

金利ボラティリティによる投資戦略の検証

目次

- I. はじめに
- II. 金利ボラティリティの期間構造
- III. 先行研究の紹介
- IV. 分析方法
- V. パフォーマンス
- VI. 総括と課題

資産運用部 先端金融工学室 調査役 城川 寛明

I. はじめに

ここ数年の世界的な金利上昇は、長期にわたる低金利の恩恵を受けてきた債券投資戦略の再考を促す契機となった。特に、ボラティリティの上昇が金利予測を困難にする中、株式投資と比較して債券投資におけるファクター運用は依然として発展途上にある。このため、利用可能なファクターや戦略が限られており、多くの投資家が対応に苦慮している状況にある。

例えば、債券運用の基本戦略である、キャリー・ロールダウン戦略に着目し、その効果が高い高金利国の国債をロングし、逆に効果の低い低金利国の国債をショートする手法がよく用いられている。この戦略は、金利低下局面やイールドカーブの形状が不変である場合に、特に良好なパフォーマンスを示してきた。

しかし、米国をはじめ、世界的な金利上昇局面に入ったここ数年は、金利ボラティリティが上昇し高止まりする状況となり、イールドカーブ不変という前提も失われ、キャリー・ロールダウン効果が得にくい状況となっている。

一方で、最近の金利の高止まりやボラティリティの上昇は、新たな投資機会を創出する側面もある。そこで本稿では、最近注目されている金利ボラティリティを活用した投資戦略について紹介し、その検証を行う。対象とする戦略は、オプションを活用した金利ボラティリティのロング・ショート戦略であり、日米欧英のスワップ金利を対象に分析を行った。

II. 金利ボラティリティの期間構造

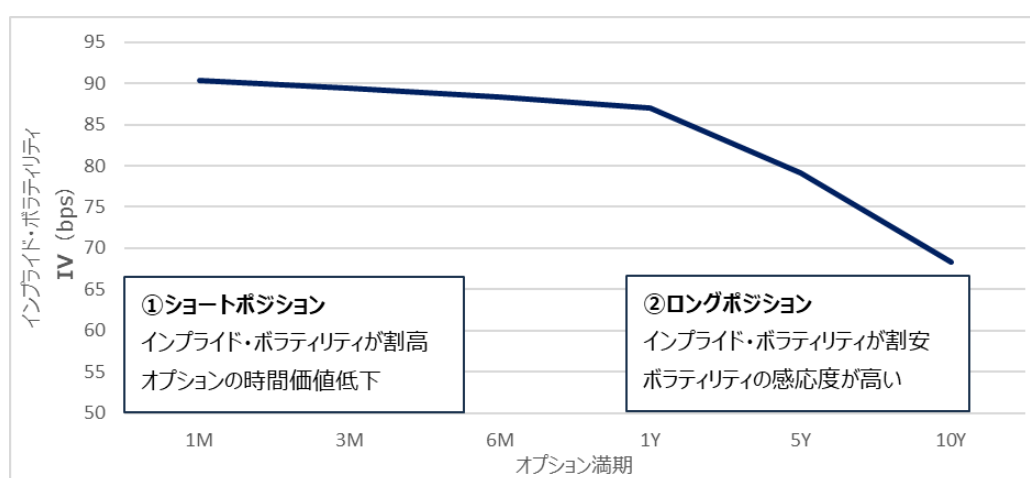
図表1は米金利インプライド・ボラティリティ(以下、IV)を示したものである。金利ボラティリティの水準とオプション満期の関係、すなわちIVの期間構造は、平常時では右肩下がりの構造になっている事がわかる。これは株式など、他の多くの資産とは異なるユニー

クな形状といえる。

この形状が示す短期ゾーンの IV の高さは、短期的な金利ボラティリティ・リスクに対する投資家のヘッジ需要の強さを反映している。一方で、金利の長期的な平均回帰性等から、オプション満期について、長期ゾーンのヘッジ需要は、短期ゾーン程強くはなく、それが図表 1 の横軸“10Y”など満期の長いゾーンの IV(≒オプション価格)の低さに表れている。

本戦略は、このような金利 IV 期間構造の形状に着目し、①金利オプションの満期の短いゾーンの割高な IV をショート、②長いゾーンの割安な IV をロングするポジションを取る¹。これらの戦略の考え方を簡単にまとめると次のようになる。

図表 1：米金利 IV の期間構造と戦略の狙い



(出所) Bloomberg より三菱 UFJ 信託銀行作成。

ノーマル・ボラティリティ(スワップション)、テナール 20 年、at-the-money。2006 年 12 月末～2025 年 1 月末、日次。

- ① 短期ゾーンのショートポジション・・・割高な IV、ボラティリティ・リスクを売却、またオプションの時間価値は満期が短い程下がりやすいのでその価値低下を収益化
- ② 長期ゾーンのロングポジション・・・オプションは満期が長いとボラティリティに対する価格感応度(ベガ)が高くなる。そこで低位で割安な長い満期の IV を購入して、金利変動時のショートポジションのドローダウン抑制を狙う

分析の結果、この戦略は安定したパフォーマンスとなる事が示された。またこの戦略は、従来のキャリーやモメンタムといった債券投資ファクターを補完する可能性もある点が実証されるとともに、イールドカーブの変動要因との相関が低い点も確認された。

