

# International Economic and Financial Review

## 国際経済金融論考



Institute for International Monetary Affairs (IIMA)

公益財団法人 国際通貨研究所

(2018 年第 1 号)

2018 年 3 月 16 日

### ドル建て投資ポートフォリオの為替リスクヘッジ戦略

～Hedging Strategy of Foreign Exchange Rate Risk

Based on Mean Reversion of the Real Exchange Rate Index of Yen against Dollar～

龍谷大学 経済学部 教授

公益財団法人 国際通貨研究所 客員研究員

竹中 正治

[takenaka1221@yahoo.co.jp](mailto:takenaka1221@yahoo.co.jp)

#### 要旨

本論は実質相場指数の平均回帰の性質を利用した外貨（米ドル）建てポートフォリオの為替リスクの効果的なヘッジ手法の提示を試みたものである。実質相場指数が回帰する長期的な平均値として、①1973年1月起点の各時点平均値、②各時点の15年移動平均値の2通りについて、またヘッジ操作の手法としては、①実質相場指数の乖離（かいり）率の累積相対度数から算出した基準ヘッジ率通りの操作、②平均値からの1シグマベース乖離で発動する leads & lags ヘッジ操作、③同 1/2 シグマベースの leads & lags ヘッジ操作の3ケースに分けて検証した。

為替相場のリスクヘッジを適用したドル建てポートフォリオとしては、1989年12月から2017年12月の期間を対象に米国株価指数 S&P500 に連動する投資と米国債 7-10 年物に対する投資（S&P U.S. Treasury Bond 7-10 Year Index）を 50 : 50 の比率で毎年12月末にリバランスするものを想定した。

投資パフォーマンスを対比する参考基準として、ヘッジ無し、常時 100%ヘッジ、常

時 50%ヘッジの 3 通りと比較したところ、**15 年移動平均値基準**のヘッジ操作の 3 通りのケースで、シャープレシオの向上が見られた。とりわけ 1/2シグマベースの leads & lags ヘッジ操作でシャープレシオの有意な向上が見られ、検証した 9 通りのケースで最も高い結果となった。日本の投資家層は外貨金融資産の為替変動（円高）で過去度々大きな損失を計上し、また近年の先物為替取引でのヘッジコストの金利格差を上回る水準への上昇で苦戦している。本論の検証結果は、こうした日本の投資家にとって有望なものとして筆者は考える。

## 1、問題意識と目的

今日では外貨建ての投資ポートフォリオを保有、運用することは機関投資家の間ではもとより、個人投資家の間にも広がっている。オンライン証券や FX トレードなどを利用することで、グローバルなポートフォリオを保有し、為替相場のリスクを操作する簡単で安価な手段も飛躍的に普及した。言うまでもなく長期の外貨建てポートフォリオを保有する際に投資のパフォーマンスを左右する大きな要素が為替相場リスクのヘッジの巧拙である。

この点では外為管理法の改正で海外投資が自由化された 1980 年以降の日本を振り返ると「巧」よりも「拙」が目立つ。最初の外貨資産投資ブームは 80 年代の生損保を中心としたドル債投資の積み上がりであり、内外金利格差の拡大に誘引された彼らのドル買いがドル高時代を現出した。しかしながら 1985 年のプラザ合意後の急速なドル安・円高による巨額の為替損失の発生で終わった。また近年では 2000 年代の投資信託や FX トレードによる個人投資家層の外貨投資ブームは、2007 年から 2008 年の米国金融危機に伴う急速なドル安・円高で個人投資家層に多額の損失を残した。

さらに 2014 年には GPIF（年金積立金管理運用独立行政法人）が、それまでの日本国債に偏したポートフォリオ構成を内外の株式と海外債券の比率を増やす方向で大きく修正した。筆者はこの変更は長期的には GPIF の投資リターンを向上させるものと評価しているが、いずれまた到来する米国の景気後退期には、内外株価の下落のみならず、ドル安・円高によって短期的には巨額の評価損が生じることを危惧している。

筆者は過去の著作の中で日米のインフレ率を調整した実質ドル円相場指数の「平均回帰（mean reversion）」を利用した一種のリーズ&ラグズ（leads and lags）を伴う為替ヘッジ方針を繰り返し説き、また自らの個人資産のポートフォリオでそれを実践して 10 余年が経つ。（国際通貨研究所(2007)、国際通貨研究所・竹中(2009)）今回、その理論的

な背景、ヘッジ手法、その投資パフォーマンスの向上効果について実証的な検証結果をまとめて提示する。

## 2、相対的購買力平価の有効性と実質相場指数の平均回帰の検証

### 為替相場の長期的趨勢値としての相対的購買力平価の有効性について<sup>1</sup>

2 国間のインフレ率格差から計算される相対的購買力平価（以下 PPP と記載する）が名目為替相場（市場相場）の長期的な均衡値として有効かどうかは、第2次大戦後だけを振り返っても各種の為替相場、物価指数、対象期間にまたがる多数の既存研究がある。研究結果は、有効性を否定するものから肯定するものまで時代により振れているが、この点について M.P.Taylor（2010）は次のように総括している。

主要国間の PPP とそれに基づいて計算される実質相場（Real Exchange Rate、以下 RER と記載する）の短期、並びに長期の有効性に関する専門家の意見は、戦後の研究を対象にただけでも、何度も振れて来た。現時点で最新のコンセンサスがあるとする、少なくとも主要通貨間について、PPP は長期では有効性があるという見解におそらく回帰していると言えるだろう。ただし幾つかの謎（puzzle）が依然として未解明のまま残っている。

代表的な謎のひとつは、Rogoff（1966）によって指摘されたもので、PPP からの名目相場の（あるいは後述するように、同じことであるが RER の長期的な平均値からの）乖離から収束までの半減期が3年から5年と比較的長く、調整に中期的な時間を要する原因である。

この点は興味深いテーマではあるが、本論のテーマではない。むしろ RER の長期的な平均値からの乖離と回帰を利用した為替相場のヘッジ戦略の有効性と効果を、変動相場制移行後のドル円相場とドル建て金融資産のポートフォリオを対象に提示することである。

まず本論で対象となる1973年の変動相場制移行から現在までのドル円相場について PPP の有効性に関する検証作業をしておきたい。検証手法は複数あるが、代表的な手法のひとつとは、PPP と名目相場の共和分関係が成り立つかどうか検証するものである。

---

<sup>1</sup> 国際通貨研究所は2008年より研究所のサイトでドル円、ドルユーロ、ユーロ円の3つの通貨ペアに関する3種類の物価指数による PPP を開示、更新している(1973年起点)。図表1はドル円に関するものである。

為替相場も PPP もトレンドのあるデータであり、そのままでは定常性<sup>2</sup>を満たさない。したがって、そのままでは通常の回帰分析で関係性を検証することができない。しかしながら、下記の分析の結果生じる残差部分が定常であれば、双方の間には長期的な関係性が成り立っていると判断される。

PPP の計算式：  $PPP = a \times P_d / P_f$

a : 起点時点の為替相場（外貨一単位当たりの自国通貨）

$P_d$  : 自国の物価指数

$P_f$  : 外国の物価指数

物価指数は双方とも起点時点の水準を 100 として指数化

名目為替相場 ( $F_x$ ) が PPP と一致するならば、 $F_x = a \times P_d / P_f$  となり、 $P = P_d / P_f$  として、対数で表示すると次の通りとなる。

$$\text{Log } F_x = \text{Log } a + \text{Log } P$$

この式に基づいて、以下の条件で回帰すると次の推計式と残差  $u(t)$  が得られる。

対象期間：1973 年 1 月～2017 年 12 月

ドル円相場：東京市場午後 5 時現在月中平均月次データ（日銀公表）

PPP：1973 年起点、日本は企業物価指数、米国は生産者物価指数

回帰推計式：  $F_x(t) = 0.07717 + 0.996812 \times P(t) + u(t)$

（対数値表記、Log 表示は省略して表記）

名目相場と PPP の乖離部分は残差  $u(t)$  となって生じ、この残差部分の定常性を検証することになる。定常性が成り立っていれば、名目相場と PPP の間には共和分が成り立っており、長期の関係性の証明になる<sup>3</sup>。すなわち名目為替相場は PPP からの乖離と回帰を繰り返しながらも、長期では PPP に収束していることになる。

定常性の検証には Augmented Dickey-Fuller test による単位根検定を使用した。検証結果は単位根を有する（非定常である）という帰無仮説が成り立つ確率が 0.1723 と微妙

---

<sup>2</sup> 定常性とは、時間や位置によってその確率分布が変化しないという確率過程の性質を意味し、時系列の回帰分析が有効であるための変数の要件とされている。例えばトレンドのある系列は非定常であり、こうした変数系列の間では見かけの相関関係が生じる。

