

[投稿論文：研究論文]

積立方式の公的年金制度が放棄される必然

The Inevitable Abandonment of Fully Funded Public Pension Systems

星田 淳也

慶應義塾大学総合政策学部准教授*

Junya Hoshida

Associate Professor, Faculty of Policy Management, Keio University

Correspondence to: hoshida.junya@hotmail.co.jp

Abstract: 積立方式の公的年金制度の特徴、及びそれへの不況の影響を数理モデルにより検討する。その結果、①制度全体で最低でも全家計の年間総可処分所得額の3倍といった規模の莫大な積立金が必要となること、②積み増しは無制限に可能ではないこと、③したがって運用利回りが当初の見込みから大きく低下した場合には巨額の運用損失とともに現役世代による補填が困難な莫大な積立不足が発生することが明らかになった。世界中で積立方式の年金制度が放棄されてきた歴史は必然だったといえる。

This article examines the characteristics of fully funded public pension systems, as well as the effects of economic depression on these systems, through mathematical modeling. The main findings were (i) that reserve funds need to be at least three times larger than the total annual disposable income of households, (ii) that limitless increases in deposits are impossible, and (iii) that a large decline in the rate of investment return from the original assumption generates not only enormous losses but also too large reserve fund shortage for the working generation to compensate for. This implies that the history of abandoning fully funded public pension systems all over the world was inevitable.

Keywords: 公的年金、数理モデル、積立方式年金制度、不況、運用利回り
public pension, mathematical modeling, fully funded pension systems, economic depression, rate of investment return

* 投稿時の所属

1 はじめに

公的年金制度の運営方法には大きく分けて、現役世代の保険料等負担がそのまま同時代の高齢世代に対する年金給付に充てられる賦課方式と、現役時代には収入の一部を積み立て老齢になってそれを取り崩す積立方式の2通りの方法が存在する。公的年金制度の目的が「自分で収入を得られなくなった者の生活を支える」ものである以上、公的年金制度の運営方法としてはその2通りないしそれらの組み合わせしかあり得ない（星田 2023、p. 194）。

しかしながら、これまでの世界の歴史においては、インフレーションや2008年の世界金融危機といった経済変動があった場合、それまで積立方式の年金制度を採用していた複数の国において制度が賦課方式に転換されてきた（星田 2023、pp. 203-205）。つまり積立方式が放棄されてきたわけである。それはなぜだろうか。もちろん、世代間の所得移転を行わないことを特徴とする積立方式の年金制度において積立不足が生じた場合には、積立方式を維持するのであれば年金額の削減による対応を行うほかなく、それが積立方式の最大の欠点だといえる（星田 2023、pp. 201-203）。一方でその積立不足について現役世代が（恒常的に年金給付を賄えばそれは賦課方式になってしまう）あくまで一時的な、一度限りの補填を行うという対応は可能ではなかったのだろうか。それとも「積立方式を放棄することは必然だった（補填等による積立方式の維持は不可能だった）」のであろうか。そのことを主に「不況の場合」における検討により理論的に明らかにすることが本論文の目的である。なお、本論文は「積立方式と賦課方式のどちらが優れているか」を論じるものではない。

2 研究手法と本論文の新規性

本論文では数理モデルを用いて、積立方式の年金制度の特徴やそれに対する不況の影響の検討を行う。具体的には、積立方式の年金制度において、ある一定額の年金額を実現するために現役時代の各期における最低限必要な積立額を明らかにし、現役時代を通して積み立てる額が一定でかつ各年齢階層の人口も同じである架空の国AとBにおいて、年金制度全体がどのようなものになるか、不況により運用利回りが落ちた際にはどのような事態が生じる

かを検討する。

検討の結果、積立方式の公的年金制度を採用する国において保有する必要がある積立金の規模、またそれゆえ不況の際に必要な補填額の規模が明らかになった。また、必要最低額からどれだけ積み増していれば、どれだけの規模の不況（運用利回りの減）に耐えられるかの関係が明らかになった。また積み増しが無制限にできるものではなく、運用利回り減の幅が大きいと運用損失が発生するとともに積立不足額も大きくなり、現役世代の補填は極めて困難であることが明らかになった。つまり、世界的にみて積立方式が放棄されてきた歴史は必然であると言える。これらのことを理論的に明らかにした論文は日本語・英語いずれでも見当たらず、ここに本論文の新規性がある。なお、Forman (2020) は、積立方式において個人の積立残高がどのように推移するかについて複数の「1年刻みのシミュレーション」を行い本論文の3.3の表1よりも精緻な表を提示している (Forman, 2020, pp. 1250-1292) が、これは広く国民をカバーした公的年金制度全体を論ずるものではないし、またいずれのシミュレーションにおいても運用利回りは一定と仮定されており不況の影響は論じられていない。

八田・小口 (1999)、鈴木 (2012)、本西 (2012)、玉木 (2014) のように、日本の年金制度を積立方式に転換すべき、ないし積立方式の年金制度にはメリットが大きいと論ずるものがあるが、本論文は、なぜ現実の社会では積立方式が放棄されてきたのかを説明するものになっている。

3 積立方式の年金制度の数理モデルによる検討

3.1 モデルの前提

まず、本論文で扱う積立方式の年金制度を次のように定義する。「積立方式の年金制度とは、現役時代すなわち自ら働いて収入を得ることができる期間に自分たちの将来の年金給付のために積立を行い、これまでに積み立てられた資金の運用を行った上で、引退後に（運用を継続しつつ）定められた期間ごとにそこから年金を死ぬまで受け取る制度である。」制度全体の積立残高が国の経済にとってどのくらいの規模かを考える際には、国民すべてが制度でカバーされている前提で考える（以下では1人あたりのものを「積立残高」、

