

LDIは確定給付年金を救えるか

—日本での効果と課題—

ニッセイ基礎研究所 金融研究部門（年金フォーラム）

主席研究員 臼 杵 政 治

目 次

- はじめに
1. 年金ALMとLDI—いま、なぜLDIか
2. LDIの具体的な手順
3. モデル年金におけるLDIを使ったポートフォリオの検討例
4. まとめ—会計基準への対応と日本で実行する上での課題

Liability Driven Investment (LDI) は、1980年代後半から研究・提唱されてきたサープラスフレームワークのALMの発展形であり、①デリバティブの利用、②リスクバジェットtingの活用、③時価を基準にしたサープラスの評価、という特徴を持つ。LDIの導入は、ポートフォリオのリスク・リターン特性を改善する可能性を持ち、時価主義化が進展した場合の会計基準に対応する運用政策としても有効となり得る。その実施に当たっては、①債務キャッシュフローの確定とそれにマッチする資産の組成、②デリバティブ取引の取り組み体制、コスト管理、③導入の権限・責任に関する企業本体との調整、といった課題がある。

はじめに

過去2、3年、英国、あるいはオランダなどの欧州大陸諸国、さらに米国で脚光を浴びつつある年金あるいは保険会社の運用手法にLiability Driven Investment（債務に基づく運用、以下LDIとする）がある。

ただ、注目されている一方で、LDIに対しては

その内容あるいは効果、実現可能性などに対して、さまざまな見解がある。そこで本稿では、1. で従来のALMとの比較を含めたLDIの内容、注目を浴びている背景について述べ、2. では、LDIの手順を簡単に説明する。3. では、ある確定給付企業年金を想定して、LDIによるポートフォリオ検討の実例を示し、LDIの効果を確認する。4. ではまとめとして、時価主義化しつつある会計基



臼杵 政治（うすき まさはる）

東京大学法学部卒業、商学博士。日本長期信用銀行調査部、長銀総合研究所（出向）経済調査部主任研究員等を経て現職。専修大学経済学部大学院客員教授、中央大学国際会計大学院客員教授、早稲田大学ファイナンス研究科講師。労働政策審議会委員。CFA。著書に『会社なき時代の退職金・年金プラン』（東洋経済新報社）、『資産運用産業の新展開』（共著、きんざい）、『ビジネス・アーキテクチャ』（共著、有斐閣）など多数。

準への対応と実行上の課題について述べる。

積立基準や会計基準の時価主義化が進展する中で、LDIには確定給付年金のリスクを管理し、制度を維持する上での有力な手段となる可能性がある。

1. 年金ALMとLDIーいま、なぜLDIか

(1) LDIとは

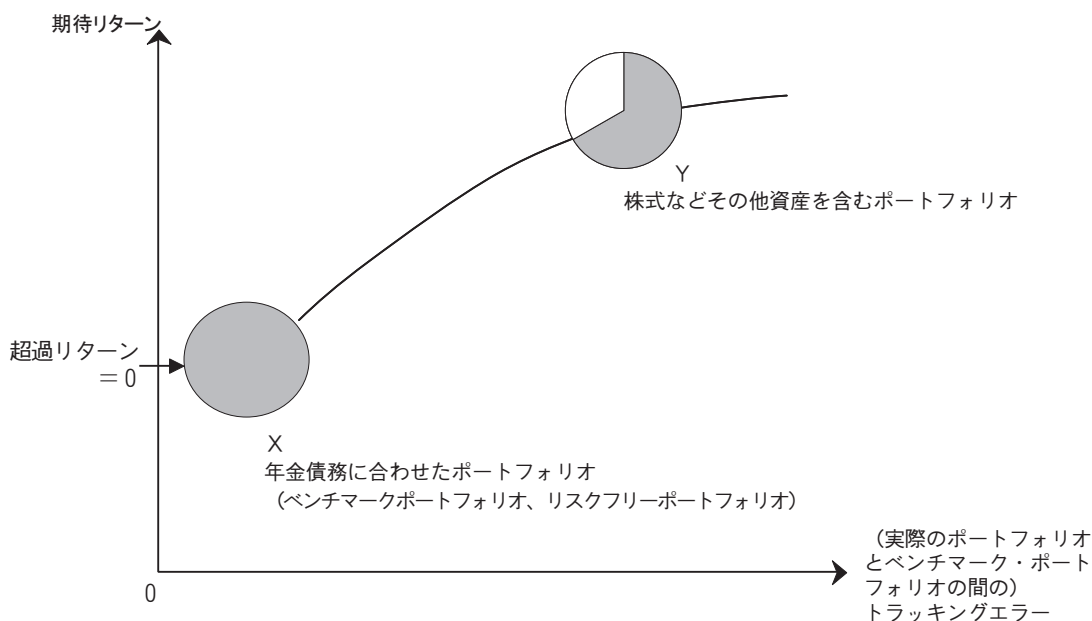
LDIとは、年金債務のリターンを基準として、年金資産ポートフォリオのリスクとリターンを管理する手法である。債務を考えずに資産だけを見ると、リスクのない資産の期待リターンがリスクフリーレートであり、リスクを取ることで、超過リターンが得られる。そこで、最適なポート

フォリオを選択する。

LDIでは債務を考慮する。年金債務と同じキャッシュフローを生み出す資産（ポートフォリオ）（注1）をリスクフリー資産と位置付ける（図表1のX）。その上で、リスクフリー資産Xと、Xとリターンの乖離（トラッキングエラー）がある株式などの資産を組み合わせる。図表1の右側の円Yの中で、斜線部分がXと同じリスクフリーの資産であり、白地の部分が株式など債務とのトラッキングエラーを持つ資産である。

このようにLDIでは、債務と同じキャッシュフロー（リターン）のポートフォリオXからの乖離リスク（トラッキングエラー）と、その代償としての、資産の債務に対する期待超過リターンを管理する運用戦略をとることになる。