<sup>3</sup> この検証作業については、笹山茂氏の次のサイトの解説を参考にした。

<https://www2.kumagaku.ac.jp/teacher/~sasayama/macroecon/mailmagacointeg.html>

なものとなった。要するに共和分関係に基づく PPP の有効性（名目相場は長期的に PPP に収束する）という仮説が成り立たない可能性が無視できない程度に残る。

なお、PPP の算出に企業物価（米国は生産者物価）を使用した理由を手短かにコメントしておこう。外為相場の変動を説明する上での PPP は、通貨の対外的な相対価値を問題にする性質上、非貿易財・サービスを多く含む消費者物価指数は相応しくない<sup>4</sup>。一方で、対象となる 2 国の輸出物価指数も、例えば米国と日本では輸出の品目構成に大きな相違があることを考慮すると問題が多い。また幸村・井上(2011)は日本の輸出物価指数と輸入物価指数を使用してドル円の PPP を算出しているが、日本の貿易が米国以外の相手国と多岐にわたっていることを考えると、日本の輸出入物価指数で日米 2 国間のドル円相場を評価する PPP を算出することには疑問がある。実際、それで算出された PPP と名目相場の乖離の趨勢的な拡大が見られる。

要するに PPP を計測する完全な物価指数はないのだが、貿易財を多く含み、日米の先進国としての産業構造の類似性を勘案すると比較的共通品目が多いと考えられる日本の企業物価指数と米国の生産者物価指数を使用するのが選択肢の中では妥当であると考えている。実際、名目相場との乖離も小さい。

### 実質相場指数の平均回帰

さらにもうひとつの検証法を行ってみよう。RER を起点時点を 100 として指数化した実質相場指数（real exchange rate index、以下 RERI と記載する）は、以下の通り、名目相場の PPP からの乖離度を指数化したものに他ならない。したがって、**長期的に名目相場が PPP からの乖離と回帰を繰り返しながらも PPP の水準に収束するならば、RERI は自らの長期的な平均値に回帰するはずである（RERI の平均回帰）**。図表 2 は 1973 年以降のドル円の名目相場と RERI をグラフ化したものである。

RER は次のように定義される。

$$RER = \text{名目相場} \times P_f / P_d$$

これを起点時点を 100 とした指数にするために、起点時の名目相場（a）で除する。

$$RERI \text{ (実質相場指数)} = (\text{名目相場} / a) \times P_f / P_d \times \text{相場}$$

$$PPP = a \times P_d / P_f \text{ であるので}$$

$$RERI = \text{名目相場} / PPP \times 100$$

<sup>4</sup> 国際決済銀行（BIS）（ならびに円については日銀）が公表している各国の実質実効相場指数は消費者物価指数で算出されている。これは多くの途上国、新興国には消費者物価指数以外の物価指数が整備されていない事情を考慮したものであろうが、通貨の対外的な価値として為替相場の過少・過大評価などを考える場合の参照値としてはあまり相応しくないであろう。

計算式から明らかなように PPP は特定時点を起点として計算されるため、その水準も時系列の形状（グラフにした時の形状）も起点を変えると大きく変わってしまう（起点依存）。しかし名目相場の PPP からの乖離率で計算される RERI に変換し、かつその長期的な平均値からの乖離率に定常性が確認できるならば、名目相場は PPP からの乖離と回帰を繰り返しながらも長期では PPP に収束すると判断できる。

ただし実際に計測される物価指数が PPP を計測する上で理想的である保証はない。むしろ過小評価や過大評価の可能性をはらむものであり、その過少・過大のバイアスが中長期で累積する可能性もある。そこで実質相場指数の全期間平均値ではなく、線形近似式からの乖離度を計測してその定常性を計測した<sup>5</sup>。

その結果は、やはり単位根を有する（非定常である）という帰無仮説が成り立つ確率が 0.1678 と微妙なものとなった（前述の PPP と同様の単位根検定を使用）。前述の検証法と近似した結果になったことは、計算プロセスが多少異なるものの、双方の検証法と同質性を考えれば当然のことであろう。

要するに、名目相場が長期的に PPP に収束するという仮説は、近似的には妥当しそうであるが、厳密には異なるかもしれない可能性が否定しきれない。M.P.Taylor(2010)が、過去の PPP の有効性を巡る研究結果が幾度も振れて来たを総括しているのも、こうした微妙な結果が出る状況が根底にあると言えるだろう。

### 3、米国株価と債券指数による投資パフォーマンスの検証

#### RERI の平均回帰を使った為替リスクのヘッジ手法の考案

以上の通り、RERI は長期的な平均値からの乖離と回帰を繰り返しながらも全期間対象の線形近似線や全期間平均値に収束するという命題の検証は完全ではない。しかし少なくとも近似的にそれが成り立つとして、あるいはこの点について何かしらの補正を行うことを前提に、以下ではその平均回帰の性質を外貨ポートフォリオのヘッジ操作に利用するひとつの方法を提案し、その有効性を検証する。

外貨建て資産の為替リスクを為替先物取引でヘッジする取引は最も一般的に行われている手法である。その際、日本人投資家が円資金で米国に投資する場合は、ドル金利が円金利より高い場合がほとんどであるため、金利裁定原理によりドル円相場の先物レートはドル円の金利格差を反映してドルディスカウント（円プレミアム）になっている。例えばドル債券を先物取引で 100%ヘッジしたのでは、円債券とドル債券の金利格差は

---

<sup>5</sup> 1973 年以降のドル円相場の RERI については、RERI の全期間線形近似線はほぼ水平になり、全期間平均値とほぼ重なる。

ドルディスカウントのコストによって相殺されてしまう。

通常、外為市場では市場参加者間（特に銀行）の2通貨の資金の供給と需要のマッチングは為替スワップ取引で行われる。ところが、リーマンショック後の金融環境では銀行の自己資本比率を高める動きなどを背景に、ドル資金の供給者である米系銀行が日系銀行を含む非米系銀行への与信枠を制限する動きが一般化した。

その一方、日本での長期国債利回りのゼロ%誘導など金融緩和政策の下で、日本の機関投資家はドル建てを中心に外債投資を増やし、その元本ヘッジに先物為替取引でのドル売り・円買いを行うニーズを増大させ（為替スワップ取引での直物でのドル買い・円売り、先物でのドル売り・円買いの増加）ている。こうした需給変化の結果、先物レートが金利格差以上にドルディスカウントになるという金利裁定価格からの乖離が生じ、先物取引でのドル売りヘッジコストが増加している。

服部（2017）はこのテーマに関する近年の研究論文をレビューし、金利裁定原理から乖離したドルディスカウント幅の拡大の要因として、主に銀行を対象としたリーマンショック以降の金融規制の強化が影響していることが実務家と研究者のコンセンサスだと述べている。

こうした状況下、先物取引でフルヘッジするのではなく、ヘッジコストを減少させながらドル建てポートフォリオの投資パフォーマンス（リスク対比でのリターン）の向上を図る工夫が求められる。

図表3の通り、ドル円のRERIは長期的な平均値（図表3では1973年を起点にした各時点までの平均値と15年移動平均値の2つを表示した）からドル安、ドル高の双方への乖離と回帰を繰り返している。

RERIが相対的に低い通貨、あるいはRERIが低い局面で買うことで、投資のパフォーマンスを上げる投資戦略については、これまでも複数の研究があり、例えば Menkhoff et.al. (2016) は主要先進国と新興国の対ドルの22の通貨ペアについて、1970年から2014年までの四半期データに基づき、低RERに投資することがリスク対比の投資パフォーマンス（Sharp Ratio）を向上させることを検証している<sup>6</sup>。

そこでRERIの長期的な平均値からドル高に乖離した局面ではヘッジ率を上げ、逆にドル安に乖離した局面ではヘッジ率を下げることで、常時100%ヘッジの場合に比べてヘッジコストを削減し、長期にわたる投資パフォーマンスを上げることができるかどうか

---

<sup>6</sup> Menkhoff et.al. (2016) の特徴は、変数をRERのみでなく、生産性、輸出品質、対外純資産、GDPギャップなどファンダメンタルな変数も加えて回帰することで、純粋にRERの低さに起因する効果を抽出していることであろう。

か、その検証が本論の狙いであると同時に貢献である。

株や為替など変動する相場を対象に投資リターンを引き上げる（ある種の超過リターンの獲得を狙う）投資手法としては、代表的には①何かしらの平均回帰に基づく“Return Reverse”（あるいは“Contrarian”）、②トレンドに基づく“Momentum”、③割安銘柄、あるいは割安時に買う“Value”、の3カテゴリーに分類される。本論が試みるのは①と③の混合タイプと言えるだろう。

### RERIの長期平均値からの乖離率の分布

まず RERI の長期的な平均値としてどのような水準を求めるか。ここでは①変動相場制に移行した 1973 年 1 月を起点にした各時点までの平均値（以下「**1973 年 1 月起点平均値**」と記載）、②各時点の「**15 年移動平均値**」の 2 つを採用した。1973 年から現在（2017 年 12 月）まで対象期間全期間の平均値を使用しないのは、実際のヘッジ操作に利用できるのは過去から各時点までの平均値でしかないという実践上の観点からである。