各世代や制度全体の積立残高の総額を「積立金」と呼ぶこととする)。また単純化のため、本論文においては高齢者に対する年金のみを考え、障害者等に対する年金は捨象する。なお、実際の積立方式の年金制度としては、寿命（いつ死ぬか、ひいてはどれだけの年金受給期間があるか）がバラバラな個人の単位ではなく一定の平均寿命が想定可能な世代単位のものより現実的であるが、本論文においては、1人当たりの積立額や年金給付として「全体の平均」を想定すること、また制度全体を見る場合には単純化のため国民の寿命がすべて同じと仮定することから、個人単位であれ世代単位であれ結果は変わらない。

先に引用した Forman (2020) においては、インフレーションや経済成長、賃金上昇が考慮に入れられているし、それらや人口成長、さらには制度全体の積立金自体が経済成長に及ぼす影響等も考慮に入れることにすれば、モデルはよりいっそう精緻になる。しかしながら、本論文では、そういった多岐にわたる変数が設定され、それゆえに「何の影響でこのような結果となったか」がわかりにくい複雑なモデルではなく、単純なモデルにおいて「積立方式というのはどういう制度か、またどれだけの積立金が必要となるか」「不況の際に何が起きるか」をより明確に描くことに焦点を当てたい。また、たとえば上村 (2004) は世代重複モデルにおいて早期に死亡した者の遺産についても考慮に入れるといった非常に精緻なモデルを示しているが、本論文においては、すべての者が同じ寿命と仮定しているため遺産の発生をそもそも考慮する必要がない。このような点は本論文のきわめて単純なモデルのメリットである。

3.2 数理モデルの構築

ここで、ある個人（ないしある世代の平均的な個人）の積立方式の年金制度がどのようなものになるか数理モデルを構築して概観することとする。「1期」としてある長さの期間を定めた時に、この個人の人生において現役時代が m 期、年金受給時代が n 期あるとする（通常は $m > n$ である）。ここでは単純化のため、現役時代を通じて毎期の収入が一定であり、それゆえ毎期の積立額 a 円も一定であるとする。そして積み立てた額に対する1期での運用利

回りを r とし、ある期から次の期に移る際に収益が発生するものと仮定する。つまり 1 期目に a 円あったのであれば、その額は 2 期目に移る際に $a(1+r)$ 円になるということである。なお、 a は制度的に設定できるが、 r は市場環境による外部定数であり、任意に設定できる性質のものではなく、事後には数字が確定できるが事前には市場環境を予想して「見込む」ものである。なお、後で見るように制度全体では莫大な積立金を保有することとなり、そのこと自体が r の大きさを左右する可能性があるが、単純なモデルを採用している本論文ではそのことは捨象し、 r を外部定数とした。まずは制度を概観するために、上記のとおり毎期の積立額 a 円が一定であることに加えて r が長期間にわたり一定であるという単純化された仮定を置く。

現役時代 1 期目には a 円積み立て、それがそのまま 1 期目の積立残高である。

現役時代 2 期目の積立残額は、1 期目の積立残高に $(1+r)$ を乗じて、また 2 期目にも同額 a 円の積立を行うことから、 $a(1+r)+a$ 円となる。

同様に考えて、3 期目の積立残高は、 $a(1+r)^2+a(1+r)+a$ 円である。

以下同様に、現役 m 期目の積立残高は、

$$a(1+r)^{m-1} + a(1+r)^{m-2} + \dots + a(1+r) + a = \frac{a\{(1+r)^m - 1\}}{r} \text{ 円となる。}$$

次に、年金受給時代の各期の年金受給額を x 円とする。いま、仮定により年金受給時代は n 期ある (n 期目が終了した時点でこの個人は死亡する)。 n 期の間、每期 x 円を受け取り、 n 期目でちょうど積立残高がゼロになれば、運用利回り r が変動しない場合にこの積立方式の年金制度の運営が可能である。

年金受給 1 期目では、先ほどの現役第 m 期目の積立残高に運用利回り $1+r$ を乗じて x を引いた分が積立残高となるので、その額は

$$\frac{a(1+r)\{(1+r)^m - 1\}}{r} - x \text{ 円である。年金受給 2 期目ではこれに } 1+r \text{ を乗じて } x \text{ を引いた分すなわち}$$

$$\frac{a(1+r)^2\{(1+r)^m - 1\}}{r} - x(1+r) - x \text{ 円が積立残高となる。}$$

同様に考えて、年金受給 n 期目の積立残高は、

$$\frac{a(1+r)^n \{(1+r)^n - 1\}}{r} - x(1+r)^{n-1} - x(1+r)^{n-2} - \dots - x(1+r) - x =$$

$$\frac{a(1+r)^n \{(1+r)^n - 1\}}{r} - \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{r} \text{ 円である。これがゼロに等しいとして、} a \text{ を } x$$

で表すと、

$$a = \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{(1+r)^n \{(1+r)^n - 1\}} \quad (\text{数式 A})$$

となる。つまり r がある値であった場合、ある個人が 1 期あたり年金受給額 x 円を実現するためには、現役時代 1 期あたりの積立額 a 円は少なくともこの額でなければならないということである。