図表1 LDIのリスクとリターン



（出所） Tarik Ben Saud, “Adopting a liability-led strategy,” *Pension Management*, April 2005, pp. 34-35を参考に作成。

（注1） リスクフリー資産Xは、実際にはポートフォリオのことが多いが、本稿では便宜上、リスクフリー資産、マッチング資産と呼ぶ。

(2) 従来のALMとの比較

年金債務に合わせて資産を運用管理する手法として、資産負債管理（Asset Liabilities Management: ALM）がある。LDIの基本である、年金債務と同じキャッシュフローを持つ資産（ポートフォリオ）をリスクフリー資産として、リスク（トラッキングエラー）とリターンを管理する考え方は、Sharpe and Tint [1990] でのALMに既に見られる。また、Leibowitz [1986a]、同 [1987a] は、資産と債務のキャッシュフローあるいはデュレーションを一致させることで、金利水準の変動にかかわらず、サープラスを一定に保つことができると主張した。

その意味で現在のLDIは、SharpeやLeibowitzらが20年前に主張したALMの看板を掛け替えたに過ぎない。また、日本でも大森 [2002]、浅野他 [2003]、同 [2006] などの優れた研究がある上、実務でも既に年金ALMが実践されてきた。

では、LDIはALMの焼き直しにすぎないのか。実は看板だけでなく、内容面でも、従来の年金ALMになかった点がある。

第1に、長期債の現物だけではなく、スワップやオプションなどのデリバティブの利用を考慮する。後述するように、資産のキャッシュフローやデュレーションを債務に合わせるほか、市場リスクを取ってポートフォリオのリターンを上げる目的がある（注2）。

第2にアクティブ運用によるベンチマークからの乖離のリスクと資産クラスのベンチマークが債務から乖離するリスク（パッシブリスク）を統合

管理するリスクバジェットティングの手法を取り入れている。

これらは20年の間の年金運用実務の成果であり、SharpeやLeibowitzの研究でも、明示的に考慮してはいない。

第3に、従来の年金ALM実務とは、対象となる債務が異なる。

小林編 [2004] が指摘しているように、従来年金ALM実務では、市場金利と関係なく一定の予定利率で増加する責任準備金を積立目標としていた。したがって、市場金利水準の変化がもたらす影響を考慮する必要はなかった。例えば、資産のリスク・リターンから効率的フロンティアを描き、その上にある幾つかのポートフォリオの3年後、5年後の年金資産の価値の分布と責任準備金とを比べる。その結果、積立不足が生じたり、追加の掛金抛が必要となったりする確率が低いポートフォリオを選択していた。

しかし、LDIで管理対象となる債務は責任準備金でなく、時価評価された債務、つまり年金給付の各キャッシュフローを現在から支払時点までの市場金利で割り引いた現在価値である。市場金利と共に割引率が変動すれば、年金債務の価値が増減する。したがって、債務にもリターンがあり、そのリターンは確率的に変動する（注3）。同じように確率的に変動する資産のリターンとの間に相関係数を想定し、それに基づいて、サープラスや積立割合の確率分布を描く。その結果を参考にしながら、ポートフォリオを決めていく。

（注2） 英国のWHスミスの年金では、従来の株式60%、債券40%の資産配分を2005年に変更し、積立比率の低下を抑えるために資産の95%を金利スワップを使った債務と同じキャッシュフローのポートフォリオに充てながら、残り5%で株式コールオプションを組み込み、株式値上がり益を享受できるようにした。

（注3） Leibowitz [1987b] では、債務リターンを（期末の現在価値+期中の年金支払額-期初の現在価値）/（期初の現在価値）、と定義している。

(3) LDIが脚光を浴びている背景

SharpeやLeibowitzらの説いたALMがほとんど目を向けられていなかったにもかかわらず、LDIが過去2、3年に急速に脚光を浴びてきた大きな要因として、積立基準や企業会計において、時価に基づく評価が急速に進展したことが指摘できる。従来、どちらの基準でも、①価格変動を平滑化・遅延認識する処理を認める、②特に債務の割引率について過去数年の平均をとる上、年限にかかわらず一定の金利を使う、ことを容認していたため、資産・債務の評価が時価から乖離していた。

積立基準に関してこれらの点を修正し、時価主義に向けて舵を切ったのが、2007年からオランダの保険・年金分野で導入された新財務規制（FTK: Financieel toetsingskader）である。そこでは、債務の割引率としてスワップレートから導き出した各年限のスポットレートを用いるなどにより、資産・債務を時価評価する。その上で①現時点の積立比率、②1年後の下方5パーセントイルでの積立比率、を105%以上に保つことを求める。保険・年金分野での同様の支払能力（ソルベンシー）規制は、デンマークやスウェーデンでも導入されている。

また、06年夏に成立した米国の年金保護法の積立基準では、①資産・債務の価格変動の平滑化期間を5年から2年に短縮する、②年金債務を0～5年、5～20年、20年超の3期間に分け、優良社債イールドカーブ上のそれぞれの期間に対応した金利で割り引く、などの措置が導入された。

企業会計においては、05年に導入された英国の財務報告基準書17号（FRS17）において、数理計算上の差異と呼ばれる年金資産・債務の時価の変動を、従来のように長期にわたり平滑化するので

はなく、それが発生した期に財務諸表（注4）に即時認識することになった。

06年末から適用されている米国の財務会計基準書158号（FAS158）では、数理計算上の差異だけでなく、過去勤務債務や会計基準変更時差異などを含むすべての年金資産・債務の評価額の変動をそれが発生した期末の包括損益計算書や貸借対照表に認識することになった。さらに、第2フェーズとしては、年金資産・債務の価格変動を損益計算書に計上することが検討されている。これらの動きが将来、日本の会計基準にも波及する可能性は否定できない。

