位あたりの円建て価値を  $X$  (為替レート)、為替レートの変化率を  $x$  とすると、 $x := X_{t+1}/X_t - 1$  と定義できる。外国株、国内株、グローバル株それぞれの円建てのリターンを  $r_i^{\yen}$ ,  $r_j^{\yen}$ ,  $r_m^{\yen}$  とすると、ドル建てリターンと円建てリターンの間には、近似的に次の等式が成立する。

$$\begin{aligned} r_i^{\yen} &= (1 + r_i^{\$})(1 + x) - 1 \approx r_i^{\$} + x \\ r_j^{\yen} &= (1 + r_j^{\$})(1 + x) - 1 \approx r_j^{\$} + x \\ r_m^{\yen} &= (1 + r_m^{\$})(1 + x) - 1 \approx r_m^{\$} + x \end{aligned} \quad (27)$$

さらに、ドルの無リスク資産のリターン  $r_{\$f}^{\$}$  は US ドル建てでは確定的であるが、円投資家から見ると (円建てでは) リスク資産となる。

$$r_{\$f}^{\yen} = (1 + r_{\$f}^{\$})(1 + x) - 1 \approx r_{\$f}^{\$} + x \quad (28)$$

以下では、これら (27)、(28) の近似を等号で扱う。(27)、(28) を (25)、(26) に代入すると、次の関係式を得る。

$$\begin{aligned} E \left[ r_i^{\yen} - r_{\$f}^{\yen} \right] &= \beta_i^{\$} E \left[ r_m^{\$} - r_{\$f}^{\$} \right] \\ E \left[ r_j^{\yen} - r_{\$f}^{\yen} \right] &= \beta_j^{\$} E \left[ r_m^{\$} - r_{\$f}^{\$} \right] \end{aligned} \quad (29)$$

(29) の右辺の計算を行うことを考える。 $\beta_i^{\$}$  は、次式の展開で得られる円建ての分散と共分散データにより計算することが可能である。為替レートの変化率  $x$  の分散や共分散以外の値は GPIF の前提条件 (表 3、表 4) を使うことができる。為替レートの変化率  $x$  の分散や為替レートの変化率と内外株のリターンとの共分散の値は GPIF の市場前提条件には明示されていないため、ヒストリカルデータから推計した表 10 の値を使っている。

表 10 為替レートの変化率の分散、為替レートの変化率と内外株のリターンとの共分散

$\text{Cov}(r_i^{\text{¥}}, x)$	0.016
$\text{Cov}(r_j^{\text{¥}}, x)$	0.008
$\text{Cov}(r_m^{\text{¥}}, x)$	0.015
$\text{Var}(x)$	0.011

表注

1. 為替レートの変化率の分散、為替レートの変化率と内外株のリターンとの共分散の値は GPIF の市場前提条件からは計算できないため、1995 年 1 月から 2019 年 12 月までの 25 年間の MSCI KOKUSAI 指数のヒストリカルデータから計算している
2. 為替の変化率（ドルの円に対する変化率）は、MSCI KOKUSAI の円建て指数値の月次リターンと MSCI KOKUSAI のドル建て指数値の月次リターンの差から計算している
3. MSCI の指数データは、MSCI の下記 WEB サイトから取得。

<https://www.msci.com/end-of-day-data-search>

$\beta_j^{\$}$  についても  $\beta_i^{\$}$  と同様に計算できる。

$$\begin{aligned} \text{Cov}(r_i^{\$}, r_m^{\$}) &= \text{Cov}(r_i^{\text{¥}} - x, r_m^{\text{¥}} - x) \\ &= \text{Cov}(r_i^{\text{¥}}, r_m^{\text{¥}}) - \text{Cov}(r_i^{\text{¥}}, x) - \text{Cov}(r_m^{\text{¥}}, x) + \text{Var}(x) \quad (30) \\ \text{Var}(r_m^{\$}) &= \text{Var}(r_m^{\text{¥}} - x) = \text{Var}(r_m^{\text{¥}}) - 2\text{Cov}(r_m^{\text{¥}}, x) + \text{Var}(x) \end{aligned}$$

次に、 $E[r_m^{\$} - r_{\$f}^{\$}]$  について、円の無リスク金利を  $r_{\text{¥}f}^{\text{¥}}$  とすると、カバーなし金利パリティを仮定することにより、次式のように計算できる。

$$E[r_m^{\$} - r_{\$f}^{\$}] = E[r_m^{\text{¥}} - x - r_{\text{¥}f}^{\text{¥}}] \approx E[r_m^{\text{¥}}] - r_{\text{¥}f}^{\text{¥}} \quad (31)$$