以降、債券投資のボラティリティ活用について、その先行研究を簡単に触れる。そしてオプションの概要を説明した後、本戦略の具体的内容を分析結果について紹介する。

¹このロング・ショートポジションは フォワード・ボラティリティ・ロングポジションの複製の一種とも解釈できる。

Ⅲ. 先行研究の紹介

本稿で紹介するオプション戦略に関係がある先行研究を簡単に紹介する。まず、前述①の短い満期におけるオプション売却戦略は、債券投資に限らず、株式投資を中心に、多くの資産でも行われている。Bakshi and Kapadia (2003)は、米国株式指数オプションにおいて、そのIVが原資産の実現ボラティリティ(以下、RV)よりも高くなる傾向にある点を示した。これはボラティリティ・リスクプレミアムといわれ、多くのオプション売却戦略の根拠と認識されている。例えば、ストラドル²など、IV感応度の高いオプションのポジションを組んで、且つデルタ(オプションの原資産に対するリスク)ヘッジをすれば、原資産が大きく変動しない限り、オプション満期にかけてIVとRVの差で安定した収益が狙えるのである³。

オプション売却戦略は株式市場において、市場混乱期には大きなドロウダウンを経験しながらも、ヘッジ手法の精緻化や、満期の超短期化等々を通じて、リターン獲得のため日進月歩の変化を遂げている。一方、債券・金利市場に関しては、相対取引が多いために開示されたIVデータが十分に得られない等の課題を抱えながらも研究が進んでいる。Duyvesteyn and de Zwart (2015)は日米欧英のテナー10年のスワップションを対象に、オプション満期3ヵ月から1年までの様々な組合せでロング・ショート戦略のパフォーマンスを検証している。そこでは、デルタおよび、ガンマ(ジャンプ・リスク)のエクスポージャーを抑制した戦略(以後、デルタ・ガンマニュートラル戦略)のパフォーマンスが良好である点を示した。またオプション満期が短いストラドルは、長いものを比較して、ショートした際の投資効率が低い点を示した。なお、オプション取引および、スワップションの用語や詳細については次章以降で記す。

Duyvesteyn and de Zwart (2015)の研究は、オプション満期を最長で1年としていたが、Trolle and Schwartz (2014)は最長10年の満期までを対象とし、幅広いマネーネス⁴を考慮した上で、満期間の金利スワップのIVが図表1のように、下向きの関数であることを明らかにした。よって1年以上の満期におけるボラティリティ・リスクに対する保証が、それより短いゾーンよりも安価になる傾向がある。

この知見は、ロングサイドにおける1年以上の満期の延長が、ロング・ショート・スワップション・ストラドル戦略のリターンを向上させる可能性があることを示唆している。そこ

² オプション取引方法の一つ。同一の満期で、同一のストライクでコール、プットオプションを売却または購入する取引。また一般にヨーロッパ・オプションのベガ(ボラティリティ・リスク)はat-the-moneyで高くなるので、それを効率的に捕捉するため、本稿ではストラドルのストライクはat-the-moneyを前提とする。

³ デルタの原資産に対する感応度であるガンマ(ジャンプ・リスク)はショートポジションとなるので、株式指数が大きく変動するとリターンが大きく毀損する可能性がある。またデルタヘッジの巧拙も収益に影響する。

⁴ オプションにおける原資産の市場価格とストライクの関係性一般(本質的価値)を指す。特に即座に権利行使した場合に損失が出るout-of-the-moneyの状態は厳密なIV算出にとって重要となる。

で Shirokawa et al. (2025) は、米金利スワップションにおいて、ロングサイドの満期を 10 年まで延長し、対象テナーも最短 1 年から 20 年までに検証範囲を拡大した上で、様々な組合せのロング・ショート戦略のパフォーマンスを分析した。そこではテナーと満期の延長によって長期的なリターン水準が向上する点と、均等かつ固定でロング・ショートポジションを持つ戦略(均等ロング・ショート戦略)のパフォーマンスが良い点などを示した。

一方、前述の通り Duyvesteyn and de Zwart (2015) は、デルタ・ガンマニュートラル戦略(ボラティリティ・リスクを積極的に取る戦略)が 1990 年代後半から 2011 年まで良好なパフォーマンスを示したことを報告している。これに対し、Shirokawa et al. (2025) の研究では、均等ロング・ショート戦略が分析期間(2007 年～2024 年)において、デルタ・ガンマニュートラル戦略を上回る投資効率を示した。

この差異は、2007 年以降の金融緩和に伴う低金利環境と低ボラティリティ化が影響していると考えられる。この期間中、ボラティリティ・リスクを大きく取る戦略のパフォーマンスは、それ以前の期間と比較して劣後しており、均等ロング・ショート戦略が優位となった。

以上が先行研究の紹介である。以降、これらの先行研究に鑑みて、本分析においては、日米欧英スワップションを対象にテナー 20 年、ショートサイド：満期 3 ヶ月、ロングサイド：満期 10 年の均等ロング・ショートを前提に分析を行う。