こうして、一定の r の下で、現役時代 m 期と年金受給期間 n 期を固定した場合における 1 人の個人単位で見た 1 期あたり最低積立額 a 円と 1 期あたりの年金額 x 円の関係が明らかになった。しかし、この考えで制度を設計する場合に生じる問題点は第一に、半世紀以上も後の社会を想定して現役時代 m 期と年金受給期間 n 期を事前に設定するのが困難であるということであり、第二に、 r が長期にわたり一定とは考えられないことである。特に、自ら収入を得てかつ積立ないし年金財政に貢献する m 期をより長くして年金を受け取る n 期をより短くすることにすれば、年金財政ないし年金給付額は当然、そうしない場合と比較して改善する（これは賦課方式であれ積立方式であれ同じである）のであり、平均寿命が延びている先進各国において現実にこの方向の改革を進めようとしているのは周知の事実である。つまり本来は現役時代 m 期と年金受給期間 n 期を「事前に固定された定数」と見るべきではないのだが、しかしこの点については本論文では立ち入らない。すなわち本論文においては単純化のため、将来にわたって寿命が安定していると仮定し、したがって m と n を固定して考えることにする。運用利回り r についても、本論文においては単純化のため、後に触れるようなある 1 回の不況の場面を除いて、たまたま実際に r が長期にわたり見込んだとおりの数値で安定していたという前提の下で議論を進めることにする。このようにすれば、1 回の不況で何が起きるかがより明確になる。

なお、実際に積立方式を採用したポーランドの例では、まず現役時代の各期の保険料率（所得の何%を積み立てるか）を決定し、積立及び運用を行ったうえで、年金受給時に（運用益も含め）積み立てられた残高を平均余命で割って、その期の受給額を決定するという制度設計を行ったようである（吉野 2003, p. 84）。本論文での理論的な制度設計と現実のポーランドにおける制度設計とでどのような違いが生じるかは後の注7で触れる。

3.3 ある（平均的）個人の積立残高の推移

まず、積立方式の年金制度において、平均的な個人の積立残高（あるいは制度における1人あたり平均積立残高と考えても同じである）がどのように推移するかを確認する。

3.2の数式Aに基づき、いま仮に $m=4$ 、 $n=2$ とおく。現役時代が4期、年金受給時代が2期ということであるから、1期はおおむね10年程度であろう¹⁾。そして $r=0.344$ とする²⁾。これを前提に、現役世代を通じて1期あたり可処分所得額が b で同じであるとして、年金額 $x=0.5b$ （いわば所得代替率50%）を実現するために必要な a （現役各期に行う積立額）の最小額を数式Aに基づき計算すると、 $a=0.0986b$ となる。これに基づき、ある1個人（ないしある1世代の個人平均）の積立残高が各期でどのように推移するかを見ると、表1のとおりとなる。これが $x=0.5b$ を成立させる必要な最低額であり、いずれの期においてもこの積立額を下回った時点で $r=0.344$ という前提では制度が赤字となる（すなわち年金額 $0.5b$ が実現できないこととなる）。

（表1） $r=0.344$ の下で年金額 $0.5b$ を実現させるために必要な積立残高の最小額

年齢階層	1人あたり積立残高
現役第1期	0.099b
現役第2期	0.231b
現役第3期	0.409b
現役第4期	0.649b
年金受給第1期	0.372b
年金受給第2期	0

各個人は可処分所得額の 9.86% を每期積み立てる。また b は 1 人の 1 期すなわちおおむね 10 年の現役の可処分所得額であるから、現役第 4 期には 1 人あたり積立残高がおおむね可処分所得額の 6.5 年分となる。

3.4 積立方式の年金制度の全体像

上記のとおり表 1 は、ある個人ないしある世代について、彼・彼女（ら）がある年齢階層に達した時点で 1 人あたり積立残高がどのように推移するかを見たものである。しかしここでさらに単純化のために、運用利回り r のみならず現役時代の 1 期あたりの平均可処分所得額 b が長期間にわたり一定である（つまり b はある時点で現役第 1 期から第 4 期にかけて同じであるし、また長期間にわたりインフレもデフレもない）と仮定すると、すべての世代が同じ運用利回り $r = 0.344$ の下で現役時代各期に同額の $0.0986b$ を積み立て、年金受給各期に同額の $0.5b$ を受給するのであるから、表 1 は「ある 1 時点における、各年齢階層の 1 人あたり積立残高」を同時に示すことにもなる。

以下ではこの単純化された仮定の下で、この「ある 1 時点を見た、その時点の各年齢階層の 1 人あたり積立残高」を基にして、制度全体の積立残高の合計額がどうなるかを検討しよう。ここである国 A を想定し、単純化のため A 国ではすべての年齢階層の人口が p という同一の値であると仮定する。つまり A 国ではどの年齢階層も同じ人口を抱えており、すべての人は年金受給第 2 期が終了した時点で死亡する（その前に死亡する者もその後に死亡する者もない）ということである。その場合、表 1 の 1 人あたり平均額に単純に p を乗じれば各年齢階層の積立金の額、それらの和が制度全体の積立金の総額となる。

ここで、参考のために b と p が日本と近い国である B 国を設定する。 $b = 3600$ 万円、 $p = 1500$ 万人と置き、現役時代の前に 20 年（2 期）あるとすれば B 国の人口は 1 億 2000 万人、1 年の年金給付総額は 1 期のものを 10 で割って 54 兆円となり、日本の人口と年金給付総額³⁾ に近くなる。B 国の現役世代の可処分所得は 1 人年 360 万円であり、これ以外に B 国の家計の可処分所得を構成するものが年金額のみであるとすると、B 国全体の 1 年の家計の総可処分所得は計 270 兆円となる。内閣府（2023）によれば、日本における 2021 年の家計の総可処分所得は約 309.0 兆円である。これらは近い数字である⁴⁾ ので、