スワップをはじめとするデリバティブ取引の浸透に加え、これら積立基準や会計基準の時価主義化があいまって、LDIが脚光を浴びている。複数の調査によると、欧州大陸や英国の年金基金でスワップを使ったLDIの手法を導入しているのは、まだ全体の1、2割程度であるという。しかし、有力な年金基金（注5）の間ではLDIを導入する動きが目立っている。

2. LDIの具体的な手順

次にLDIの具体的手順について述べる。

(1) 債務の予測とマッチング資産の作成

第1のステップが年金債務（給付支払い）キャッシュフローの予測である。年金債務のキャッシュフローは長期にわたるだけでなく、死亡率や脱退率、昇給率などによって変動する。数理人の助言により、それらの基礎率を決定し、債務のキャッシュフローを予測する。

その年金債務と同じキャッシュフローを持つのがマッチング資産（ポートフォリオ）である。こ

（注4） 総認識利得損失計算書と貸借対照表に計上する。

（注5） デンマークのATP、オランダのABP、PGGM、英国のWHスミスなど。

これは図表1のXに当たる。ただし、実際には、スワップや超長期債を使っても、債務のキャッシュフローに完全に合致したポートフォリオを作るのは難しい。実際には何本か異なる年限のスワップを組み合わせて、デュレーション(注6)やコンベキシティを可能な限り債務に近づけていく。

いったん、マッチング資産を決めても、基礎率は変動し、当初予測した通りに推移しないことが多い。そのために債務とマッチング資産との間に生じるキャッシュフローのずれを常に修正する必要がある。債務キャッシュフローの予測とマッチング資産の組成は、LDIを実施する上で、最も困難な問題の一つである(注7)。

(2) 運用ポートフォリオの決定と実行

次のステップが、マッチング資産とその他の資産を組み合わせたポートフォリオの選択・決定である。図表1における、ポートフォリオYの決定に当たる。そこで使う方法としては、Sharpe and Tint(前出)や実務での年金ALM同様、①サープラスフレームワークにおける平均分散法、②多期間にわたるサープラス変動を確認するシミュレーション、がある。

サープラスフレームワークでの平均分散法は、サープラスのリスク(標準偏差)と期待リターンとのトレードオフを定量的に分析する。平均分散法による最適化は理解しやすい半面、①通常1期間でのポートフォリオ最適化を扱うため、掛金収入や給付支払いまで考慮した多期間でのサープラス

の推移を把握しにくい、②サープラスの額など正規分布に従わない変数の推移を把握しにくい、などの課題がある。

他方、多期間にわたるモンテカルロシミュレーションでは、年金資産・債務額の推移を把握し、サープラスや積立比率の推移を検討するので、これらの課題に対応できる。

ポートフォリオを選択し、実行に移した後は、plan-do-seeの方法で適宜、ポートフォリオをリバランスし、見直していく。資産価格の変化のほか、特に債務のキャッシュフローやデュレーションの変化に対応する必要がある。

3. モデル年金におけるLDIを使ったポートフォリオの検討例

以下では、日本の平均的な年金基金をモデルに、上述した第1ステップが完了した後の第2ステップの例として、LDIの手法を用いて、現在のポートフォリオおよび複数のポートフォリオ候補のリスク・リターン特性を検討する。

(1) 前提条件

まず、平均的な確定給付企業年金として、加入者数5,000人、年金資産・債務が共に500億円(一人当たり1,000万円)の確定給付企業年金基金(単連型)をモデルとする(注8)。さらに、モデル年金のスポンサー企業として、株主資本1,000億円(従業員一人当たり2,000万円)、経常利益150億円(同300万円)、当期利益100億円(同200万円)の

(注6) イールドカーブが平行にシフトしないことを考えると、年限の異なる金利変動への感応度(キー・レート・デュレーション)の管理が必要になる。

(注7) 英国でLDIを実施する年金が増加している背景の一つとして、債務キャッシュフローの予測が比較的容易な閉鎖年金が増加していることがあげられる。

(注8) 企業年金連合会「企業年金実態調査」によると、2005年度末現在、562の確定給付企業年金の加入者数が280万人(1制度平均は5,000人)であった。また、非継続基準による最低積立基準額が22兆6,000億円(一人当たり807万円)に対し、積立資産が21兆7,000億円(同775万円)、積立比率が96.0%であった。

企業を想定する（注9）。

このモデル年金について、第1にサープラスフレームワークでの平均分散法、第2に多期間のモンテカルロシミュレーション、を利用して、複数のポートフォリオを作成し、現在のポートフォリオを含め、それらの特性を比較する。

また、各ポートフォリオを評価する特性としては、期待リターン、リスク（リターンの標準偏差）のほか、確率95%でみた1年後の資産の最大損失額（95% VAR）および積立不足に陥る確率、を用いる。後2者は、スポンサー企業の資産運用委員会や年金基金の理事会が使いやすい判断材料といえる。

以下では、①100%積立のケース（標準ケース）のほか、②積立比率90%のケース、③金利上昇が予測され、長期債（年金債務）の期待リターンがマイナスになるケース、を取り上げる。②、③を通じて、「積立不足の年金基金ではLDIが困難になる」、「金利上昇局面においてはLDIを実施すべきでない」などの主張の妥当性を検討する。

(2) 標準ケース

標準ケースでは、現状のポートフォリオA1および、B1～F1の6個を検討する。ポートフォ

リオA1は確定給付企業年金の平均的な政策アセットミックスである（注10）。また、B1～F1は、ポートフォリオA1の資産だけで見たリスク量7.78%と等しいサープラスリスクを持ち、最大の期待サープラスリターンを持つポートフォリオである。

B1～F1は利用可能な投資手段が異なる。B1はA1と同じ6資産に投資可能な場合、C1が年金債務と同じキャッシュフローの資産（マッチング資産）を投資対象に含む場合、D1が投資先は当初の6資産に限定されるものの金利スワップが利用可能な場合、E1がマッチング資産への投資と金利スワップの両方が可能な場合、F1がポートブルアルファの手法を用いて各資産のリターンと無相関のアクティブ運用（アクティブリスク2%、期待アクティブリターン0.1%（注11））を、ポートフォリオE1に上乘せすることができる場合である。