ここで長期（15 年）の移動平均値を利用するメリットが期待できることを強調しておこう。既述の通り、どのような物価指数（ここでは日本は企業物価指数、米国は生産者物価指数）も PPP を計測する上で完全なものではなく、何かしらの過大評価や過小評価が生じ、かつそれが累積する可能性がある。その場合には、全期間平均値と実質相場指数の乖離の趨勢的な拡大を結果する。その点で長期移動平均値を使用すれば、平均値自体が緩やかに変動して水準調整するので、タイムラグを伴いながらも RERI はその長期的な移動平均値に必ず収束する。その結果、そうした趨勢的な乖離が生じることに對する補正が働く。

移動平均を計測する期間については 15 年とする。これは既述の通り、ドル高の山から谷までの平均期間の半分（半減期）が 4.1 年と長いことから、5~10 年ではやや短い一方で、20 年では長過ぎて物価指数に過大評価や過小評価が累積的に生じた場合に補正されるまでに時間がかかり過ぎるだろうとの大まかな判断に基づいている。

図表 4 は 1973 年 1 月起点平均値（対象データ：1983-2016）を基準に計測した RERI の乖離率の分布（1%刻み）であり、図表 5 は同様に 15 年移動平均値で計測した同乖離率の分布である。前者は計測した平均値が 10 年以上と十分に長期となる 1983 年から 2017 年までのデータを使用した。また後者は 15 年移動平均値を基準にするため対象データは 1988 年から 2017 年までとなる。

いずれの RERI の乖離率分布も正規性を満たしていない<sup>7</sup>。そこで分布の特定の理論モデルを使用せずに、累積分布グラフを作成し、その多項式の近似線を求めた。3次方程式で近似すると、いずれも決定係数 0.99 以上の高いレベルで近似できる(図表 6,7)。

この累積分布グラフの近似推計式の 0%から 100%までの変域の意味することは何か。RERI が基準平均値からドル安方向に大きく乖離した場合は最小値で 0%となり、それ以上の RERI の下落の確率がほぼゼロとなることを意味する。したがってヘッジ対象となるドル建て金融資産のドル売りヘッジ率を 0%まで下げるという判断が可能になる。

逆にドル高方向に大きく乖離した場合は最大値 100%となり、それ以上の RERI の上昇確率がほぼゼロであることを意味する。したがってドル売りヘッジ率を 100%まで上げるという判断に合理性がある。そして RERI が基準平均値と同じ水準にある場合は、RERI の上げ下げの確率が各 50%であることを意味するのでドル売りヘッジ率は 50%とする。

こうしたヘッジ率操作の投資パフォーマンスにもたらす効果は、第 1 に RERI が基準平均値を中心に上下動する限り、長期にわたる平均的なドル売り持高は 50%となり、常時 100%ヘッジの場合に比べてドルディスカウントから生じるヘッジコストを 50%に削減できることだ。この点は、乖離率の基準に長期移動平均値を使用する限り必ず実現される。しかし 1973 年 1 月起点の各時点平均値を基準にした場合は RERI が平均値に収束する完全な保証はなく、既述の通り趨勢的な乖離が生じる可能性が完全には排除できない。

第 2 の効果はヘッジ操作による為替売買益の累積である。RERI を指標としてヘッジ操作のためにドル円の売買を行うのだが、もちろん売買対象はあくまでも名目相場(市場の直物レート)である。しかし名目相場と RERI の変動の間に高い正の相関関係があれば、ヘッジ操作による売買益を実現できる可能性がある。

この点について月次データの前月比で計測すると RERI の変化と名目相場の変化の関係性には正の相関性があり、決定係数で 0.9248 (期間: 1973 年 1 月~2017 年 12 月)と極めて高い。前年同月比のデータでも決定係数 0.8925 と非常に高い。これはインフレ率の変化が為替相場の変化に比較してはるかに緩やかであることから生じる当然の結果である。実際に売買益が生じ投資パフォーマンスが上がるかどうかは、ヘッジ操作に

---

<sup>7</sup> 詳細は省略するが、分布の正規性の検証には、①歪度によるダゴスティエーノ検定、②尖度によるダゴスティエーノ検定、③歪度と尖度によるオムニバス検定、④コルモゴロフ・スミルノフ検定、⑤シャピロ・ウィルク検定を使い、いずれも正規分布であるという帰無仮説はほぼ棄却された。もっとも、日次、あるいは月次のデータを使った名目為替相場の変動分布も同じ程度に正規性を満たしていない。

leads & lags を加えたケースとして検証する。

### 対象となるドル建て金融資産のポートフォリオの想定

本論ではヘッジ対象となるドル建て金融資産として、S&P500 に連動する株式投資と米国長期債投資の各 50% から成るポートフォリオを想定する。具体的には米国長期債投資については S&P U.S. Treasury Bond 7-10 Year Index（以下「S&P 米国債投資指数」と記す）を使用する<sup>8</sup>。これは利息再投資ベースで 1989 年 12 月から算出されている。株式投資については株価指数 S&P500 指数を使って、やはり配当再投資ベースで筆者が算出したものを使用する。対象期間の起点は債券投資指数の計算開始時点である 1989 年 12 月で、終点は 2017 年 12 月である。

さらに多くの機関投資家が一般に行っているポートフォリオのリバランスを想定しよう。具体的には株式と債券投資の比率を 50 : 50 でスタートして、毎年 12 月末にその時の時価で比率を 50:50 に調整することを繰り返すとする。図表 8 に①S&P500 指数のみ、②S&P 米国債投資指数のみ、③双方 50:50 の比率でスタート、リバランス無し、④ 50:50 の比率でスタート、リバランス有りの 4 通りの時価資産額の推移を示した（ドル建て）。また図表 9 に 4 つのケースの投資パフォーマンスを記載した<sup>9</sup>。

図表 9 が示す通り、リバランスによる投資リターンの向上は年率 0.5% に及び、リスク対比の投資パフォーマンスを示す Sharp Ratio も 0.657 から 0.773 に顕著に向上する。ポートフォリオのリバランスを行うというのは、価格が上がった保有銘柄（あるいはセクター）を売り、下がった保有銘柄（あるいはセクター）を買う一種の逆張り投資戦略（contrarian strategy、あるいは return reversal と呼ばれる）が有効であることを意味し、市場の効率性にはほころびがある（完全ではない）ことを含意している。

本論では上記のリバランスを前提としたドル建てポートフォリオを対象に為替のヘッジ効果を加えて、円換算の投資パフォーマンスを計測する。

### ヘッジ手法の相違による投資パフォーマンスの検証

まず比較参照基準として、①為替ヘッジ無し、②為替ヘッジ 100%、③為替ヘッジ 50% の 3 種のポートフォリオの投資パフォーマンス（円換算）を計測しよう。①為替ヘッジ

<sup>8</sup> 当該データは S&P Dow Jones Indices のサイトで過去 10 年分が無償で公開されているが、同社のご厚意で算出起点時点まで遡ったデータを頂戴した。

<sup>9</sup> リスクの計測法は、月次の変化率データで計算した標準偏差に 12 の平方根をかけて年率にしたもので、本論を通じて同様である。

なしの場合は、毎月末のドル建て時価総額を月末の為替相場（日銀公表月末東京市場午後5時時点ドル円相場）で円換算にするだけである。②為替ヘッジ100%の場合は、元本100%ヘッジでスタートし、ヘッジのドル売り持高は毎月末に1カ月の為替スワップでロールオーバーする。直先スプレッドはマーケットレート（データ：Bloomberg）を使用する。またドル建ての時価総額の増減に合わせて毎月末に時価総額に対するヘッジ率が100%になるようにドル売り残高を月末相場で売買調整する。その結果生じるドルの売買損益を含んだ為替持高（ドルショート）と、そのキャリーによる損益（ドルディスカウントの場合は直先物スプレッド分のキャリーコスト）の累計を円換算時価に加算する。③50%ヘッジは同様の操作を50%の比率で行い、その損益を円換算時価に加算することになる。

本論で提示するヘッジ手法の第1は、まず**1973年1月起点平均値**を基準にしたRERIの乖離率の累積相対度数の近似式から求めたヘッジ率（「**基準ヘッジ率**」と呼ぶ）を使用し、RERIの上下動に合わせて毎月末に基準ヘッジ率通りになるようにヘッジ持高の売買調整を行うものである。また**15年移動平均値**を基準に全く同様の試算を行う。この2つを「**基準ヘッジ率操作**」と呼ぶことにしよう。ヘッジ調整で生じる為替売買、並びにドル売り持高のキャリー損益の計算法は100%と50%の固定ヘッジ率の場合と全く同様である。

ヘッジ手法の第2はヘッジの leads & lags（以下L&Lと記載する）を働かして、投資リターンの向上を狙うもので、月末に一回判断するヘッジ操作のルールは以下の通りである。

#### **L&Lのヘッジ操作ルール：**

- ① 投資の起点（1989年12月）では基準ヘッジ率通りのヘッジ率でスタートする。
- ② RERIがレンジの下方（1シグマと1/2シグマの2通りケース）を上から下に抜ける場合はヘッジ率を基準ヘッジ率まで下げる（＝ドル売り持高を減らす）。
- ③ RERIがレンジの下方以下にとどまる限り、基準ヘッジ率がさらに下がった場合のみヘッジ率を下げる（最小ヘッジ率0%）。
- ④ RERIがレンジの上方（1シグマと1/2シグマの2通りケース）を下から上に抜ける場合はヘッジ率を基準ヘッジ率まで上げる（＝ドル売り持高を増やす）。
- ⑤ RERIがレンジの上方以上にとどまる限り、基準ヘッジ率がさらに上がった場合のみヘッジ率を上げる（最大ヘッジ率100%）。
- ⑥ レンジ内ではヘッジ操作はしない。