IV. 分析方法

1. スワップションの概要

スワップションとは、スワップとオプションを組み合わせた言葉で、端的に言えばある決められたオプション満期後に、原資産となる金利スワップ取引を行うものである。以後、この金利スワップ取引(原資産)の年限を「テナー」、またオプション満期を単に「満期」と呼ぶ。スワップションは固定金利の払い：ペイヤーズ(プット)・スワップションおよび、固定金利の受け：レシーバーズ(コール)・スワップションの 2 種類がある。ここで、時点 t におけるスワップションの原資産となる、満期 T_m 年及び、テナー T_n 年のフォワード・スワップレートを $f_{m,n}(t)$ とする ($T_m \geq t$)。そして想定元本を N 、ストライクを K とする⁵。このとき、満期 T_m 時点におけるペイヤーズ・スワップション $\mathcal{P}_{m,n}(t)$ のペイオフは、以下のようになる。

$$\mathcal{P}_{m,n}(T_m) = N(f_{m,n}(T_m) - K)^+$$

ここで $x^+ \equiv \max(0, x)$ とする。この式は満期時に固定金利 $f_{m,n}(T_m)$ 払い(ペイ)に対するスワップレートがストライク K よりも高い場合に権利行使をする事で、 K といったより

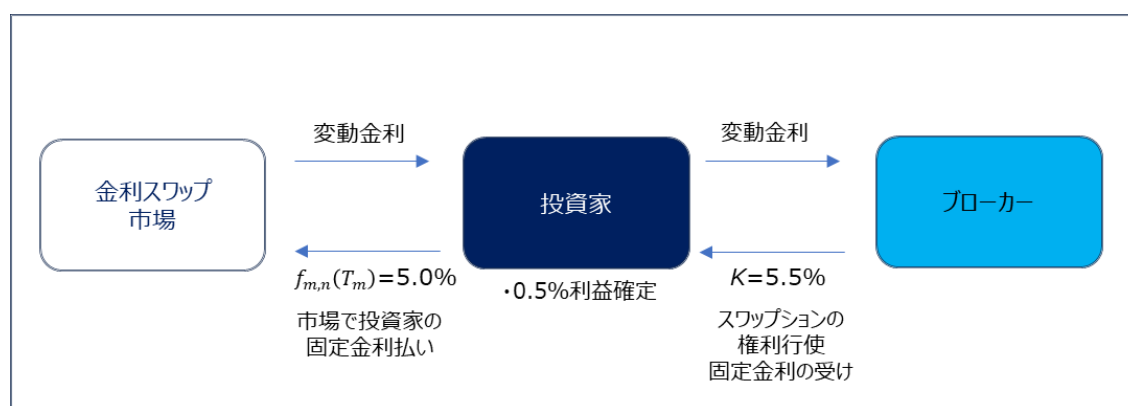
⁵ 原資産は金利スワップと記したが、正確には、満期 T_m 年先スタートの金利スワップ取引(テナー T_n 年)となるため「フォワード・スワップレート」がオプション計算上の原資産となる。

少ない固定金利の払いをする事で利益を得られる点を示している。またレシーバーズ・スワップションの満期 T_m 時点におけるペイオフは次のようになる。

$$\mathcal{R}_{m,n}(T_m) = N \left(K - f_{m,n}(T_m) \right)^+ \cdots (1)$$

これはオプション満期時 $f_{m,n}(T_m)$ がストライク K よりも低い場合に、権利行使をする事で、より高いストライク K の固定金利の受け(レシーブ)で利益を得ることができる点を示している。杉本他(2016)を参考に、レシーバーズ・スワップションについて取引イメージを記すと図表2のようになる。

図表2：レシーバーズ・スワップションの取引イメージ(権利行使)



(出所) 杉本他(2016)を参考に三菱UFJ信託銀行作成

この図において、満期 T_m 時点においてスポット・スワップ金利 $f_{m,n}(T_m)$ が5.0%で、これ以前に約定したスワップションのストライク K が5.5%だったとする。このとき投資家は、レシーバーズ・スワップションの式(1)に従い、権利行使をして $K=5.5\%$ の固定金利の受け取り(レシーブ)、一方で、金利スワップ市場にて、反対に、スワップ金利 $f_{m,n}(T_m)=5.0\%$ の固定金利の払いを行う。すると図のように、その差分の0.5%の利益を確定することができる。以上がスワップション取引の概説である⁶。

2. スワップションの理論価格とリスク要因

スワップションは相対取引であり上場株式のような市場値がない点と、原則、オプション価格そのものではなくIV: $\sigma_{m,n}$ にてレートが提示されるため、シミュレーションを行う上では理論的な価格付けを要する。

スワップション取引の権利行使スタイルはヨーロピアン型である事がほとんどであり、よってBlack-Scholesモデルに仮定に近いノーマルモデルによる理論価格の計算がよく用

⁶ ただし本分析においては、最短でも満期3カ月のスワップションを1カ月で解消する事を前提にシミュレーションを行うため、この例のように、保有するオプションが満期を迎える事はない。

いられる。残存期間 $\tau = T_m - t (> 0)$ として、 t 時点までの情報 $\mathcal{F}_t$ で、条件付けた満期時の
 フォワード・スワップレート $f_{m,n}(T_m)|\mathcal{F}_t$ が、期待値 $f_{m,n}(t)$ 、分散 $\sigma_{m,n}^2\tau$ の正規分布に従
 う： $f_{m,n}(T_m)|\mathcal{F}_t \sim N\left(f_{m,n}(t), \sigma_{m,n}^2\tau\right)$ と仮定する事で、ノーマルモデルは、以下のような
 理論価格を導出している⁷。