ポートフォリオを作り、その特性を計算するために使用した各資産・債務の期待リターン、リスク、相関係数の想定は図表2の数値である（注12）（注13）。

A1～F1について、資産配分、サープラスの期

（注9） 2006年3月期に決算の株式公開企業のうちデータを入手した1,000社では、連結ベースの一人当たり株主資本が2,100万円、経常利益が320万円、当期利益が180万円であった。

（注10） 企業年金連合会「2005年度資産運用実態調査」による確定給付企業年金の平均。ただし、「その他」に分類されている5%のオルタナティブ投資分については、他の資産クラスに按分し、図表4左端（A1）のような資産配分比率を導き出している。

（注11） ここでは、浅野他〔2003〕を参考に、情報レシオの実績値のほとんどが能力によるのではない偶然的結果と考え、通常0.5～1.0とされる情報レシオを0.05に設定した。

（注12） 期待リターンは、資産側は「2005年度資産運用実態調査」に示されている、厚生年金基金および確定給付企業年金の平均値をそのまま採用した。債務の期待リターンは、リーマン・ブラザーズ証券が発表しているパー・クーポン円金利スワップのコンポジット・インデックス（1年～30年の等金額平均、デュレーション12.3年）から2.0%とした。キャッシュの期待リターンは0.8%、生命保険一般勘定は解約控除のない場合の保証利率0.75%に、配当の期待を上乗せし、1.0%とした。

（注13） リスクと相関係数は、91年以降の実績四半期データを採用した（ただし、株式と国内債券の間の相関係数のみ65年以降の実績値）。

期待リターンとリスク、95% VAR、積立不足に陥る確率、資産だけで見た期待リターン、リスク、年金債務との相関係数を図表3に示した。

ポートフォリオA1を資産だけで見た場合、期待リターン3.98%、リスク（標準偏差）7.78%（注14）であり、95% VARが44億円の損失である。スポン

図表2 平均分散法に用いたリスク・リターン・相関係数

期待リターン (%)	リスク (%)		国内債券	国内株式	外国債券	外国株式	キャッシュ	一般勘定	マッチング資産	年金債務
1.3	4.5	国内債券	1	0.1574	0.3125	0.0187	0.4120	0.4293	0.8749	0.8749
7.1	22.8	国内株式	0.1574	1	-0.2201	0.3156	-0.1017	-0.0721	0.1574	0.1574
3.0	11.9	外国債券	0.3125	-0.2201	1	0.4154	-0.1055	-0.0849	0.4028	0.4028
7.0	19.6	外国株式	0.0187	0.3156	0.4154	1	-0.0504	0.0138	0.0499	0.0499
0.8	1.8	キャッシュ	0.4120	-0.1017	-0.1055	-0.0504	1	0.7987	0.0423	0.0423
1.0	0.9	一般勘定	0.4293	-0.0721	-0.0849	0.0138	0.7987	1	0.1203	0.1203
2.0	9.0	マッチング資産	0.8749	0.1574	0.4028	0.0499	0.0423	0.1203	1	1
2.0	9.0	年金債務	0.8749	0.1574	0.4028	0.0499	0.0423	0.1203	1	1

図表3 標準ケースでのポートフォリオの特性比較

（単位は95% VARが億円。相関係数は実数。それ以外はすべて%）

	資産だけでみた場合	サープラスフレームワークを用いた場合（LDIの手法）					
ポートフォリオ	A1 (DB平均)	A1 (DB平均)	B1	C1	D1	E1	F1 (アクティブあり)
マッチング資産	なし	なし	なし	あり	なし	あり	あり
スワップ	なし	なし	なし	なし	あり	あり	あり
国内債券	32.8	32.8	31.4	0.0	120.1	0.0	0.0
外国債券	11.2	11.2	42.1	13.8	43.8	26.9	26.7
国内株式	27.3	27.3	26.5	26.5	30.9	27.5	27.3
外国株式	16.6	16.6	0.0	15.4	5.3	13.6	13.5
一般勘定	10.4	10.4	0.0	0.0	0.0	32.0	32.5
マッチング資産	0.0	0.0	0.0	44.3	0.0	100.0	100.0
短資	1.7	1.7	0.0	0.0	-100.0	-100.0	-100.0
資産合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
サープラス期待リターン	NA	1.98	1.55	2.26	2.64	3.23	3.26
サープラスのリスク	NA	9.68	7.78	7.78	7.78	7.78	7.78
95% VAR (億円)	-44.1	-69.7	-56.2	-52.7	-50.8	-47.8	-47.7
サープラスがマイナスになる確率	30.46	41.90	42.08	38.57	36.74	33.89	33.77
資産(アセット)だけのリターン	3.98	3.98	3.55	4.26	4.64	5.23	5.26
資産(アセット)だけのリスク	7.78	7.78	7.05	9.02	10.31	13.55	13.53
資産と債務の相関係数	NA	0.343	0.555	0.628	0.684	0.836	0.827

（注14） A1と同じリスクのポートフォリオの中で、最も高い期待リターンは4.11%となった。A1は効率的フロンティアよりもやや下に位置することになる。

サー企業は株主資本の4.4%、当期利益の44%まで年金基金による損失を許容していることになる。

ところが、サープラスフレームワークを用いた場合、A1のサープラス期待リターンは1.98%（資産の期待リターン3.98%から債務の期待リターン2.0%を控除）に低下し、リスクが9.68%まで増加した。95% VARは70億円の損失である。

次にポートフォリオB1～F1を見ると、B1やD1では国内債券への配分割合が高いのに対して、マッチング資産が利用可能なC1やE1では国内債券の代わりにマッチング資産を組み入れている。また、D1～F1ではキャッシュの割合がマイナス100%となっており、500億円（年金資産の100%）を想定元本（注15）とする金利スワップを組み込んでいる。