以上をもとに、Calvet, Campbell and Sodini (2007) の手法を用いて、GPIF の株式ポートフォリオについて、為替ヘッジなしのグローバル株（市場ポートフォリオ）に対する相対シャープレシオ損失（RSRL）とリターン損失（RL）を推計する。GPIF の株式ポートフォリオと為替ヘッジなしのグローバル株（時価総額加重）ポートフォリオのシャープレシオをそれぞれ  $S_G$ 、 $S_{B_1}$ 、ベータを  $\beta_G$  と  $\beta_{B_1}$ 、標準偏差を  $\sigma_G$ 、 $\sigma_{B_1}$  とする。また、GPIF の資産全体に占める株式の割合を  $w_G (= 50\%)$  とする。式 (32)、式 (33) により、GPIF の株式ポートフォリオの、為替ヘッジなしのグローバル株（時価総額加重）ポートフォリオに対する相対シャープレシオ損失とリターン損失を推計する。

$$\text{相対シャープレシオ損失 (RSRL)} = 1 - \frac{S_G}{S_{B_1}} = 1 - \frac{\beta_G/\sigma_G}{\beta_{B_1}/\sigma_{B_1}} \quad (32)$$

$$\text{リターン損失 (RL)} = w_G(S_{B_1}\sigma_G - \mu_G) \quad (33)$$

## 7.2 為替フルヘッジのグローバル株に対する経済的損失

為替フルヘッジのグローバル株（時価総額加重）については、以下のように考えて、相対シャープレシオ損失（RSRL）とリターン損失（RL）を推計する。カバー付き金利パリティが成立していることを仮定すると、時点  $t$  におけるドル円のフォワードレート  $F_t$  は次式で定まる。

$$F_t = \frac{1 + r_{\text{¥f}}}{1 + r_{\text{\$f}}} X_t \approx X_t \left( 1 + r_{\text{¥f}} - r_{\text{\$f}} \right) \quad (34)$$

したがって、為替ヘッジなしのグローバル株（時価総額加重）ポートフォリオの時点  $t$  における元本を  $P_t^{\text{\$}}$  とすると、 $P_t^{\text{\$}}$  ドルに対して 100% 為替ヘッジすると、ドル円フォワード契約の損益は  $P_t^{\text{\$}}(F_t - X_{t+1})$  円なので、ヘッジ後のグローバル株式（時価総額加重）の円建てリターンを  $r_m^{\text{\$|¥}}$  とすると、 $r_m^{\text{\$|¥}}$  は次式のようにになる。

$$r_m^{\text{\$|¥}} = \frac{P_{t+1}^{\text{\$}} X_{t+1} + P_t^{\text{\$}} (F_t - X_{t+1})}{P_t^{\text{\$}} X_t} - 1 = r_m^{\text{¥}} - x + r_{\text{¥f}} - r_{\text{\$f}} \quad (35)$$

$$\therefore r_m^{\text{\$|¥}} - r_{\text{¥f}} = r_m^{\text{\$}} - r_{\text{\$f}}$$

つまり、グローバル株（時価総額加重）ポートフォリオの 100% 為替ヘッジ後の円建て超過リターンと為替ヘッジなしのドル建て超過リターンは等しい。よって、以降は、為替ヘッジなしの市場ポートフォリオと同様に、相対シャープレシオ損失（RSRL）とリターン損失（RL）を推計できる。

$$\text{相対シャープレシオ損失 (RSRL)} = 1 - \frac{S_G}{S_{B_2}} = 1 - \frac{\beta_G / \sigma_G}{\beta_{B_2} / \sigma_{B_2}} \quad (36)$$

$$\text{リターン損失 (RL)} = w_G (S_{B_2} \sigma_G - \mu_G) \quad (37)$$

## 7.3 分析結果

表 11 の結果の通り、GPIF の株式ポートフォリオは、為替フルヘッジの市場ポートフォリオに対して相対シャープレシオ損失（RSRL）は 0.223、リターン損失（RL）は 0.65 % という推計結果であり、軽視できない水準となっている。ただ、GPIF や PFA の運用資産規模は非常に大きいので、現実的には株式ポートフォリオの為替フルヘッジを行うことが難しい可能性がある。

また、GPIF の株式ポートフォリオは、為替ヘッジなしのグローバル株（PFA のポートフォリオ）に対して、相対シャープレシオ損失（RSRL）は 0.057、リターン損失（RL）