人口や年金額のみならず経済規模も、B国と2021～2022年の日本ではそれほど異ならない⁵⁾。

先ほどの表1に、A国の国全体の積立金の列を追加し、また全年齢階層の積立金を合計した額も記載して表2を作成した。なお、括弧書きはB国の数字である。

(表2) A国年金制度における積立金として必要な最低額 (括弧書きはB国)

年齢階層	1人あたり積立残高	制度全体の積立金
現役第1期	0.099 <i>b</i> (355.1万円)	0.099 <i>bp</i> (53.3兆円)
現役第2期	0.231 <i>b</i> (832.3万円)	0.231 <i>bp</i> (124.8兆円)
現役第3期	0.409 <i>b</i> (1473.7万円)	0.409 <i>bp</i> (221.1兆円)
現役第4期	0.649 <i>b</i> (2335.8万円)	0.649 <i>bp</i> (350.4兆円)
年金受給第1期	0.372 <i>b</i> (1339.3万円)	0.372 <i>bp</i> (200.9兆円)
年金受給第2期	0 (0万円)	0 (0兆円)
	合計	1.760 <i>bp</i> (950.4兆円)

A国の制度全体としては、表2のとおりある1時点でのストックとして1.760*bp*という積立金がなければならず、それを下回ると $r=0.344$ の下で1人あたり年金給付額0.5*b*が実現できなくなる。先のB国と同様に考えて、A国の現役世代と年金受給世代を合わせた全家計の1期の総可処分所得は5*bp*、単純計算で1年では0.5*bp*となる。よって、積立方式を運営するためには、A国における家計の総可処分所得1年分の約3.5倍の規模の積立金が必要となる。あるいは、1期の年金給付総額は、1世代あたり0.5*bp*の2世代で合計*bp*となるため、1期の年金給付総額の約1.76倍すなわち年金給付総額約17.6年分の積立金が必要となるということである。

参考までに、2021年の日本のGDPは約540.2兆円であり(内閣府)、GDPの大きさは単純計算で世帯の総可処分所得の約1.75倍となる。この数字を単純に用いて粗く計算すれば、A国のGDPはおおむね0.88*bp*程度となることから、制度全体に必要な積立金の総額はGDPの2倍程度の規模であることがわかる。B国で950兆円の積立金が必要となるのと整合的である⁶⁾。

ここまでの議論での前提をまとめておくと、長期にわたり個人(ないし各

世代の平均的個人)の可処分所得 b 、運用利回り r 、各世代の人口 p が同じであるとし、また $m=4$ 、 $n=2$ で固定して考えることとした。これらは単純化のための仮定である。それを前提に、年金額 $x=0.5b$ を実現する制度を検討したものである。

よって、上記の「単純化のために置いた仮定」の部分それぞれ設定ないし変動させればより精緻なモデルとなる。たとえば各年齢階層ごとに人口 p を増減させれば人口増加あるいは減少するモデルとすることが可能であるが、一方で平均1人あたり積立残高は人口構成の影響を受けないので、表2の2列目に変更はない。したがって、よほどいびつな人口ピラミッドを想定しない限りは、制度全体の積立金の総額が上記より大幅に少なくて済むといったことはない。ということは、積立方式の年金制度で国民全体をカバーしてかつ所得代替率50%といった水準の給付を目指す場合、制度が成熟した場合には、極端にいびつな人口ピラミッドでない国においては年間の家計の総可処分所得のざっと3~4倍といった規模(GDPでいえば1.5~2.5倍といった規模)の積立金を制度として保有することとなるわけである。より高い所得代替率を目指せばそれだけ積立金が大きくなることは言うまでもない。

なお、たとえば経済成長する(すなわち時代の推移につれ可処分所得 b が増加していく)モデルでは表2の2列目にも変更が生じるが、その場合は運用利回り r も本論文より大きな数値を仮定する必要があるだろう。本論文と前提が異なりより複雑なモデルとなるため、このような場合の検討は本論文の射程外である。

3.5 必要最低限の積立による年金制度において不況となった場合の検討

次に、ある1期に不況が起きた場合を考える。ここで1期の不況とは、「1期10年のうち、不況により1年の運用利回りが-20%、あとの9年は当初の見込みどおり3%」となった場合とする。 $0.8 \times 1.03^9 \cong 1.044$ であるから、不況があったこの1期の運用利回りは0.044となる。1年の運用利回りが-20%というのはよほどの事態であり、もちろんそう頻繁に発生するようなものではない。一方で、2008年の年金基金の実質運用利回り real return of pension funds はヨーロッパのOECD加盟国の平均が-15.8%であり、アイルランドに

至っては -37.5% という数字を記録している (Börsch-Supan, 2010, p. 3)。これを踏まえれば、1 年の運用利回りが -20% という事態が「現実には起こり得ない」ということはない。また後述のとおり、ハンガリーでは 2000 年から 2009 年の 10 年間に公的年金制度において実質運用利回り -0.046 というマイナスの数字を記録している。これはインフレーションも考慮に入れた、名目ではなく実質の運用利回りであるが、参考までにここに記しておく。