サープラスの期待リターンやリスクを見ると、ポートフォリオB1はA1と優劣が付けがたい。しかし、C1はA1よりも低いサープラスリスクの下で高い期待リターンとなり、D1、E1はC1と同じリスク水準の下でより高い期待リターンを持つ。サープラスがマイナスになる確率を見ても、A1とB1は優劣が付けがたく、C1からD1、E1になるにつれ下方リスクが小さくなる。95% VAR値にも、同様の傾向がある。

また、F1では、E1よりも市場リスクを減らし、そのリスクをアクティブ運用のリスクに割り当てた結果（注16）、同じサープラスリスクに対して期待リターンが最も高い3.26%になっている。

以上から分かるのは、①現在のポートフォリオをサープラスフレームワークで見るとリスクが高

まる、②マッチング資産の組み入れやスワップの利用がポートフォリオを効率化する効果を持つ、ことである。さらに、マッチング資産の組み入れ（C1）よりも、キャッシュと既存の債券との間のスワップ（D1）の方がリスク・リターン特性を改善する効果が大きい。ポートフォリオと年金債務との相関係数を見ても、C1の0.63に対して、D1では0.68と高い。

なお、内外株式への配分は、ポートフォリオA1では計43.9%であるのに対して、B1では26.5%、D1では36.2%とやや低いものの、C1、E1では、41.9%、41.1%とA1とほぼ同じ配分となっている。LDIを実施すると、金利リスクをコントロールすることで生じた、リスクバジェットの余裕を内外株式など、他の市場リスクに振り向けることができる。LDIにより、資産のほとんどが債券になるという理解は必ずしも当を得ていない（注17）。

(3) シミュレーションによる多期間の検証

次に多期間にわたるモンテカルロシミュレーションにより、A1、D1、E1の10年間のサープラスの推移を検証した。掛金や給付支払いは考慮せず、各年末にリバランスする前提である。

図表4-1のように、5パーセンタイル値、50パーセンタイル値（中央値）、95パーセンタイル値、のいずれにおいても、E1、D1、A1の順に高かった。また、95パーセンタイル値においては、Aが他の二つよりも特に低く、D1、E1が下方リスクのコントロールにおいて優れていることが分

（注15） ここでは、担保差し入れ可能性などを考慮して、想定元本の上限を年金資産と同額とした。

（注16） F1のアクティブ比率は、年金資産の49%に相当する。

（注17） 内外株式への配分は、E1において、国内株式と債券・年金債務との相関をゼロとすると35%となった。また、期待サープラスリターンをA1と同じ1.98%とすると24.2%、A1をもとに計算したリスク回避度を使って、効用を最大化すると31.7%となった。リスクを取る限り、それに見合った株式を組み入れている。

かる（注18）。

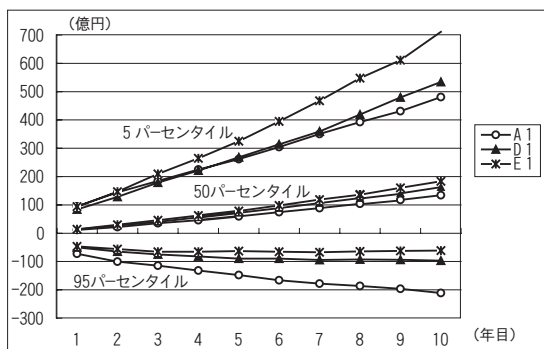
ただ、この三つのポートフォリオについて積立比率を見ると（図表4-2）、下方リスクを示す95パーセンタイル値および50パーセンタイル値は、E1、D1、A1の順に高い。ところが、5パーセンタイル値はA1が最も高い。これはA1では資産と債務の相関係数が低いため、特に債務のリターンがマイナスで、資産のリターンがプラスになった結果、積立比率が高まるケースがあり得ることを反映している。

(4) 積立比率90%ケース

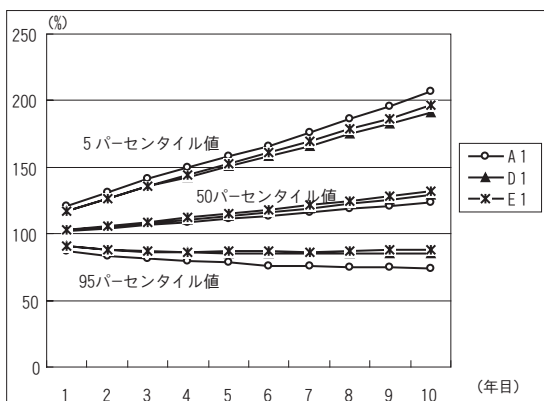
2005年度末、確定給付企業年金の最低積立基準

図表4 モンテカルロシミュレーションによるポートフォリオ比較（標準ケース）

4-1 サープラスの分布推移



4-2 積立比率の分布推移



額に対する積立比率は平均で96%であった。このように、積立不足の年金基金は少なくない。そこで、年金債務が500億円、年金資産が450億円、積立比率が90%のケースについて、標準ケース（A1～E1）と同様の条件下でポートフォリオA2～E2を比較した（図表5参照）。

ポートフォリオA2では、サープラスの期待リターンが1.58%、リスクが9.33%、1年後の95%VARは69億円の損失である。50億円の積立不足が119億円に拡大することになる。

A2～E2を見ると、A2とB2では優劣が付けがたく、B2からC2、D2、E2になるに従い、同じリスク水準で期待リターンがより高くなるのは標準ケースと同じである。スワップの活用やマッチング資産の組み入れがリスク・リターン特性を改善する点は変わらない。

ただし、B2～E2を標準ケースの同じ条件下のポートフォリオと比べると、同じサープラスリスクでも期待リターンが0.2%程度低く、95%VAR損失額が6,000万円～1億6,000万円大きい。サープラスの効率的フロンティアは標準ケースよりも下方にある。