L&L のヘッジ調整を発動する一定幅としては、RERI の乖離率について各時点での直近 15 年間について計測した標準偏差を求め<sup>10</sup>、1 シグマの乖離で発動するケース、1/2 シグマの乖離で発動するケースの 2 つを検証する。

この結果どのようなヘッジ操作になるか、図表 10、11 に示した。まず図表 10 は **1973 年 1 月起点平均値**に基づくもので、ヘッジの L&L が発動される上方と下方の水準を示した。幅の広い黄色の破線が示すのが 1 シグマのレンジ、幅の狭い赤い破線が 1/2 シグマのレンジである。

図表 11 は緑の線が示すのが基準ヘッジ率の推移であり、黄色線は 1 シグマの乖離率に基づく L&L ヘッジ率操作である。この場合、28.7%のヘッジ率でスタートし、その後しばらくレンジの下方以下に下がるので、基準ヘッジ率が下がるたびにヘッジ率を下げる（ドルを買い戻す）。その結果、ヘッジ操作は黄色線が示す階段状のものとなる。同様に赤色線は 1/2 シグマの乖離率に基づく L&L ヘッジ操作である（黄と赤の重なっている部分は赤色になっている）。

全く同様に図表 12 は **15 年移動平均値**を基準にした場合の 1 シグマと 1/2 シグマのレンジである。図表 13 はその基準ヘッジ率の推移と、そのレンジに基づいて L&L を行った場合のヘッジ率の推移である。

### 投資パフォーマンスの検証結果

以上のヘッジ操作の結果をまとめたのが図表 14 である。要点は以下の通り。

- ① 固定ヘッジ率の 3 通りでは、リターンではヘッジ無しのケースが最も高く (6.81%)、シャープレシオでは常時 50%ヘッジが最も高い (0.501)。
- ② 変動ヘッジ率その 1 (1973 年 1 月起点平均値基準) とその 2 (15 年移動平均値基準) の各 3 ケースを比べると、3 ケースともその 2 (15 年移動平均値基準) をシャープレシオで上回っている。
- ③ 固定ヘッジ率と変動ヘッジ率その 2 を比べると、各 3 ケースとも後者がシャープレシオで上回っている。
- ④ 全 9 ケースで最もシャープレシオが高いのは、変動ヘッジ率その 2 の 1/2 シグマベース L&L ヘッジ操作であり (0.560)、リターンでも見てもヘッジ無しケースに次ぐ水準 (6.50%) であり、常時 100%ヘッジ率のリターン (5.57%) を年率 0.93%も上回る。

---

<sup>10</sup> ただし 1973 年 1 月起点平均値基準の場合は、起点から 10 年以上の平均値からの乖離率が得られるのは 1983 年 1 月からであり、また 15 年移動平均値基準の場合は 1988 年 1 月からであるため、それ以前の乖離率については各時点で最長の平均値を基準に求め、それを対象に標準偏差 (各時点過去 15 年) を計算した。

さらに以下の点に注意しておこう。まず、常時 50%ヘッジと 2 つの変動ヘッジ率の基準ヘッジ率操作は、リスク、リターン、シャープレシオとも非常に近似している。これは図表 14 の右端に記載した全期間平均ヘッジ率が近似している結果でもある。なぜなら変動ヘッジ率操作の場合でも基準ヘッジ率操作のケースは、ヘッジを下げる期間と上げる期間がほぼ均等なので全期間平均ヘッジ率は 50%に近づく。しかもヘッジ率の操作は L&L をせず、相場動向に完全に中立であるため為替売買損益が累積することもないからであろう。

また固定ヘッジ率の 3 ケースと変動ヘッジ率その 2 の 3 ケースのリスク・リターンの分布を示したのが図表 15 である。固定ヘッジ率のケースに比べて左上方に分布しており、投資パフォーマンスの向上が確認できる。

変動ヘッジ率の場合、1 シグマベースでは図表 11 と 13 が示す通り、ヘッジ調整の頻度が非常に粗くなり、低ヘッジ状態、あるいは高ヘッジ状態の期間が非常に長くなる。一方 1/2 ヘッジの方はヘッジ調整がより頻繁になるので、より安定的な投資パフォーマンスの向上につながっているように思われる。特に 15 年移動平均基準を使った 1/2 シグマベースの L&L ヘッジ操作の場合は、図表 13 が示す通り、対象期間 28 年間の内、ドル売りヘッジ率の引き上げ局面とヘッジ率引き下げ局面がそれぞれ 3 回、計 6 回あり、そのサイクルは平均 4.7 年であり、変動相場制移行後の RERI の平均値からの乖離の山と谷の半分の期間(半減期)の 4.1 年にほぼ近い。すなわち、市場の大局的なドル高・ドル安の波を捉えながら L&L をすることに成功していると言えよう。

最後に最も投資パフォーマンスの高い (a) 1/2 シグマベースの L&L ヘッジ操作 (15 年移動平均基準) と (b) 常時 50%ヘッジを比較すると、全期間ベースでは年率リターンで 0.26% 上回り、リスクでは 0.42% 下回る。この差が有意な水準であることを検証しておこう。

その場合に問題になるのは検証対象にするデータのタイムスパンである。まずリターン格差の検証では、①前月比、②前年同月比、③5 年前比、④7 年前比のリターンについて t 検定、並びに welch 手法の検定を行うと、有意水準 0.05 で帰無仮説  $a=b$  が棄却され、有意に  $a>b$  が成り立つのは、③5 年前比からであり (観測値ベースのみ有意)、④7 年前比では観測値とランク化ベースの双方で有意判定となる (図表 15)。つまり双方のリターン格差が明瞭になるのは、5 年前後以上の中長期のタイムスパンにおいてである<sup>11</sup>。

---

<sup>11</sup> 2 標本の母平均の差の検定を行う際、2 標本が等分散ではないとは言えない場合は t 検定、等分散ではな

一方、リスク（月次変化率の年率換算標準偏差）については、標準偏差の計測期間を①1年間、②5年間の2通りで計測すると、有意水準 0.05 で  $a < b$  が成り立つことがわかった（図表 16）<sup>12</sup>。

### 投資パフォーマンス向上の原因

RERI の 15 年移動平均値からの乖離率に基づいた L&L を伴うヘッジ率操作で投資リターンが上がる理由を確認しておこう。比較として最も投資パフォーマンスの高かった 1/2 シグマベース L&L ヘッジ操作（15 年移動平均値基準）（図表 17）と常時 100%ヘッジベース（図表 18）の為替評価損益の内訳と推移を図示した。

起点時の投資額 100 ドル当りの円価評価損益として表示しているが、まず青で示したヘッジによる為替評価損益（除くキャリー損益）が L&L ヘッジ操作の場合、当初はドル相場が下がる過程でヘッジ率の低下（ドル売り持高の買戻し）をしているため評価益が常時 100%ヘッジの場合に比べて小さいが、その後、次第に評価益を増やし常時 100%ヘッジを凌駕（りょうが）している。これは RERI の乖離率を基準にしたヘッジの売買操作で “buying low, selling high” が実現し、為替売買益を累積させている結果である。

次にドル売りヘッジ持高のキャリーコスト（損）は、1/2 シグマベース L&L ヘッジ操作は常時 100%ヘッジの 70.2%に削減されている（2017 年 12 月末時点）。これは想定された通り、ドル売りヘッジ率を変動させることでキャリーする平均ドル売り持高が小さくなっている結果である。

また、2007 年から 2009 年にかけて米国の金融危機という非常にクリティカルな局面におけるヘッジ効果について、1/2 シグマベース L&L ヘッジ操作（15 年移動平均値基準）とヘッジ無しの場合を比べると、ヘッジ無しの場合はポートフォリオ時価総額で 2007 年 6 月のピークから 2009 年 3 月の底値まで 32.1%もの円換算資産価値の減少を起こしているが、L&L ヘッジ操作の場合では同期間の減少幅は 18.3%にとどまっている。これはもちろん、危機前に RERI の上昇が起こり、ヘッジ率が 100%に達していたことで、危機時のドル安・円高による為替損を回避できた結果である。

この 2007-2008 年の米国の危機の局面では、米国の金融危機と景気後退による米国株価の下落に、円相場のやや特異な性質で生じた急激なドル安・円高が日本の投資家層の対米ポートフォリオの評価損増加に拍車をかけた。すなわち円相場は、信用の拡大や投

---

いと言える場合は welch の t 検定が有効と言われている。

<sup>12</sup> 「観測値」は入力されたデータから算出された値、「ランク化」は入力されたデータに順位付けしたもののから算出された値。

資家のリスク許容度が上昇する世界的な好況期には、その恒常的な超低金利の故に円売りキャリートレードなどの対象として円ショート持高が積み上がることで円安（ドル高）になる。ところが、逆に景気後退・信用収縮期には投資家層のリスクポジションの縮小が起こり、そうした円ショート持高の巻き戻し（円買い）で急騰する傾向が長期にわたって繰り返されていることが知られている（竹中・佐久間（2013）竹中（2016））。