1 期の運用利回りが 0.044 となる不況が発生した場合に積立金や必要な補填額がどうなるかを計算すると、下記の表 3 のとおりとなる。

(表 3) 必要最低額の積立を行っているときに不況が発生した場合

年齢階層	制度全体の必要積立総額(再掲)	不況後 1 期目の積立総額	必要額と不況後 1 期目積立総額との差額	(参考) 不況後 2 期目の積立総額
現役第 1 期	0.099bp (53.3 兆円)	0.099bp (53.3 兆円)	0 (0 兆円)	0.099bp (53.3 兆円)
現役第 2 期	0.231bp (124.8 兆円)	0.202bp (108.9 兆円)	0.030bp (16.0 兆円)	0.231bp (124.8 兆円)
現役第 3 期	0.409bp (221.1 兆円)	0.340bp (183.6 兆円)	0.069bp (37.5 兆円)	0.370bp (199.6 兆円)
現役第 4 期	0.649bp (350.4 兆円)	0.526bp (284.0 兆円)	0.123bp (66.3 兆円)	0.556bp (300.0 兆円)
年金受給第 1 期	0.372bp (200.9 兆円)	0.177bp (95.8 兆円)	0.195bp (105.1 兆円)	0.207bp (111.8 兆円)
年金受給第 2 期	0 (0 兆円)	-0.112bp (-60.3 兆円)	0.112bp (60.3 兆円)	-0.262bp (-141.3 兆円)
合計	1.760bp (950.4 兆円)	1.232bp (665.3 兆円)	0.528bp (285.1 兆円)	1.200bp (648.2 兆円)

前提を再度確認しておく、不況になった期のみ運用利回りが 0.044 に落ち込んだ (不況後 1 期目の積立額の算出に際しては、前の期の積立額に 1.044 が乗じられている) が、その 1 期以外の運用利回りは常に 0.344 で一定であるとしている。また不況時も含めて現役世代が各期で行う積立の額に変更が

ないものとしている。この前提で、不況後1期目の積立総額の数値（及び参考として表の一番右の列に掲げた不況後2期目の数値）を算出している。

そもそも運用利回り0.344を前提に必要最低額を積み立てている制度であるから、実際の運用利回りがそれを下回った時点でただちに赤字（積立不足）が発生するのは当然である。不況後1期目では、表3のとおり年金受給第2期においてA国であれば0.112bp、B国であれば60.3兆円の赤字が発生し、また積立不足の総額は「必要額と不況後1期目積立総額との差額」にあるとおり、A国では0.528bp（家計の1年の総可処分所得0.5bpを超える額）、日本類似のB国では285.1兆円もの規模に上る。現役世代からの補填が可能な額ではないこと、つまり制度を維持するために現役世代が一時的に補填を行うという対応が不可能であることは明らかである。

3.6 積み増した場合の積立方式の年金制度の全体像

ここまで見てきたとおり、運用利回りが想定より落ちれば、ある運用利回りを見込んで必要最低限の積立金しか保有していない場合にただちに補填が必要となるのは論理必然であった。そこで、このような事態を避けるための備えとして、制度にある程度の余裕を持たせた場合を検討してみよう⁷⁾。

繰り返しになるが運用利回り r を制度設計者が恣意的に高く設定することはできないから、 m と n が固定されている前提では、積立方式の年金制度をより安定的なものとするために制度として可能なことは、「現役世代の各期の積立額を増加させる」か「年金受給世代の年金額を減額する」かのいずれかしかない。ここでは、年金額は現役時代の可処分所得の半額である $0.5b$ に固定し、この水準を下回ることができないものとする。つまり後者は選択肢ではないので、前者が唯一の手段である。なお、「年金受給期間 n 期が終了した時点である一定額の残高が残っていることを目指す」等、どのような考え方をしたところで、実際に行うことは最低額から積み増すということにほかならない。

表4として、仮に表2の例から15%の積み増しを行った場合、つまり年金受給額は1人1期あたり $0.5b$ で変更はないが、現役時代の1人1期あたり積立額を0.113 b とした場合の各期の積立金等をまとめた。

(表4) 必要額から15%積み増した場合の年金制度における積立金

年齢階層	1人あたり積立残高	制度全体の積立金
現役第1期	0.113 <i>b</i> (408.3万円)	0.113 <i>bp</i> (61.3兆円)
現役第2期	0.266 <i>b</i> (957.2万円)	0.266 <i>bp</i> (143.6兆円)
現役第3期	0.471 <i>b</i> (1694.8万円)	0.471 <i>bp</i> (254.2兆円)
現役第4期	0.746 <i>b</i> (2686.1万円)	0.746 <i>bp</i> (402.9兆円)
年金受給第1期	0.503 <i>b</i> (1810.2万円)	0.503 <i>bp</i> (271.5兆円)
年金受給第2期	0.176 <i>b</i> (632.9万円)	0.176 <i>bp</i> (94.9兆円)
	合計	2.275 <i>bp</i> (1228.4兆円)

1人あたり年金額を0.5*b*で固定しているため、運用利回りが安定している前提の下では、年金受給第1期及び第2期に15%を超える余剰が生じる。よって、制度全体の積立金合計額は必要最低額の1.15倍よりも大きくなり、B国では1228兆円という規模にのぼる。

3.7 積み増しと運用利回り減の関係

ここでは、どれほど積み増しを行っていればどれだけの運用利回り減(ただし1期だけのもの)に制度として耐えられるかを検討する。現役最終期(これまでの表では現役第4期)の積立金について、不況(運用利回りの減)によって年金給付のために不足が生じる条件を考える。