このように、積立不足の状況下では、同じ水準のリスク量でもサープラスの期待リターンはフルファンディングの場合よりも低い。積立水準の期待値を高めるためには、さらにリスクを高める必要が生じる。

(5) 金利上昇ケース（注18）

さらに金利上昇ケースとして、2007年3月末現在、デュレーション6年（野村BPI総合とほぼ同じ）1.3%、同12年（リーマン・ブラザーズ証券円金利スワップインデックスコンポジットとほぼ同じ）2.0%である債券金利が、毎年0.3%ずつ平行に上昇し、5年後におおの2.8%と3.5%

図表5 積立比率90%ケースでのポートフォリオの特性比較

(単位は95% VARが億円。相関係数は実数。それ以外はすべて%)

ポートフォリオ	A 2 (DB平均)	B 2	C 2	D 2	E 2
マッチングポート	なし	なし	あり	なし	あり
スワップ	なし	なし	なし	あり	あり
国内債券	32.8	27.8	0.0	111.8	8.1
外国債券	11.2	44.6	11.8	49.4	33.5
国内株式	27.3	27.7	27.7	34.3	31.8
外国株式	16.6	0.0	16.8	4.5	14.0
一般勘定	10.4	0.0	0.0	0.0	12.6
マッチング資産	0.0	0.0	43.6	0.0	100.0
短資	1.7	0.0	0.0	-100.0	-100.0
資産合計	100	100	100	100	100
サープラス 期待リターン	1.58	1.30	1.94	2.40	3.11
サープラスのリスク	9.33	7.78	7.78	7.78	7.78
95% VAR (億円)	-68.8	-57.5	-54.3	-52.0	-48.4
サープラスが マイナスになる確率	81.65	86.84	85.00	83.58	81.22
資産(アセット)だけ の期待リターン	3.98	3.66	4.37	4.89	5.68
資産(アセット)だけ のリスク	7.78	7.31	9.26	10.84	14.68
資産と債務の 相関係数	0.343	0.540	0.601	0.659	0.820

になると想定した。この場合、前者の年平均リターンが0.4%、後者がマイナス0.2%と考えられる(注19)。そこで、年金基金の債券ファンドの期待リターンを0.4%、マッチング資産の期待リターンをマイナス0.2%として、他は標準ケースと同じ条件の下、ポートフォリオA3～E3を作成した(図表6)。

ここから3点が指摘できる。第1にサープラス期待リターンの水準がどのポートフォリオでも、同じ条件の標準ケースよりも0.7～1.9%高い。理由の一つは、年金債務のリターンがマイナス0.2%とサープラスにプラスの寄与をしていることにある。金利上昇により、債務の期待リターンが低く

なるとサープラスの期待リターンが高まる。

第2に期待サープラスリターンの水準を見ると、B3は現状のポートフォリオA3よりも低く、C3～E3でもほぼ同水準にあり、標準ケースと異なり、A3が劣るわけではない。しかし、C3～E3のリスクはA3より1.9%低い。マッチング資産の組み入れやスワップ取引により、A3より優れたリスク・リターン特性を持つポートフォリオを作ることができた点は標準ケースと同じである。

第3にC3やE3では、期待リターンがマイナスであるにもかかわらず、マッチング資産を20%以上組み入れている。図表7に示したサープラ

(注18) 金利モデルを組み入れた、金利上昇期のALMシミュレーションの研究として、浅野他[2006]第8章がある。

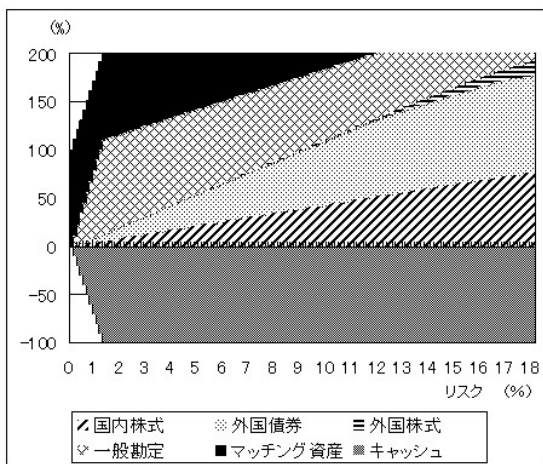
(注19) 毎年同じベースで金利が上昇した場合のキャピタルロスとインカム収入の合計。

図表6 金利上昇ケースでのポートフォリオの特性比較

(単位は95% VARが億円。相関係数は実数。それ以外はすべて%)

ポートフォリオ	A 3 (DB平均)	B 3	C 3	D 3	E 3
マッチング資産	なし	なし	あり	なし	あり
スワップ	なし	なし	なし	あり	あり
国内債券	32.8	29.2	0.0	72.5	0.0
外国債券	11.2	45.3	47.0	52.1	50.9
国内株式	27.3	25.4	31.2	30.7	33.3
外国株式	16.6	0.0	0.2	0.0	1.6
一般勘定	10.4	0.0	0.0	44.7	14.1
マッチング資産	0.0	0.0	21.6	0.0	38.6
短資	1.7	0.0	0.0	-100.0	-38.6
資産合計	100	100	100	100	100
サープラス 期待リターン	3.89	3.48	3.80	3.88	3.96
サープラスのリスク	9.68	7.78	7.78	7.78	7.78
95% VAR (億円)	-60.2	-46.6	-45.0	-44.6	-44.2
サープラスが マイナスになる確率	34.41	32.72	31.27	30.90	30.53
資産(アセット)だけの リターン	3.98	3.66	4.37	4.89	5.68
資産(アセット)だけの リスク	7.78	7.31	9.26	10.84	14.68
資産と債務の 相関係数	0.343	0.557	0.609	0.637	0.682

図表7 サープラスリスク水準別の最適資産配分割合



(図表注) キャッシュの配分割合のマイナス100%、総資産200%は資産の100%を想定元本として、キャッシュの金利を支払うスワップを実施していることを表す。また、国内債券の配分割合は常にゼロであった。