表 11 GPIF の株式ポートフォリオの相対シャープレシオ損失とリターン損失

	相対シャープレシオ損失	リターン損失
為替ヘッジなしのグローバル株	0.057	0.02%
為替フルヘッジのグローバル株	0.223	0.65%

表注

1. Calvet, Campbell and Sodini (2007) の手法を用いて、GPIF の株式ポートフォリオについて、為替ヘッジなしのグローバル株ポートフォリオ（PFA の株式ポートフォリオ）と為替フルヘッジのグローバル株ポートフォリオに対する相対シャープレシオ損失（RSRL）とリターン損失（RL）を推計している。

は 0.02 % という推計結果となっている。推計結果はゼロに近いとはいえ、GPIF の株式ポートフォリオよりも、時価総額ウェイトのグローバル株ポートフォリオの方が僅かではあるが効率的であり、GPIF の HB を正当化できない。

以上のように、本研究では GPIF の株式ポートフォリオが最適ポートフォリオであることを示す分析結果はない。為替フルヘッジのグローバル株と為替ヘッジなしのグローバル株の間のある割合で為替ヘッジしたグローバル株が最適ポートフォリオであると考えられる。最適な為替ヘッジ比率については、さらに深い検討が必要である。

## 8 結論

日本の代表的な年金基金である GPIF と PFA の株式ポートフォリオを例に、3つの観点から株式 HB の経済合理性を検証したところ、GPIF の HB を正当化できない。まず、CAPM 成立を仮定した場合に、GPIF の国内株 50%、外国株 50% の株式ポートフォリオが示唆する意図せざるアルファを推計すると、国内株のアルファを外国株のアルファより 2% 程度高く評価していることに相当する。次に、賃金上昇率と株式の相関を考慮した最適ポートフォリオを推計すると、賃金上昇率が最適ポートフォリオに与える影響は小さい。最後に、US ドル建てで CAPM が成立することを仮定して、GPIF の株式ポートフォリオ、為替フルヘッジのグローバル株、為替ヘッジなしのグローバル株（PFA の株式ポートフォリオ）を比較すると、GPIF の株式ポートフォリオのシャープレシオが最も低い推計結果となっている。為替リスクを考慮した最適ポートフォリオは、グローバル株を時価総額ウェイトで保有したうえで、為替リスクをある水準までヘッジしたポートフォリオであると考えられる。



## 参考文献

- Ang, A. (2014) *Asset management: A systematic approach to factor investing*, Oxford University Press.
- Ang, A., C. Fabrizio, P. Henderson, and A. Rana (2021) “Optimal Currency Allocation to Add Alpha and Reduce Risk,” *Available at SSRN 3837508*.
- Ardalan, K. (2019) “Equity home bias: A review essay,” *Journal of Economic Surveys*, 33(3), 949–967.
- Calvet, L. E., J. Y. Campbell, and P. Sodini (2007) “Down or out: Assessing the welfare costs of household investment mistakes,” *Journal of Political Economy*, 115(5), 707–747.
- Cooper, I. A., P. Sercu, and R. Vanpée (2013) “The equity home bias puzzle: A survey,” *Foundations and Trends in Finance*, 7(4).
- Craft, T. M. (2006) “Home bias makes sense for US pension plans,” *The Journal of Portfolio Management*, 32(3), 26–32.
- Fidora, M., M. Fratzscher, and C. Thimann (2007) “Home bias in global bond and equity markets: The role of real exchange rate volatility,” *Journal of international Money and Finance*, 26(4), 631–655.
- French, K. R. and J. M. Poterba (1991) “Investor diversification and international equity markets,” *The American Economic Review*, 81(2), 222–226.
- OECD (2021) *Annual Survey of Large Pension Funds and Public Pension Reserve Funds 2020*, [www.oecd.org/finance/survey-large-pension-funds.htm](http://www.oecd.org/finance/survey-large-pension-funds.htm), OECD.
- 浅野幸弘 (2009) 「公的年金運用の再構築—株式投資の意義を考える—」, 『証券アナリストジャーナル』, 47(11), 86–92.
- 大浦裕一郎・喜多幸之助 (2018) 「年金資産運用における為替リスク管理の考え方」, 『証券アナリストジャーナル』, 56(2), 19–27.
- 松前俊顕 (2010) 「グローバル株投資への移行—ホームカンントリーバイアスのコスト—」, 『証券アナリストジャーナル』, 48(9), 5–15.
- 格付投資情報センター (2021) 『年金情報』, No.876(2021.12.6), 格付投資情報センター.
- 野村総合研究所 (2021) 『日本の資産運用ビジネス 2021/2022』, 野村総合研究所.