＜ノーマルモデルの理論価格＞

$$\mathcal{P}_{m,n}(f_{m,n}(t), K, \tau, r^f(t), \sigma_{m,n}(t)) = NA_{m,n}(t)\sigma_{m,n}\sqrt{\tau}[\Phi'(Z) + Z\Phi(Z)],$$

$$\mathcal{R}_{m,n}(f_{m,n}(t), K, \tau, r^f(t), \sigma_{m,n}(t)) = NA_{m,n}(t)\sigma_{m,n}\sqrt{\tau}[\Phi'(Z) - Z\Phi(-Z)]$$

ここで $Z = \frac{f_{m,n}(t)-K}{\sigma_{m,n}(t)\sqrt{\tau}}$ である。また $\Phi(\cdot)$ は標準正規分布の分布関数、そして $\Phi'(\cdot)$ はその確
 率密度関数である。また $A_{m,n}(t)$ は満期 T_m 、テナー T_n 、短期金利 $r^f(t)$ に依存する割引ファ
 クターである。

本稿では、金利ボラティリティを捉えるため、ペイヤーズ・スワップション $\mathcal{P}_{m,n}$ とレ
 シーバーズ・スワップション $\mathcal{R}_{m,n}$ を同じストライク K の at-the-money で、均等ウェイト
 で保有する：ストラドルを想定する。つまり次のような、 $S(T_m, t) = \mathcal{P}_{m,n}(t) + \mathcal{R}_{m,n}(t)$ を
 分析していく⁸。

$$S(T_m, t) = S_{m,n}(f_{m,n}(t), K, \tau, r^f(t), \sigma_{m,n}(t)) \cdots (2)$$

この式(2)のストラドルについて、次の図表3は、原資産に対する損益イメージを示
 している。左側のストラドルロングは、横軸の原資産フォワード・スワップレートが動く
 と縦軸の利益が上昇する事がわかる。それに加えて、図表には明示できないが、IVが上
 昇すると、オプション価格 $\mathcal{P}_{m,n}$ 、 $\mathcal{R}_{m,n}$ が共に上昇するため、ボラティリティのロングに
 なっている。一方で、右側のストラドルショートは、原資産の変化に対して利得が減少す
 ることがわかる。特に満期が短い点から原資産が急変動すると、オプションの価値が大き
 く下落する。しかし原資産がほとんど変動しなければ利益を獲得できる。

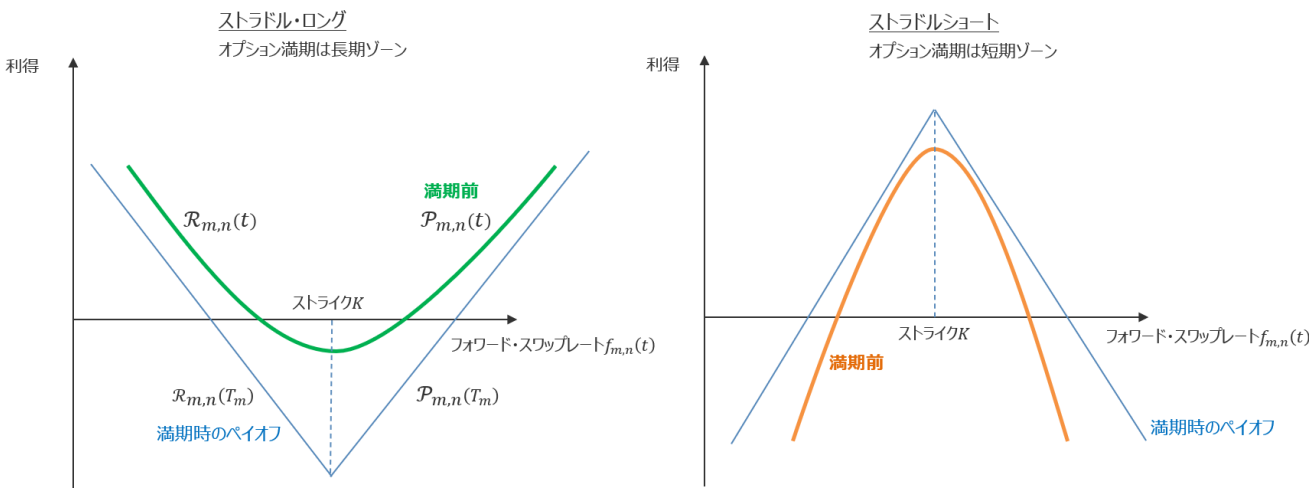
このようにオプションは、様々な要因によって価格が変化するリスクを伴う。図表3下
 段は、そのオプションのリスク指標をまとめている。オプション価格のIVに対する感応
 度である「ベガ」は、満期が長くなると大きくなる特徴があり、一方で、デルタに対する
 感応度である「ガンマ」は、満期が短くなると大きくなる特性がある。よってロング・
 ショート戦略は、均等ウェイトであれば、ベガ・ロング&ガンマ・ショートとなる。