スリスク水準別の最適資産構成を見ると、リスクがゼロの場合にはマッチング資産が100%を占め、リスクが高まるにつれ配分が徐々に減少していくものの、リスク6%のポートフォリオでも50%を占めている。配分がゼロになるのはリスクが12%（この場合の期待サープラスリターンは6.2%）以上のポートフォリオである。

確かにマッチング資産の期待リターンはマイナスである。しかし、サープラスフレームワークにおいては、図表1のXに当たるリスクフリー資産である。リスクを抑えたポートフォリオを作る上では、組み入れる効果が大きい（注20）。

以上のように、債務の期待リターンがマイナスとなる金利上昇が予測される局面でも、現状のポートフォリオは、必ずしもサープラスフレームワ

ーク上、最善のポートフォリオではない。マッチング資産を組み入れたり、スワップを活用したりすることにより、リスク・リターン特性を改善できることがある（注21）。

(6) 小括

以上の検討からも分かるように、LDIの枠組みでポートフォリオを選択することにより、サープラスフレームワークでのリスク・リターン特性を改善することができる。マッチング資産や金利スワップ取引を利用できる場合には、その効果が発揮される半面、ポートフォリオBのように、この二つのどちらも利用できない場合には効果が限定される。特に金利スワップは、資産と債務の相関を高め、ポートフォリオの特性を改善する効果を持ち得る（注22）。

また、①現行会計基準のように、年金資産・債務の価格変動が平滑化される場合（注23）、②積立比率が100%に達しない場合、③金利上昇により債務やマッチングポートフォリオの期待リターンがマイナスになる場合でも、その効果は認められる。

もちろん、以上の検討結果は前提となるリスク、リターン、相関係数に影響される。しかし、上記のような方法で、ポートフォリオの特性を検討し、選択できること自体がLDI導入のメリットと言える。

4. まとめ—会計基準への対応と日本で実行する上での課題

1.(3)で述べたように、米国FAS158など、国際的には、年金資産・債務の価格変動を財務諸表に直ちに計上する、会計基準の時価主義への流れが強まっている。時価主義の流れは、確定給付年金制度の長期的な運営の障害になると批判があり、それが日本にも波及した場合には、短期志向を助長するとの懸念が強まるだろう。

しかし、1年から5年程度の期間にわたり、サープラスのリスク・リターンを管理するLDI導入が、そうした時価会計への対策となり、ひいては確定給付年金制度を維持する上で大きな効果を発揮する可能性がある（注24）。例えば、FAS158の第2フェーズにおいて年金資産・債務の価格変化を

（注20） 資産と債務の共分散の増加がサープラスリスクを低下させる。2次の効用関数を考えた場合、リスク低下による効用の増加が期待リターン低下のもたらす効用の減少を補えば、マイナスのリターンでもマッチング資産を組み入れるべきである。Sharpe and Tint [1990] では、前者による効用増加をリターンの数値に換算し、Liability Hedging Creditと呼んでいる。

（注21） 現在のフォワードレートから示唆される5年後の金利水準（デュレーション6年、12年の債券金利が2.3%、2.6%）まで、毎年同じ幅で金利が上昇する場合、両者の年率リターンは共に0.7%程度となる。そこで、国内債券およびマッチング資産（年金債務）のリターンを共に0.7%とし、サープラスフレームワークによる最適化を実施した場合、各ポートフォリオの資産配分、リスク・リターンは、標準ケースと金利上昇ケースのほぼ中間となった。

（注22） 金利スワップを実施すると、キャッシュの配分がマイナス100%になる。これから分かるように、金利スワップが持つ資産側のデュレーションを長期化する効果を裏から見ると、短期借入金同様に債務のデュレーションを短期化する効果となる。いずれにせよ、資産・債務のリターンの相関を高めることができる。

（注23） 資産・債務の価格変動が平滑化される場合のLDIの効果を見るため各シミュレーションパスの5～10年目において、当期までの5期間のサープラスの平均値をとりその分布を調べた。その結果、どのパーセンタイル値においてもサープラスはE1、D1、A1の順に高く、特に下方リスクのコントロールにおいてD1、E1がA1よりも優れている点は平滑化のない場合と同じ結果となった。

損益計算書に計上することになったとしても、3. で検討した95% VARを管理すれば、サープラスの損失額と同時に、期間損益の最大損失額（アーニングス・アット・リスク）を管理できることになる。

また、現在の企業会計基準のように年金資産・債務の価格変動が平滑化される場合でも、LDIの導入にはサープラスや積立割合の下方リスクをコントロールしやすくなる効果がある。年々のサープラスリスクを抑えることができれば、平滑化されたサープラスのリスク（ボラティリティ）も当然小さくなる。現実には企業会計基準上の退職給付債務（PBO）や財政上の責任準備金と資産の関係にも関心を払わざるを得ない。そうだとすると、時価評価された債務に対してのサープラスを確保できれば、長期的には、完全には時価評価されていない規制上の債務に対してもサープラスを持つことができる。

ただし、日本でLDIを実行に移す上では、三つの課題が残っている。

第1が年金債務キャッシュフローの予測とマッチング資産（ポートフォリオ）の組成である。債務のキャッシュフローは死亡率、脱退率のほか、昇給率や、物価上昇率によって変動する。しかし、LDIでは金利リスクなど金融市場のリスクを管理できても、基礎率の変動リスクをヘッジすることは、物価上昇率などを除くと（注25）不可能に近い。