運用利回り*r*の下で、年金受給期を通じて一定の年金額を実現するために現役の最終期に保有していなければならない必要最低限の積立残高を*f*と置き、現役世代は必要最低限の額より一定割合*y*だけ積み増しているものとする(つまり現役の最終期に*f*(1+*y*)の積立残高を保有している)。また、不況の期に当初の運用利回り見込み*r*からの落ち込み幅を*z*とする(実際の運用利回りは*r-z*となる。これまでの仮定のとおり、この不況の1期以外の運用利回りは常に*r*で一定である)。この場合に、翌期である年金受給第1期の残高が、最低限の積立残高*f*を運用利回り*r*で運用したものより小さくなれば、制度は赤字となる。すなわち、

$$f(1+y)(1+r-z) < f(1+r)$$

この中で f や $1+r$ は正の値であることに注意して、

$$z > \frac{y(1+r)}{1+y}$$

この条件を満たす現役最終期の積立残高では制度に赤字が生じ、逆にこれを満たさなければ赤字は生じず、予定していた年金給付を行うことが可能である。たとえばこれまでに見てきた $r=0.344$ の下では、 $y=0.15$ であれば $z > 0.175$ 、つまり 15% の積み増しを行っていれば運用利回りが 0.344 から 0.175 より大きく下がった場合（つまり運用利回りが 0.169 未満となった場合）に赤字が発生するということである。なお当然ながら、積み増しの割合 y が大きければ大きいほど、不測の事態への耐久力が高まる（いわば制度を赤字とするために必要となる運用利回りの落ち込み幅 z が大きくなる）。

一方で、積み増しを行えば行うほど当然に積立金が拡大するので、運用利回りがマイナスとなった場合の運用損失幅もそれに伴い拡大することとなる。制度の安定化のために y を大きな値としたいというのは、現役時代には自分たちの可処分所得を削って必要と見込まれる額より多くを積み立て、かつどこかのタイミングで不況になり運用利回りが落ち込んだ際に損失がいっそう拡大することを受け入れるということであるから、際限なく積み増せるわけではない（すなわち y の値には現実には一定の上限がある）。この点は非常に重要である。

このように積み増し y には一定の上限があるところ、不況が発生した際にたまたま z が上記 $z > \frac{y(1+r)}{1+y}$ の条件を満たさない値であれば制度は赤字とならないが、これを満たせば（積み増し分だけ運用損失が拡大するとともに）制度の赤字が発生し、制度を維持するには補填が必要になるということである。そして z と $\frac{y(1+r)}{1+y}$ との乖離が大きければ大きいほど補填すべき額も大きくなる。

3.8 積み増しを行っていた場合の不況の影響の例

下記では、上記表4のように必要最低額から15%積み増しを行っていた(つまり $y=0.15$ である)場合に、上記と同じく1期の運用利回りが1.044まで落ち込んだ場合に何が起きるかを見てみよう。この場合の z は $1.344-1.044=0.300$ である。なお、3.7で見たとおり、 $r=0.344$ 、 $y=0.15$ の下では運用利回りの落ち込み幅 z が0.175より大きい場合に積立不足額が発生することはわかっている。その規模と、また制度全体の損失額を確認したいということである。

(表5) 必要額から15%積み増した制度において不況が発生した場合

年齢階層	制度全体の必要積立総額(※1)	不況前の積立総額(再掲)	不況後1期目の積立総額	必要額と不況後1期目積立総額との差額(※2)	(参考)不況後の2期目
現役第1期	0.073bp (39.6兆円)	0.113bp (61.3兆円)	0.113bp (61.3兆円)	-0.040bp (-21.6兆円)	0.113bp (61.3兆円)
現役第2期	0.212bp (114.5兆円)	0.266bp (143.6兆円)	0.232bp (125.2兆円)	-0.020bp (-10.7兆円)	0.266bp (143.6兆円)
現役第3期	0.398bp (215.1兆円)	0.471bp (254.2兆円)	0.391bp (211.1兆円)	0.007bp (4.0兆円)	0.425bp (229.5兆円)
現役第4期	0.649bp (350.4兆円)	0.746bp (402.9兆円)	0.605bp (326.7兆円)	0.044bp (23.7兆円)	0.639bp (345.0兆円)
年金受給第1期	0.372bp (200.9兆円)	0.503bp (271.5兆円)	0.279bp (150.6兆円)	0.093bp (50.2兆円)	0.313bp (169.0兆円)
年金受給第2期	0(0兆円)	0.176bp (94.9兆円)	0.025bp (13.5兆円)	-0.025bp (-13.5兆円)	-0.125bp (-67.5兆円)
合計	1.705bp (920.5兆円)	2.275bp (1228.4兆円)	1.645bp (888.4兆円)	0.059bp (32.1兆円)	1.631bp (880.9兆円)

(※1) 現役時代各期に15%積み増すことを前提に計算しているため、表3の額と(現役第4期、年金受給第1期及び第2期を除いて)一致しない。

(※2) この列の合計の項目においては、余剰額も単純に加えてある。つまり、たとえば現役第1期の積立金の余剰を現役第4期の積立不足に回すことが可能という前提の下で、制度全体の不足額を単純に計算している。

この場合、不況前と不況後1期目を比較すれば、制度全体で積立金の総額は0.630bp (B国では340.0兆円) 減り (簡単にいえばこれが運用損失である)、また不況後1期目に0.059bp (32.1兆円) の積立不足額が生じるということになる。この不足額は、表5の※1及び※2のとおり不況が起きた期もその後も現役世代は常に15%を積み増し、また「必要額と不況後1期目積立総額との差額」の列でマイナスとなっている (つまり余剰が生じている) 分を考慮に入れた数字である。仮に世代間の資産の移転が不可能であるとすると、補填すべき額はその列で正の値の項目 (現役第3期と第4期、年金受給第1期) のみの数字を加えて0.144bp (77.9兆円) となる。日本に近い経済規模のB国で、不況により1期で340兆円の積立金を失ったうえで求められる32兆円 (世代間の資産移転が不可能である場合には78兆円) の追加負担に、積立方式の年金制度を維持するために現役世代が応じる可能性は低いだろう。積立方式を維持することとしても、次にいつ同様の損失が発生するかわからなければなおさらである。