⁷ 数学的な議論や導出は Corb(2012)などに詳しい。またノーマルモデルは Bachelier モデルと呼ばれる場合もある。

⁸ 正確にはIV: $\sigma_{m,n}$ は、(多くの国債市場においてもボラティリティ・スマイルが観測されるように)そのマネーネスに依存す
 るが、この分析ではデータの制約もあり全て at-the-money のデータを用いている。また満期に対してもIVは依存する
 が、その点はIVの期間構造に対して線形補間をして対処した(これも本来は無裁定条件など様々な議論を要する)。

また図表 3 には記載がないが、短期金利の感応度(ロー)は満期の長いロングポジションにおいてパフォーマンスへの影響が出てしまうためヘッジを行う前提でシミュレーションをしている。

図表 3：ポジション損益のイメージとリスク要因



	デルタ (原資産の感応度)	ベガ (IV の感応度)	ガンマ (デルタの感応度)
ロング (満期 10 年)	▲ 1 ~ +1 で推移	ロング	ロング
ショート (満期 3 ヶ月)	▲ 1 ~ +1 で推移 ※ヘッジを実行	ショート	ショート
ロング・ショート (均等ウェイト)	▲ 1 ~ +1 で推移	ロング	ショート

(出所) 三菱 UFJ 信託銀行作成。ロングサイドはロー(短期金利の感応度)についてヘッジを行っているが、Shirokawa et al. (2025) によりデルタヘッジはしていない。

3. 近年における IV の動き

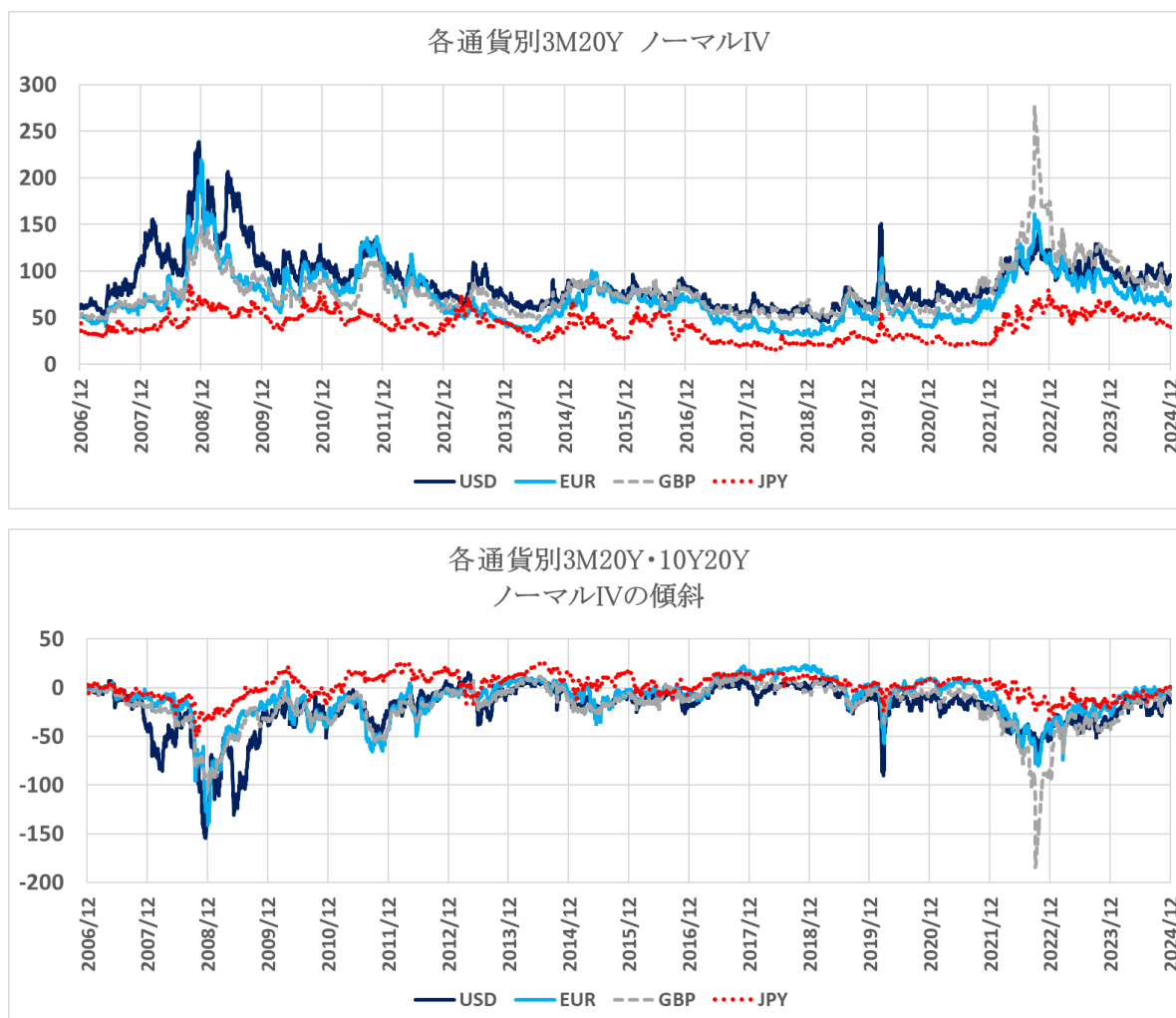
ここでは、本分析に用いる各国の IV データの動きを概説する。図表 4 は、直近約 20 年のスワップション・ストラドルの IV の推移である。上段は満期 3 ヶ月、テナー 20 年(以後、満期・テナーの順で「3M20Y」と表記する)の IV を示している⁹。これを見ると、各国 IV の推移は概ね連動しており、特に米金利、ユーロ金利、英金利は、近い動