今後とも危機時、あるいは景気後退時の円高局面での対外ポートフォリオの為替リスクヘッジの巧拙は、日本の投資家層の投資パフォーマンスを左右する大きな要因となるだろう。

## 結論

本論は RERI の平均回帰の性質を利用した外貨（米ドル）建てポートフォリオの為替相場リスクの効果的なヘッジ手法の提示を試みた。RERI が回帰する長期的な平均値として、①1973 年 1 月起点の各時点平均値、②各時点の 15 年移動平均値の 2 通りについて、またヘッジ操作の手法としては、①RERI の乖離率の累積相対度数から算出した基準ヘッジ率通りの操作、②平均値からの 1 シグマベース乖離で発動する L&L ヘッジ操作、③同 1/2 シグマベースの L&L ヘッジ操作のケースに分けて検証した。

1989 年 12 月から 2017 年 12 月の期間を対象に米国株価指数 S&P500 に連動する投資と米国債 7-10 年に対する投資（S&P 米国債投資指数）を 50 : 50 の比率で毎年 12 月にリバランスするドル建てポートフォリオを対象に上記の為替ヘッジ手法を適用した。

投資パフォーマンスを対比する参考基準として、ヘッジ無し、常時 100%ヘッジ、常時 50%ヘッジの 3 通りと比較したところ、15 年移動平均値基準のヘッジ操作の 3 通りのケースで、シャープレシオの向上が見られた。とりわけ 1/2 シグマベースの L&L ヘッジ操作でシャープレシオが目立った向上が見られ、検証した 9 通りのケースで最も高い結果となった。

この検証結果は、外貨金融資産の為替リスクで過去度々大きな損失を計上し、また近年の先物取引でのヘッジコストの金利格差を上回る水準への上昇に苦戦する日本の投資家にとって有望なものだと筆者は考える。

ただし今回の結果がどこまで一般化できるかについては、以下の理由でさらなる検証が必要であろう。その理由は、第 1 に対象がドル円相場に限定されており、日本の投資家の視点からは、ユーロ円をはじめとする複数の主要先進国通貨（英国ポンド、カナダドル、オーストラリアドルなど）にも適用可能か、さらには主要諸通貨の対ドル相場で

適用が可能かなど対象通貨拡大して検証する必要がある。なお、先物為替市場の未発達な途上国、新興国通貨には本件ヘッジ手法は使えない。

第2に本論の提示するヘッジ操作による投資パフォーマンスの向上は、基準として採用する移動平均値の期間、L&Lを発動するRERIの乖離率のレンジ設定などに依存しており、他通貨ペアでも同様の設定で投資パフォーマンスが向上するかどうかは未検証である。

さらに言うならば、ドル円についても投資パフォーマンスの向上は、あくまでも対象期間とした過去の相場データに基づくものであり、将来にわたって同じ条件設定で向上が実現できるかどうかは保証されているわけではない。しかしこの点は、投資という将来の不確実性の中で何かしらの予想、あるいは想定に基づいて行われる営みが原理的に避けることのできない不確実性であろう。

以上

## 引用文献

Mark P. Taylor, “Chapter 1, Real exchange rates and Purchasing Power Parity: mean-reversion in economic thought,” “Purchasing Power Parity and Real Exchange Rates”, Routledge, 523/8595 of kindle version, 2010

Lukas Menkhoff, Lucio Sarno, Maik Schemeling, Andreas Schrimpf, “Currency Value” The Review of Financial Studies, 416-441, 2016

Rogoff K. “The Purchasing Power Parity Puzzle”, Journal of Economic Literature 34, 647-668, 1996

国際通貨研究所編「マネーの動きで読み解く為替相場の実際」第2章第2節、PHP研究所、2007年

国際通貨研究所・竹中正治編「これから10年外国為替はこう動く」第1章第1節、及び第3節 PHP研究所、2009年

竹中正治、佐久間浩司「2000年代の金融危機と外為相場の変動」（公益財団法人）国際通貨研究所、国際経済金融論考、2013年第2号

竹中正治「株安・円高の呪縛が解ける日」トムソン・ロイター・コラム、2016年

服部孝洋「ドル調達コストの高まりとカバー付き金利平価」「シリーズ日本経済を考える」56-63、財政総合研究所、2017年

幸村千佳良、井上智夫「円レートの購買力平価」成蹊大学経済学部論集、第42巻第1号、2011年

図表類

図表 1



公益財団法人 国際通貨研究所



データ: 消費者物価, 日本, 総務省, U.S. Department of Labor  
企業物価と輸出物価, 日銀, U.S. Department of Labor  
ドル円相場, 日銀

消費者物価PPP, 企業物価PPPは1973年基準,  
輸出物価PPPについては, 米国の現在の輸出物価指数が1973年まで連続して  
選定できないようになったため, 以前に選定できた期間にPPPと実勢相場との  
乖離が比較的小さい1990年を基準年として算出した。

[グラフの原データはこちら \(The original data of the chart is here.\)](#)

当資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり, 何らかの行動を勧誘するものではありません。ご利用に関しては, すべてお客様御自身でご判断下さいますよう, 宜しくお願い申し上げます。当資料は信頼できると思われる情報に基づいて作成されていますが, その正確性を保証するものではありません。内容は予告なしに変更することがありますので, 予めご了承下さい。また, 当資料は著作物であり, 著作権法により保護されています。全文または一部を転載する場合は出所を明記してください。

This file is intended only for information purposes and shall not be construed as solicitation to take any action. In taking any action, readers are requested to do so on the basis of their own judgment. This file is based on information believed to be reliable, but we do not guarantee its accuracy. The contents of this file may be revised without notice. This file is a literary work protected by the copyright act. No part of this file may be reproduced in any form without express statement of its source.