積み増しが無制限に可能ではない中で、仮に一定の積み増しを行っていたとしても、一度の不況 (運用利回りの低下) が制度に及ぼす影響は非常に大きく、また積立不足が生じる場合はたまたま $\frac{y(1+r)}{1+y}$ との乖離が小さい場合以外には現役世代の補填が困難な規模にのぼるといえよう。

4 結論

積立方式の公的年金制度について、数理モデルを構築して検討を行ってきた。まず、外部定数である運用利回り r を一定と見込んだうえで、現役時代を通じて1人1期あたり可処分所得額を b としたときに1人1期あたり年金額 $0.5b$ を実現するために必要な最小の現役各期積立額を明らかにした。それを前提にすれば、現役最終期には1人あたりおおむね可処分所得額の6年分を超える規模の積立残高を保有していることが明らかとなった。また単純化のため各期の人口をすべて同じ p と仮定して試算すると、制度全体としては、家計の総可処分所得の3~4年分、GDPの1.5~2.5倍といった規模の巨額の積立金の保有が必要となることが明らかになった。「必要最低限の積立」を行う制度では、仮に何らかの要因で実際の運用利回りが当初の見込みを下回

る期が1期でもあっただけでただちに制度が赤字となり（1人1期あたり年金額 $0.5b$ が実現できず）、積立金が巨額である分その赤字額（必要な補填額）も莫大なものとなる。

このような事態に備えるため、「必要最低額から積み増す」という手段がある。そこで本論文では、「どれだけ積み増し y を行えば、どこまでの運用利回りの落ち込み z に耐えられるか」の関係を明らかにした。積み増しを行えば行うほど（つまり上記の y の値が大きくなればなるほど z の値も大きくなることから）制度が赤字に陥る可能性が低くなることは当然であるが、一方で積み増しを行えば行うほど運用利回りが下がった場合の損失も拡大すること、したがって、積み増しは無制限に行えるものではないことを確認した。このように積み増しには一定の上限があるという前提で考えると、仮に積み増しを行っていたとしても、相当大きな運用利回りの落ち込み幅（ z ）となる2008年の金融危機といった不況の際には、莫大な運用損失が発生するとともに制度を維持するために必要となる現役世代からの補填額も相当な額にのぼる公算が高いことが明らかになった。つまり、経済の落ち込みが大きいたった一度の不況だけで、現役世代が補填を行うことにより積立方式を維持することは現実には困難となる、つまり積立方式を放棄せざるを得なくなるということである。

本論文のこの結論は、2008年の世界金融危機後にアルゼンチン、ポーランドそしてハンガリーで積立方式（部分）の年金制度が放棄された歴史的事実（星田2023、p. 204）と整合的である。本論文の数理モデルによる予想の正しさは現実世界の歴史が証明しているといえよう。

なお、冒頭に述べたように本論文の問題意識は「積立方式の年金制度が放棄されてきたのは必然なのか」に答えることであって、賦課方式の方が積立方式より有利ないし優れていると論じるものではない。「経済成長率と人口成長率の和が積立金の運用利回りよりも大きいとき、賦課方式の保険料率は積立方式の保険料率よりも低くなる」（権丈・権丈2004、p. 29）こと、逆もまた然りであることはよく知られており、逆の条件が満たされれば賦課方式より積立方式の方が有利となる。本論文の結論は、上記のとおり「ただ一度の大きな不況があれば積立方式の放棄は必然」というものであったが、一方で

たとえば「長年にわたり出生率が0.1となる」といった極端な状況下では、賦課方式の年金制度において高齢者に十分な年金が支給できなくなるため賦課方式の年金制度が放棄される可能性がある。では、賦課方式の年金制度はどのような条件下で放棄されるのか。これについては本論文の射程外であり検討できていない。この点为本論文の限界でもある。

また、数理的に表しづらかったためにここまで本論文ではインフレーションが発生した場合に立ち入っていない。本論文での仮定は「長期間にわたり、現役世代の1人1期あたり可処分所得額が b 」というものであり、いわば長期にわたりインフレ率がゼロという前提である。しかしながら、紙幅の制限があるため簡単に触れるにとどめたいが、ここまでの議論における r を「インフレ率を考慮に入れたうえでの実質利回り」と考えれば、インフレが進行する中でも同様の議論が成り立つ。たとえばハンガリーでは強制加入である積立方式の年金制度⁸⁾において、2000年から2009年までの10年間の年平均名目運用利回りは5.1%であった一方、同じ期間の年平均インフレ率は5.6%であった(Freudenberg et al., 2016, p. 10)。この場合、 $\frac{1.051^{10}}{1.056^{10}} = 0.954$ であることから1期10年の実質運用利回りは $0.954 - 1 = -0.046$ と、なんとマイナスとなる。仮に運用利回りを本論文の前提と同様に $r = 0.344$ と見込んでいた場合、 $z = 0.390$ という非常に大きな値となり、これは必要額から4割積み増していても($y = 0.4$ であっても)まだ制度の赤字が発生するレベルである。

年金制度の積立金について仮にたとえば「国債のみ」による運用を行っていれば、本論文で検討したような名目運用利回りの大幅な落ち込みが生じることは非常に稀である。一方で、本論文で考慮できなかったインフレーションによる実質運用利回りの低下という事態の影響が大きいことになる。