⁹ 先ほどのノーマルモデル(2)をベースに IV を算出するので、Black モデルなど他のモデルと区別して、ノーマル・ボラティリティと呼ばれることがある。

きをしていることがわかる。2008～2009 年は大規模な金融危機(リーマン・ショック)に伴いボラティリティが急騰して、その後も高止まりが続いた事が見て取れる。そして2010 年以降数年は欧州ソブリン危機によりユーロ金利のボラティリティを中心に上昇が起き、その後、2014 年から 2019 年にかけては緩和的な金融政策により米欧英の金利ボラティリティは低位となる。しかし 2020 年からは COVID-19 の感染拡大(コロナ・ショック)に伴う経済危機からボラティリティは再度大きく上昇し、現在もインフレ率上昇による金利水準の高止まりを受けて、IV も高位で推移している。

そして特徴的な市場局面として、英金利は、2022 年 9～10 月の減税政策への懸念に伴う英国債の急激な下落(トラス・ショック)からボラティリティが急上昇した。また円金利は、2016 年から導入されたマイナス金利によりボラティリティは、かなり低位に抑制されていた。しかし、直近は債券市場の平常化に伴い、再度ボラティリティは上昇に転じていることがわかり、この傾向は後述の収益機会の拡大に繋がる。

図表 4：通貨別 IV 水準の推移と IV 期間構造の傾斜



(出所) Bloomberg より三菱 UFJ 信託銀行作成。ノーマル・ボラティリティ、テナー20年、at-the-money。2006年12月末～2024年12月末、日次。縦軸はbps (ベース・ポイント)単位。

図表4の下段は満期10年、テナー20年(10Y20Y)のIVから先程の満期3ヵ月、テナー20年(3M20Y)のIVを差し引いたものである(10Y20YのIV-3M20YのIV)。図表1にあるように、各国IV期間構造の傾斜は右肩下がりになっていることが多く、実際に概ね各国で傾斜は負値になる事が多い(つまり3M20YのIVが10Y20Yよりも高い)。特に2008年や2020年など大きな経済危機が起きると、IV期間構造の傾斜は急な右肩下がりになるようだ(3M20Yのような、オプション満期が短いIVの方が上昇しやすい傾向にある)。一方で2014年から2019年など市場・経済が落ち着いたタイミングだと、IV期間構造はフラット化しやすいことも観察できる。

本ロング・ショート戦略のパフォーマンスの特性を前述の図表3とIV推移の図表4を用いて確認していく。まずこの戦略はボラティリティ・リスク(ベガ)に対してロングポジションを取ることで、IVが上昇するとリターンも上昇しやすい。つまりボラティリティの上昇は戦略にとって有利な局面といえよう。よって直近の緩やかな金利ボラティリティ上昇は正のリターンを生む可能性が高い。一方で、2010年代中頃から終盤にかけての長期金利の低位安定局面は、ボラティリティ(ベガ)・ロングと、満期が短いIVを売却するショートサイドにとっても好ましくない状況といえよう。

ただし、債券市場が急変動すれば、単調にリターンが上昇するという訳でも無い点には注意が必要である。本ロング・ショート戦略はガンマ・ショートのリスクを有している。これは金利の加速度的な変化ないし金利の急変動(ジャンプ)リスクを売っている点を意味する。よって金利の急変動は、ベガの(ボラティリティ・リスク)点でプラス寄与だが、一方で、ガンマ(ジャンプ・リスク)の点ではマイナス寄与となり、その強弱が最終的なリターンに反映される。

よって本ロング・ショート戦略は、突然の金利急変動(ジャンプ・リスク、ガンマ上昇)に期待するのではなく、市場平常時の割高なIVの売却による収益や、直近のような金利上昇に伴う緩やかなIV上昇や、その高止まりを収益機会としているのである。

V. パフォーマンス

本章では、日米欧英金利を対象にしたパフォーマンスの考察を行う。最初に、リターン計算の概説を行う。本戦略のシミュレーション計算には、日次のフォワード・スワップレート $f_{m,n}(t)$ 、短期金利 $r^f(t)$ 、そしてIV $\sigma_{m,n}(t)$ を用いる。それらのデータを式(2)のストラドルのオプション価格 $S(T_m, t)$ に代入して、日次変化 $S\left(T_m - \frac{1}{250}, t\right) - S(T_m, t-1)$ を算出し、想定元本 N で除して、日次リターンを算出した。なお1年間の営業日数は250と仮定している。本稿では、オプションは1ヵ月ごとにリバランスを行う。よって月次のリバランス日(月末日)において、ストライク $K = f_{m,n}(t)$ を式(2)へ代入して at-the-money のストラドル・ポジションに逐次更新を行う。ここで、リバランス前のポジションは解消して、どのオプションも満期まで保有することはない。