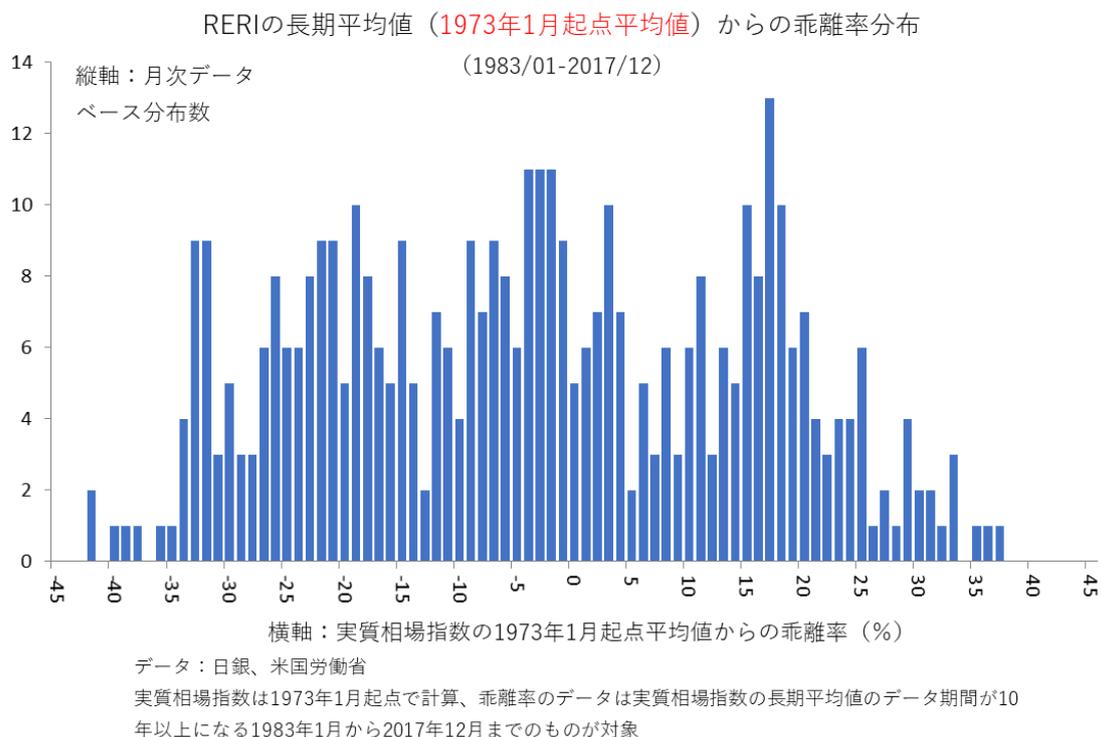
図表 2



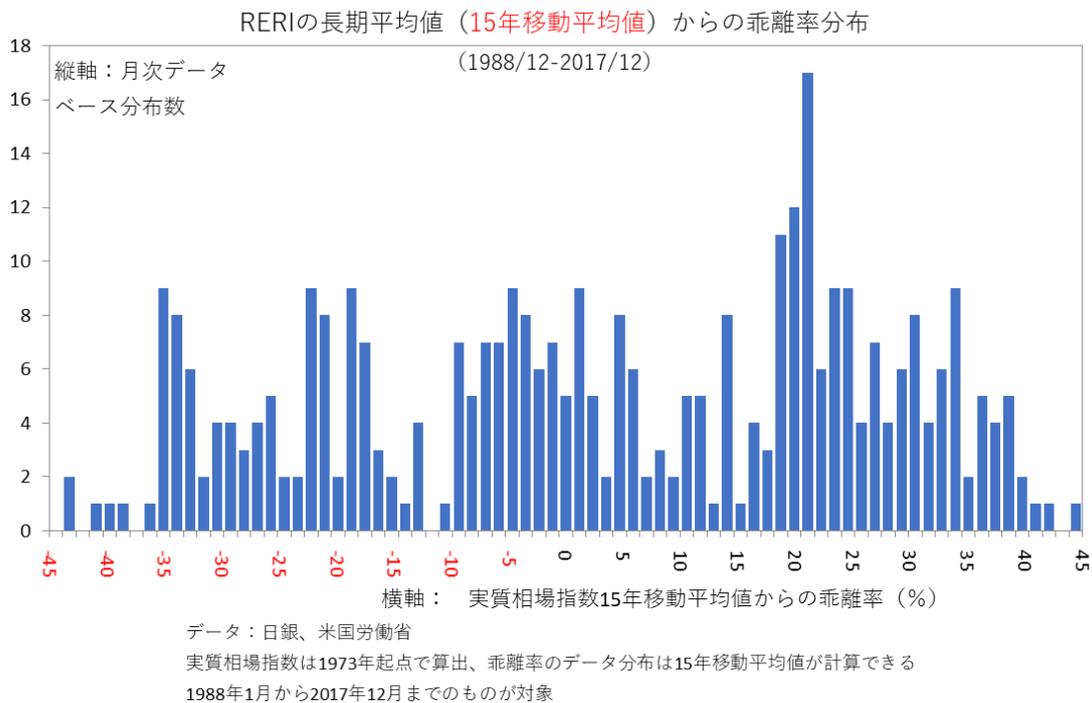
図表 3



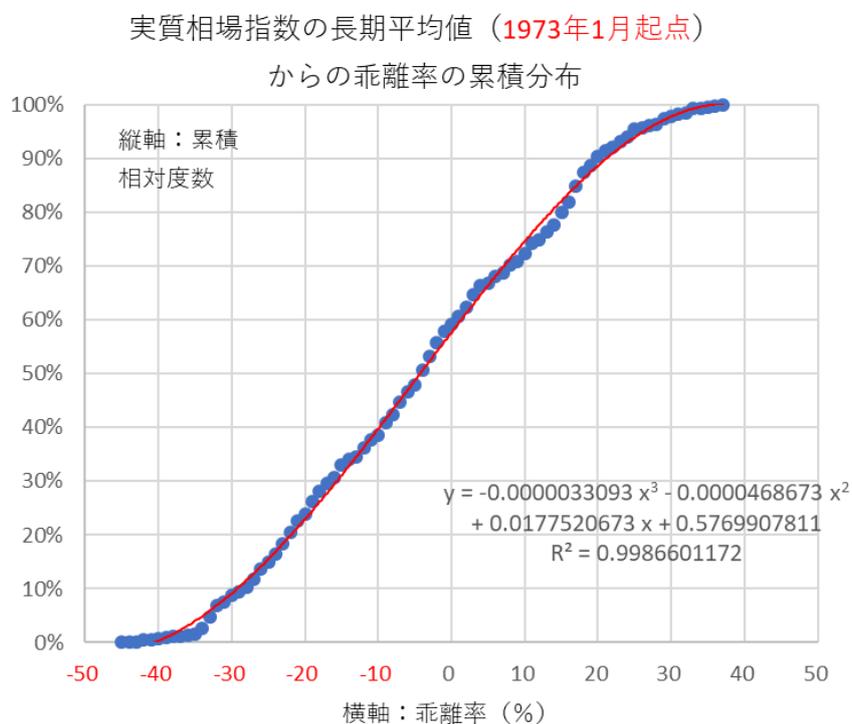
図表 4



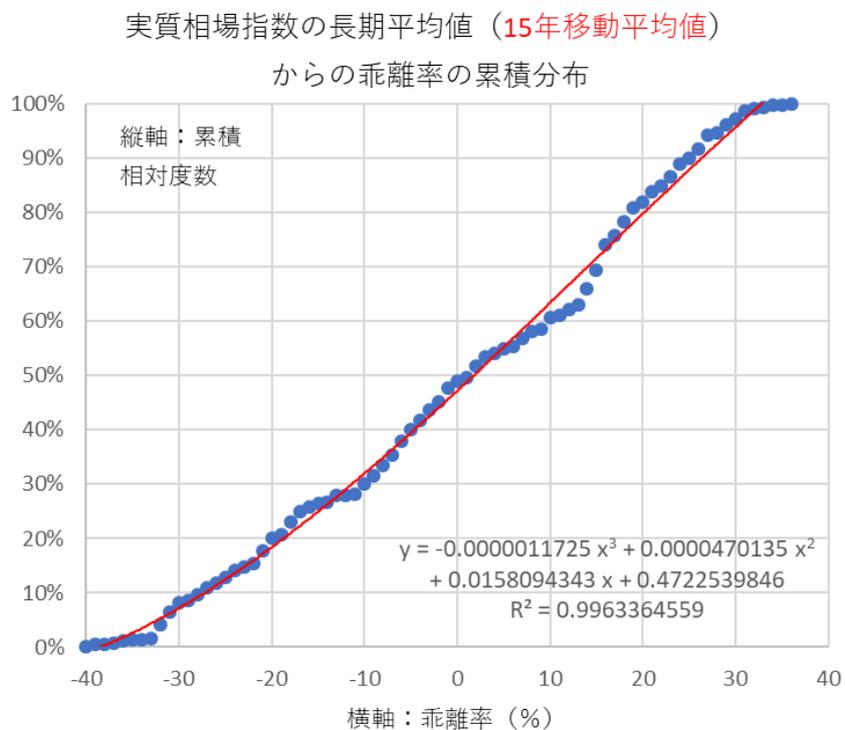
図表 5



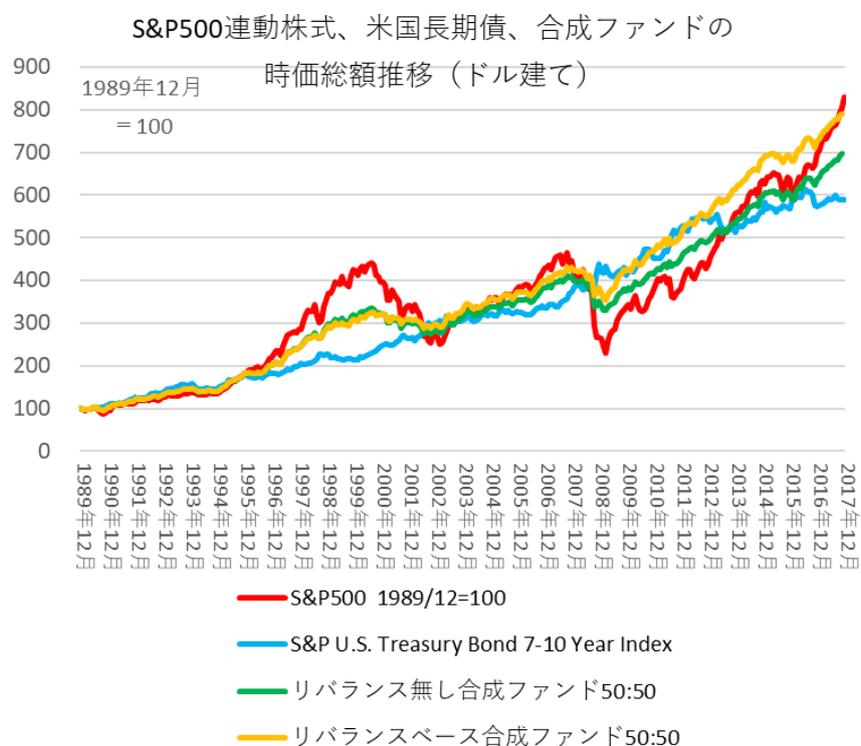
図表 6



図表 7



図表 8



データ：S&P U.S. Treasury Bond 7-10 IndexはS&P Dow Jones Indicesより提供を受けたもの。S&P500はONLINE DATA Robert Shiller, Yale Universityのサイトより得たデータにより筆者が算出。いずれも利息、配当は再投資ベース。