そのため、完全なマッチング資産の組成は不可能である。現実には基礎率の変動リスクや債務キャッシュフローと実際に組成したマッチング資産

との間のトラッキングエラーを定量化し、管理するしかない（注26）。

同じことはキャッシュバランスプランにも当てはまる。キャッシュバランスプランの場合、通常の確定給付年金より債務のデュレーションが短い。いったん、債務キャッシュフローが確定すれば、資産・債務のデュレーションを合わせるのは容易であろう。ただ、キャッシュバランスプランの利息付与率は、①過去5年の10年国債利回りの平均など市場金利と完全には連動していない、②フロアやキャップが付いている、という特徴を持つ。そのため、債務キャッシュフローの推定は非常に困難になる。実際には、金利モデルを組み込んだシミュレーションにより、数多くの金利パスを発生させ、債務のキャッシュフローと次善のマッチングポートフォリオとの間のトラッキングエラーを把握・管理することが求められよう。

第2の課題は、金利スワップなどデリバティブ取引への取り組み体制とコスト管理である。スワップの場合、ISDAのマスター契約に従い、相手先の信用リスクを管理するとともに、自らの信用力を補完するために担保を提供することが求められる。しかし、現在、多くの年金基金にはこうした取引の経験がなく、そのための体制を求めるのも無理がある。

解決策は二つあろう。一つにはデリバティブ取引に直接携わることはなく、運用機関の組成するファンドを通じて、デュレーション長期化などの効果を享受する。もう一つは後述するように、スポンサー企業の財務部門が直接デリバティブ取引

（注24） 米国で同趣旨にWaring and Siegel [2007]。

（注25） インフレ率のヘッジ手段としては、物価連動債やインフレスワップがある。死亡率のリスクのヘッジ手段として長寿債発行などが試みられているものの、利用可能性は低い。

（注26） とはいえ、基礎率のリスクは、LDI実行の有無にかかわらず、年金運用に不可避であり、LDIの効果を否定する理由にはならない。

に携わることである。

また、欧州でLDIを実行する年金基金が依然として1、2割にとどまっている要因の一つとして、デリバティブ取引のコストの高さが指摘されている。

現在、円金利スワップの残存契約想定元本は3,600兆円超ある。また、期間30年までの20年、30年といった標準的な期間の100～200億円程度のサイズの取引なら、ビッド・オファーのスプレッドは0.5～1.0bpと非常に低いとされる(注27)。

他方、3.で述べた標準ケースのB1からD1、C1からE1ではスワップの実行により、期待リターンが100bp程度上昇している。このような場合であれば、スワップ取引に数bp、ファンドの組成に10～20bpの手数料がかかるとしても、スワップを実行する意味があると言えるだろう。ただし、金利上昇シナリオでは、やや状況が異なる可能性がある。

LDI実行の第3の課題が導入に当たっての権限や責任である。財務諸表には、連結対象となるすべての年金制度だけでなく、一時金や退職給付信託の資産・債務も合算して計上される。したがって、会計基準の時価会計化に対応する目的でLDIを導入するのなら、これらすべての制度を一まとめにして管理するのが望ましい。その観点からは、個々の年金基金でのLDIは、企業全体の財務管理を念頭においたLDIとの整合性が求められる。その一方で、個別の基金の管理者は受託者としての責任を負っており、各基金の加入者の利益を優先しなくてはならない。その責任と企業の財務部門の要求を合致させる必要が生じてくる。

最後に、英国などの年金基金は、LDIを実施するに当たり、運用機関に年金債務へのマッチング

資産の提供を求めるようになりつつある。具体的には、完全にマッチングする資産か、それが無理なら超長期債やスワップを利用した、幾つかの年限の固定利付きファンドが求められている。

こうした動きは、今後、運用機関の商品が、①低い手数料でのパッシブファンド、②高いコストに見合ったアルファリターンを得られるファンド、③債務のキャッシュフローやデュレーションに合わせたマッチング資産、の提供の三つに分化する可能性を示唆している。

【参考文献】

- 浅野幸弘・藤林宏・矢野学 [2003] 『企業年金の資産運用』、中央経済社。
- 浅野幸弘・岩本純一・矢野学 [2006] 『年金とファイナンス』、朝倉書店。
- 大森孝造 [2002] 「金利変動リスクと年金資金の戦略的資産配分」、『証券アナリストジャーナル』第40巻第2号pp.39-59。
- 桂真一・矢田明 「年金負債ファクターモデルと投資戦略」、『証券アナリストジャーナル』、第44巻第9号pp.52-65。
- 小林弘明編 [2004] 『年金基金の資産運用』第2章、第3章、東洋経済新報社。
- 米澤康博監修・三井アセット信託銀行年金運用研究会 [2003] 『年金運用と債券投資戦略』、東洋経済新報社。
- リーマン・ブラザーズ証券株式会社債券調査本部債券インデックス部 [2006] 『負債ベンチマークとLDI』。
- Ben-Saud, Tarik [2005], “Adopting a Liability-Led Strategy,” *Pension Management*, April 2005.
- Leibowitz, Martin L. [1986a], “The Dedicated Bond Portfolio in Pension Funds-Part 1: Motivations and Basics,” *Financial Analyst Journal*, Vol.42, No1, pp.69-75.
- [1986b], “Total Portfolio Duration: A New Perspective on Asset Allocation,” *Financial Analyst Journal*, Vol.42, No5, pp.18-31.
- [1987a], “Pension Fund Management Under

(注27) リーマン・ブラザーズ証券 [2006] など。

- FAS 87,” *The Impact of FAS 87 on Investment Analysis & Portfolio Management*, The Institute of Chartered Financial Analysts, pp.40-65.
- [1987b], “Liability returns: A new look at asset allocation,” *The Journal of Portfolio Management*, Vol.13, No.2, pp.11-19.
- Sharpe, William F. and Lawrence G. Tint [1990], “Liabilities-A New Approach,” *The Journal of Portfolio Management*, Vol.16, No.2, pp.4-10.
- Waring Barton M. [2004], “Liability-Relative Strategic Asset Allocation Policies,” *Conference Proceedings*, CFA Institute .
- Waring Barton M. and Laurence Siegel [2007], “Don’t Kill the Golden Goose! Saving Pension Plans,” *Financial Analyst Journal*, Vol.63, No.1, pp.31-45.