以降の図表5、6、7ではロングを満期10年、テナー20年(10Y20Y)、そしてショート

を満期3ヵ月、テナー20年(3M20Y)とした際の累積リターンである。なお以後ポジションは例えば“3M20Y”のように「満期・テナー」の順で簡便に表記する。

1. 米金利のパフォーマンス

図表5は米金利ボラティリティのロング、ショート及び、その均等ロング・ショート戦略の各累積リターンを表記している。まずショートサイド(short: 3M20Y)のリターンを見てみる。ショートはボラティリティ・リスク(ベガ)及び、ジャンプ・リスクを(ガンマ)売却して、その代償としてのオプション売却益をリターン源泉とする戦略である。よって市場安定時は、ある程度一定の正值リターンの推移となるが、一方で、市場混乱期は、特にジャンプ・リスクの売却による代償で、負のリターンとなる傾向にある。その点を反映して、図表5の累積リターンは、基本的にはオプション売却益によって正のリターンを得ているが、2008年や2020年の市場危機時には、大きなドロダウンを経験している。

しかし、大きな経済ショックの後には、累積リターンが上昇しているように、大きな下降となった後、リターンの持ち直しも早い傾向にある点も確認できる。これは経済危機の後にボラティリティ及び、ジャンプ・リスクに対するヘッジ需要が急激に高まって、短期ゾーンのIVが割高になる点が影響している。よって運用者は、避けることが難しい急な下落を経験した場合は、やや長期的目線でリターン上昇を待つ姿勢も必要かもしれない。

次にロングサイド(long: 10Y20Y)の累積リターンを確認していく。このポジションは、ショートサイドとは逆に、ボラティリティ・リスク(ベガ)をロングする形となる。それを反映して、ロングにおいては、市場混乱期の2008年後や、金利上昇に伴うボラティリティ上昇がみられる直近3年などは正のリターンとなっている。一方で、2010年代前半、FRBが伝統的・非伝統的な金融緩和策を実施したことで金利が低下し、その後も2015年末以降は、予期しやすい緩やかな利上げが続き、債券市場の不確実性が減少した。その結果、ロングサイドの累積リターンは、この期間で軟調な推移となったことがわかる¹⁰。

次に図表5の均等ロング・ショート戦略(equal weight long-short strategy)の累積リターンの動きについて確認する。最初に、この戦略のリスク特性は、図表3よりベガ(ボラティリティ)・ロングかつガンマ(ジャンプ)・ショートであった。よって、リーマン・ショックの2008年～2010年前半や、2020年以後のコロナ・ショックと、その後の金利水準上昇に伴うボラティリティ上昇局面では、正のリターンを獲得できた。

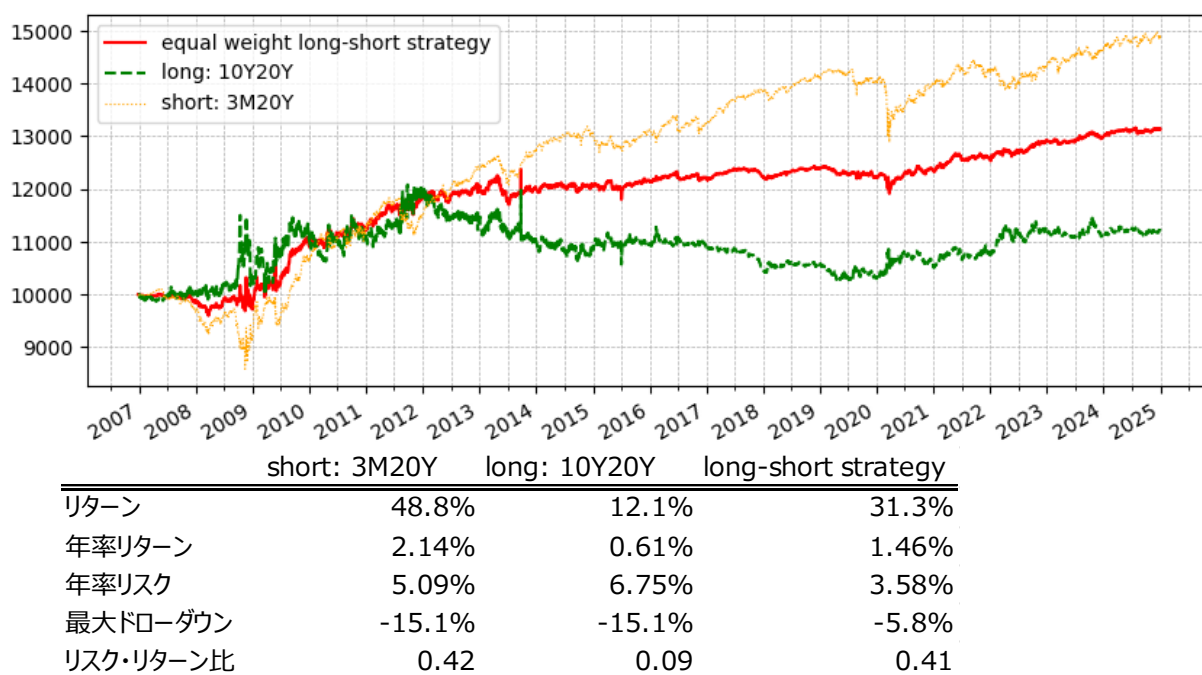
一方で2015年～2019年は、債券市場の不確実性が低下した時期であり、ショートのIV売却益は、それ以前と比して、あまり伸びず、そしてロングの満期の長いIV購入は、負の