図表 9

各ポートフォリオの投資パフォーマンス

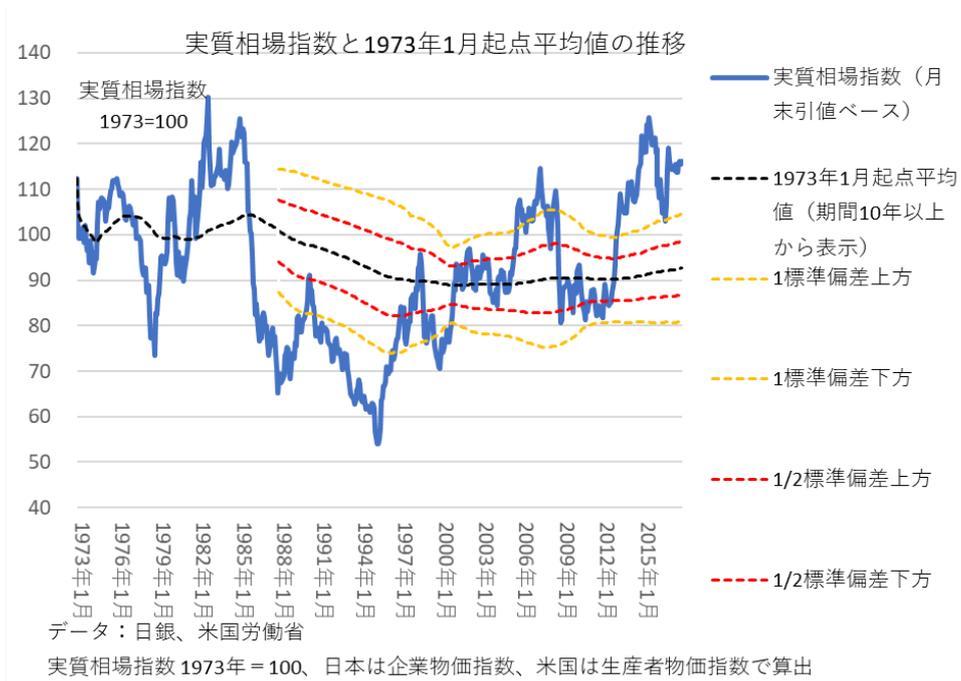
対象期間：1989/12-2017/12

年率(%)	S&P U.S. Treasury Bond 7-10 Year Index	S&P500 1989/12=100	合成ポートフォリオ (50:50)リバランス無	合成ポートフォリオ (50:50)リバランス有
リターン(a)	6.5	7.8	7.2	7.7
リスク(年率換算標準偏差)(b)	6.1	12.0	6.3	6.0
Sharp Ratio	0.562	0.394	0.657	0.773

1年物財務省証券平均利回り(c) 3.1 (%)