注

- 1) 参考まで、数式Aに基づけば $m = 45$ 、 $n = 20$ (現役時代45年、年金受給期間20年)といったいくらかでも精緻なモデルを構築することが可能であるが、精緻なモデルと結論が大きく異ならなかったため便宜上、本文の通りの設定とした。
- 2) $0.344 \div 1.03^{10} - 1$ 、つまり年3%の運用利回りの10年分である。OECD諸国の2010年12月から2020年12月までの年金積立金ないし退職後給付の積立金の年

- 平均の実質運用利回りが最も低いトルコ (-0.6%) から最も高いコスタリカ (6.5%) まで様々であるが、全体の平均が出されていない (OECD, 2021, p. 215) ので、ここでは中ほどの値である 3% を採用したもの。
- 3) 日本の年金給付総額は、2022 年度予算ベースで 56.7 兆円。(厚生労働省 2023, p. 9)
 - 4) 現在の日本は相当額の積立金を保有しつつも賦課方式の年金制度を採用しているため、本文で検討している積立方式の年金制度である B 国とは、年金支給総額等が近い値であるとはいえ前提が異なる点に留意が必要である。
 - 5) この点については、後述のように「制度全体の積立金が 1.760bp」といわれてもイメージしづらいが、「日本と同規模の国において 950 兆円」だとわかりやすいという便宜上、B 国を設定したにすぎない。本論文は「日本が積立方式を採用すればどうなるか」ではなく、「一般に (どの国であれ) 積立方式の年金制度ではどのようなか」について議論を行っている。
 - 6) 厚生労働省は、正確な時点が不明であるものの「過去期間分の給付債務 500 兆円」としている (厚生労働省)。つまり現行制度で保有する積立金約 150 ~ 200 兆円に加えて積立方式に移行するにはさらに 500 兆円が必要と推計していることになる。B 国で必要となる 950 兆円という積立金はこの厚生労働省の推計より大きいのが、それは B 国と現実の日本の人口ピラミッドの形状の違い及び 1 人あたり年金額の違い等による。
 - 7) 参考まで、先に見たとおり「積立残高を平均余命で割って年金受給額を決める」というポーランドにおける実際の積立方式の制度設計では、運用利回りが下がれば単純に年金受給額が減るという結果となる。つまり、積立不足が生じた場合に年金の削減により対応するほかないという本論文冒頭で見た積立方式の最大の欠点がそのまま当てはまることになる。
 - 8) 当時のハンガリーの年金制度における「第二の柱」部分のこと。

引用文献

- 上村敏之 (2004) 「公的年金改革と資産運用リスクの経済分析」『フィナンシャル・レビュー』72, pp. 20-40.
- 権丈善一、権丈英子 (2004) 『年金改革と積極的社会保障政策』慶應義塾大学出版会.
- 厚生労働省 (2023) 「年金制度基礎資料集」<https://www.mhlw.go.jp/content/12500000/000894794.pdf> (2023 年 3 月 23 日最終アクセス)
- 厚生労働省 「[年金制度の仕組みと考え方] 第 2 公的年金制度の財政方式」https://www.mhlw.go.jp/stf/nenkin_shikumi_02.html (2023 年 3 月 23 日最終アクセス)
- 鈴木亘 (2012) 『年金問題は解決できる! 積立方式移行による抜本改革』日本経済新聞出版社.
- 玉木伸介 (2014) 「公的年金の積立方式に関する金融の観点からの検討」『季刊社会保障研究』49(4), pp. 421-433.
- 内閣府 「国民経済計算 (GDP 統計)」<https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/menu.html> (2023 年 3 月 23 日最終アクセス)
- 内閣府 (2023) 「国民経済計算 (GDP 統計)・家計可処分所得・家計貯蓄率四半期別速報 (参考系列) 2022 年 7-9 月期速報値 (2015 年 (平成 27 年) 基準: 2008SNA) (2023 年 1 月 27 日公表)」https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/sonota/kakei/kakei_top.html (2023 年 3 月 23 日最終アクセス)
- 八田達夫、小口登良 (1999) 『年金改革論 積立方式へ移行せよ』日本経済新聞社.
- 星田淳也 (2023) 「積立方式の年金制度の問題点 — その失敗の歴史」新保史生、和

- 田龍磨編『公共政策と変わる法制度』慶應義塾大学総合政策学部., pp. 191-209.
- 本西泰三 (2012) 「公的年金制度の積立方式移行に関する一考察」『セミナー年報』2012, pp. 69-80.
- 吉野悦雄 (2003) 「ポーランドの年金改革　一賦課方式から積立方式への転換ー」『比較経済体制学会年報』40(1), pp. 75-88.
- Börsch-Supan, A. (2010) “Social impact of the crisis - Demographic challenges and the pension system” <https://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201001/20100129ATT68220/20100129ATT68220EN.pdf> (2023年6月2日最終アクセス)
- Forman, J. (2020) “Fully Funded Pensions”, *Marquette Law Review*. 103, pp. 1205-1312.
- Freudenberg, C., Berki, T., Reiff, Á. (2016) “A Long-Term Evaluation of Recent Hungarian Pension Reforms” <https://www.mnb.hu/letoltes/mnb-wp-2016-2-final-1.pdf> (2023年3月23日最終アクセス)
- OECD (2021) “Investment performance”, In *Pensions at a Glance 2021: OECD and G20 Indicators*, OECD Publishing, pp. 214-215.

[受付日 2023. 3. 30]

[採録日 2023. 6. 12]