Sharp Ratio=(a-c)/b

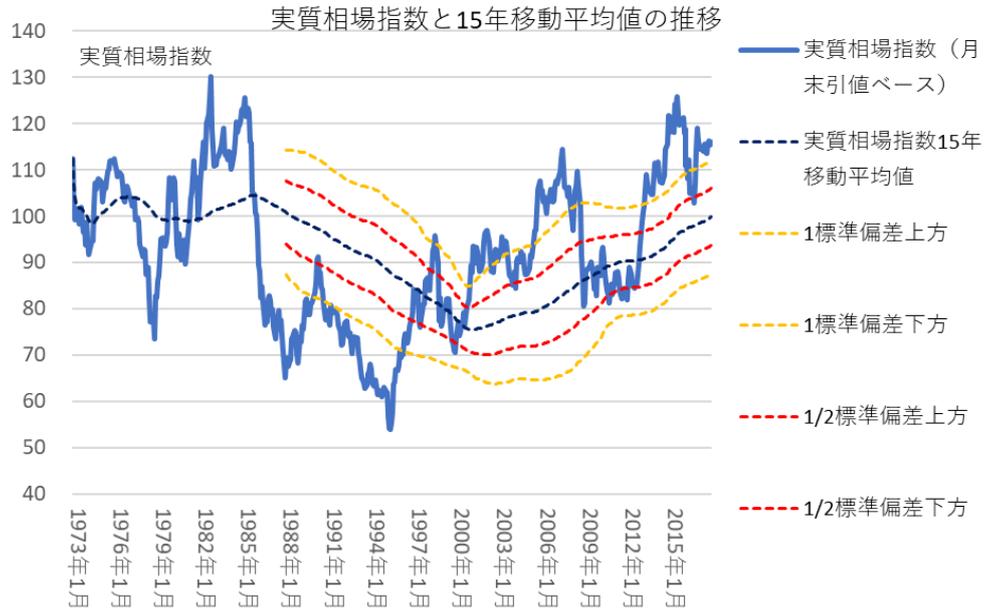
図表 10



図表 11

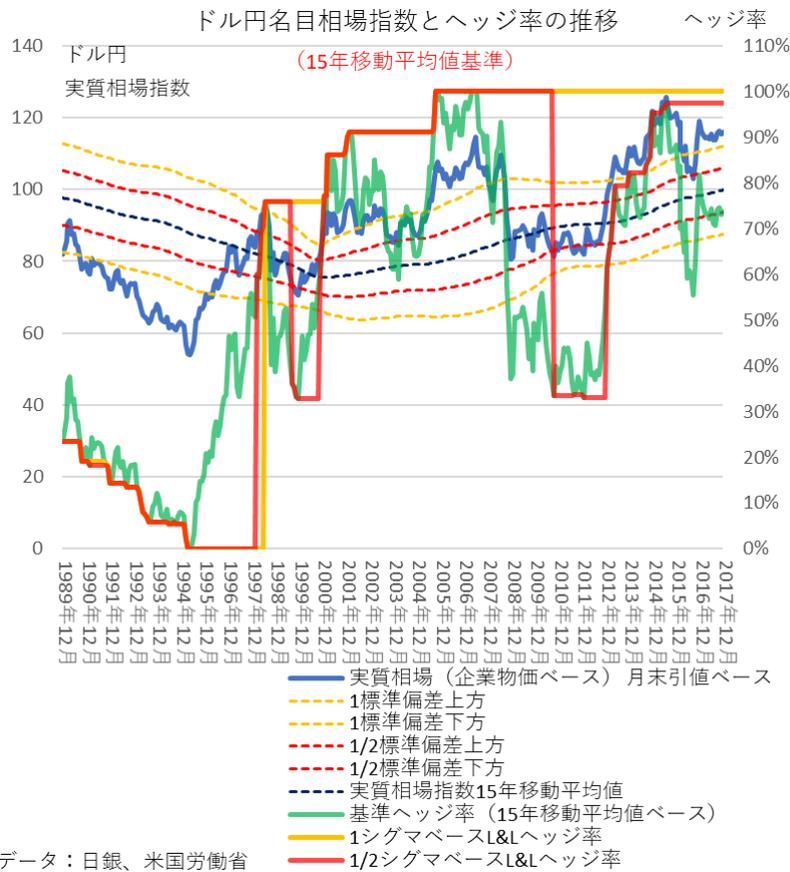


図表 12



実質相場指数 1973年 = 100、日本は企業物価指数、米国は生産者物価指数で算出

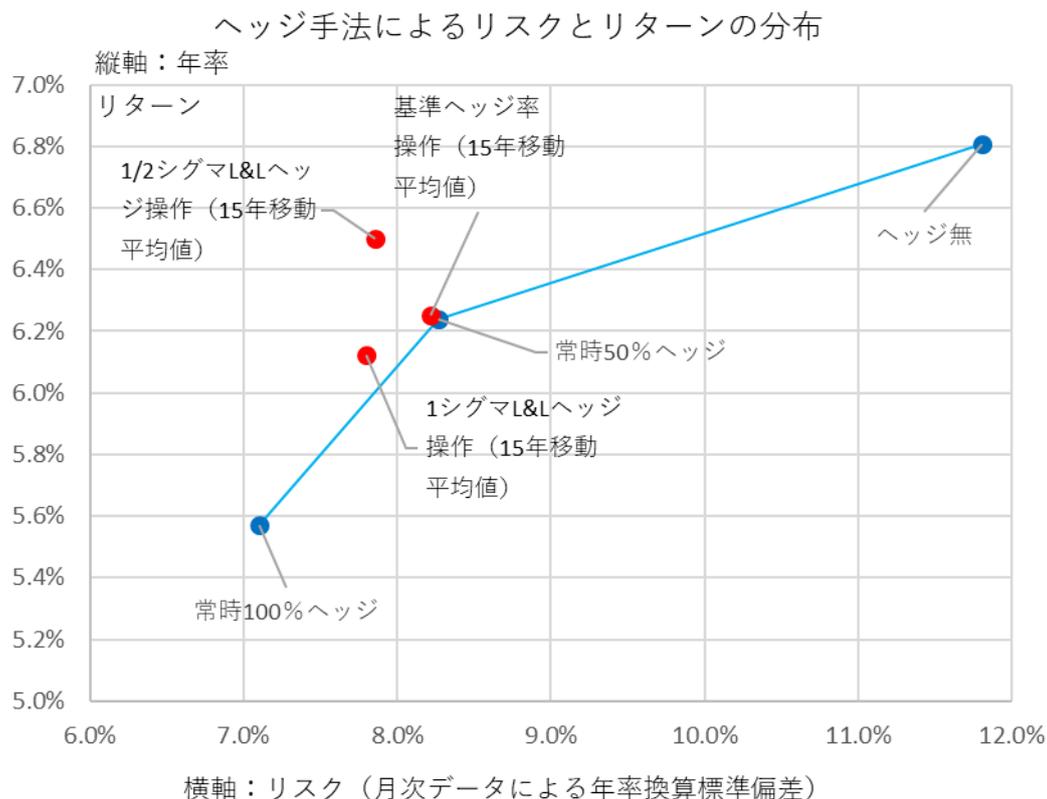
図表 13



図表 14

	期間：1989/12-2017/12	年率リターン	リスク（月次ベース年率換算標準偏差）	シャープレシオ	全期間平均ヘッジ率
固定ヘッジ率	ヘッジ無し	6.81%	11.80%	0.399	0.0%
	常時50%ヘッジ	6.24%	8.27%	0.501	50.0%
	常時100%ヘッジ	5.57%	7.10%	0.489	100.0%
変動ヘッジ率 その1	基準ヘッジ率操作（1973年からの各時点平均値基準）	6.21%	8.28%	0.497	53.6%
	1シグマベースL&Lヘッジ操作（1973年からの各時点平均値基準）	6.22%	9.37%	0.440	45.0%
	1/2シグマベースL&Lヘッジ操作（1973年からの各時点平均値基準）	6.33%	8.98%	0.471	47.8%
変動ヘッジ率 その2	基準ヘッジ率操作（15年移動平均値基準）	6.25%	8.22%	0.505	54.0%
	1シグマベースL&Lヘッジ操作（15年移動平均値基準）	6.12%	7.80%	0.516	68.1%
	1/2シグマベースL&Lヘッジ操作（15年移動平均値基準）	6.50%	7.85%	0.560	60.0%
無リスク資産利回り（10年物日本国債平均利回り） 2.1%					

図表 15



図表 16

リターンに関する有意差検定

母平均の差の検定(片側検定/対立仮説:  $a > b$ )

		前月比ベース			前年比ベース			5年前比ベース			7年前比ベース		
		統計量:t	自由度	P 値	統計量:t	自由度	P 値	統計量:t	自由度	P 値	統計量:t	自由度	P 値
観測値	t検定	0.0970	670	0.4614	0.4077	646	0.3418	1.8017	552	0.0361	2.9505	504	0.0017
	Welch手法	0.0970	668.2376	0.4614	0.4077	642	0.3418	1.8017	524	0.0361	2.9505	478	0.0017
ランク化	t検定	-0.5239	670	0.6997	-0.9291	646	0.8234	1.0185	552	0.1545	1.9362	504	0.0267
	Welch手法	-0.5239	669.1282	0.6997	-0.9291	646	0.8234	1.0185	551	0.1545	1.9362	495	0.0267

a: 1/2シグマベースL&Lヘッジ操作(15年移動平均値基準)

b: 常時50%ヘッジ

図表 17

リスクに関する有意差検定

母平均の差の検定(片側検定/対立仮説:  $a < b$ )

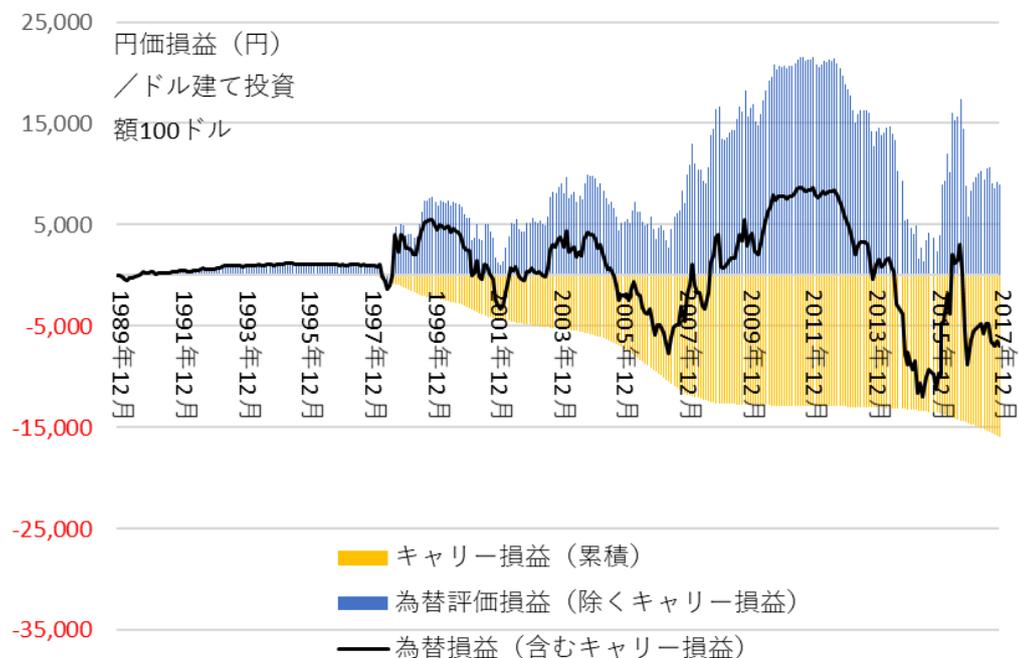
		期間1年ベース			期間5年ベース		
		統計量:t	自由度	P 値	統計量:t	自由度	P 値
観測値	t検定	2.7098	648	0.0035	3.8268	432	$p < 0.001$
	Welch手法	2.7098	647.6745	0.0035	3.8268	389	$p < 0.001$
ランク化	t検定	4.2270	648	$p < 0.001$	2.8808	432	0.0021
	Welch手法	4.2270	620.5727	$p < 0.001$	2.8808	418	0.0021

a: 1/2シグマベースL&Lヘッジ操作(15年移動平均値基準)

b: 常時50%ヘッジ

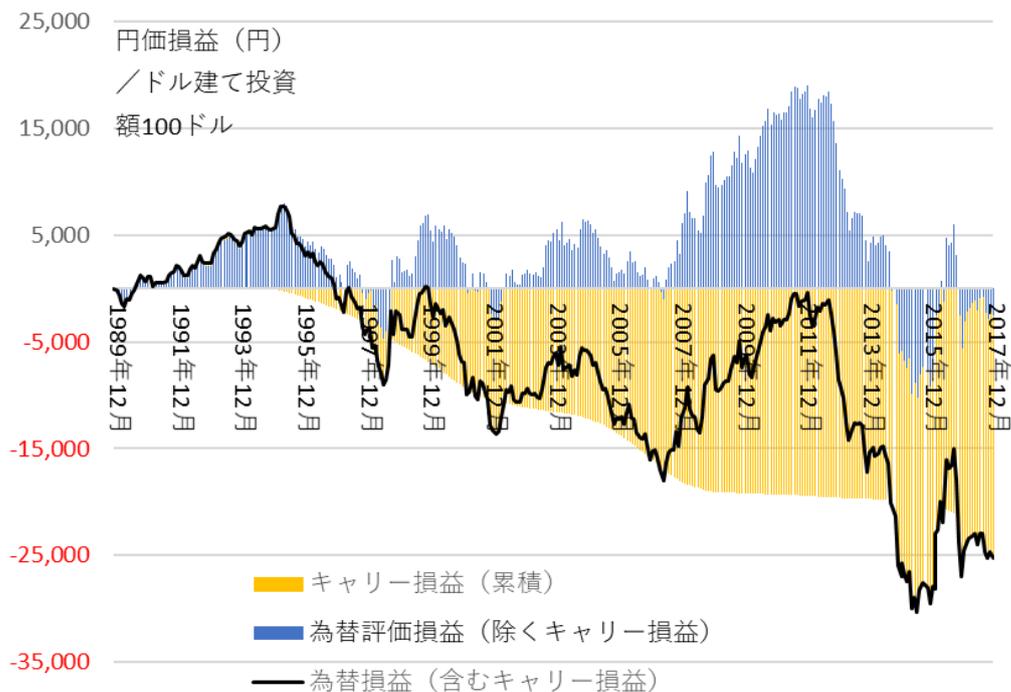
図表 18

1/2シグマベースL&Lヘッジ操作の為替評価損益推移  
(15年移動平均値基準)



図表 19

常時100%ヘッジの場合の為替評価損益推移



以上

当資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、何らかの行動を勧誘するものではありません。ご利用に関しては、すべてお客様御自身でご判断下さいますよう、宜しくお願い申し上げます。当資料は信頼できると思われる情報に基づいて作成されていますが、その正確性を保証するものではありません。内容は予告なしに変更することがありますので、予めご了承下さい。また、当資料は著作物であり、著作権法により保護されています。全文または一部を転載する場合は出所を明記してください。

Copyright 2018 Institute for International Monetary Affairs (公益財団法人 国際通貨研究所)

All rights reserved. Except for brief quotations embodied in articles and reviews, no part of this publication may be reproduced in any form or by any means, including photocopy, without permission from the Institute for International Monetary Affairs.

Address: 3-2, Nihombashi Hongokuchō 1-chōme, Chūō-ku, Tokyo 103-0021, Japan

Telephone: 81-3-3245-6934, Facsimile: 81-3-3231-5422

〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町 1-3-2

電話 : 03-3245-6934 (代) ファックス : 03-3231-5422

e-mail: [admin@iima.or.jp](mailto:admin@iima.or.jp)

URL: <https://www.iima.or.jp>