¹⁰ロングの累積リターン(long: 10Y20Y)の2013年9月下旬に一日だけデータが飛んでいる日があったものの、元のIVデータの異常値の可能性が高く、本戦略にとって本質的なものではないと理解している。

リターンとなり、その結果、累積リターンはほぼ横ばいとなった。また 2013 年は FRB が市場予測に反して、突如金融引き締め発言をした時期（バーナンキ・ショック）であった。この時に、米金利が急上昇し、本ロング・ショート戦略におけるガンマ・（ジャンプ・リスク）ショートの影響でリターンは大きく下落した。

このようにボラティリティの緩やかな上昇はベガ・ロングの効果や、割高な IV の売却益を高めるが、金利の急変動（ジャンプ）は、このロング・ショート戦略の下落要因となりうる。

図表 5：米金利における戦略のパフォーマンス



（出所）Bloomberg、LSEG データより三菱 UFJ 信託銀行作成。

2006 年 12 月末～2024 年 12 月、日次。累積リターンは 2006 年 12 月末日を 10,000 として指数化。

2. 各国ショート（IV 売却）のパフォーマンス

ここでは、日米欧英の各国金利を対象にしたショートサイド単体のリターンと、均等ロング・ショート戦略の累積リターン・各パフォーマンス測度の結果を見ていく。

図表 6 は各国金利を対象にしたショートサイドの累積リターンの動きを表している。どの国においても、ショートサイドの累積リターンは、概ね上昇傾向にあり、短期ゾーンの IV（ボラティリティ・リスク）の売却は、中長期的に有用な戦略といえそうである。

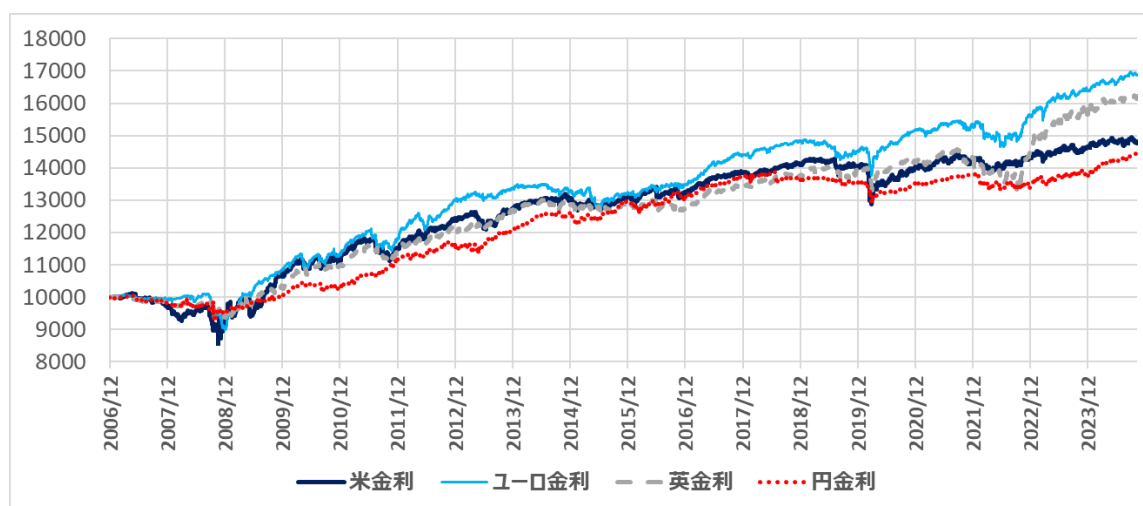
ユーロ金利を見ると、2008 年や欧州ソブリン危機の 2010-11 年、そして COVID-19 の感染症拡大があった 2020 年等の時期は大きな下落となっている。また欧州ソブリン危機を経て 2014 年から ECB（欧州中央銀行）は低金利・量的緩和政策を実施し、それに伴い金利ボラティリティも低位となった。それはユーロ金利における本ショートポジションの累積リターン低下に表れている。しかし欧州に関しては、この金融緩和期を除くと、ボラティリティ・

リスクの売却による正のリターンは最も高く、それがリスク・リターン比の高さに表れている。

次に英金利について確認していく。英金利のショート戦略の累積リターンの推移は、ユーロ金利に近く、リスク及び、リターンの数値もユーロ金利と近い値となった。ただ一方で、特筆すべき動きとしては、IV の動きでも確認したように、2022 年のトラス・ショックが挙げられる。そこで大きなボラティリティ及び、ジャンプ・リスクのショートに起因するドロウダウンを経験している。しかしその後は、英国債に対するボラティリティ・リスクが強く意識されたようで、相当割高となったボラティリティ・リスク (IV) 売却によって、英金利のショート戦略は、正のリターンとなり、その結果、累積リターンも急速に回復・拡大している事が確認できる。

そして最後に、円金利について見ていく。我が国は長期的な低金利環境と低ボラティリティを経験してきたが、それにも関わらず、図表 6 より、長期的に見ると、ボラティリティ・リスクの売却は有効に機能していたことが確認できる。ただしマイナス金利政策等の極めて緩和的な金融政策時(2016～2022 年)にかけては、累積リターンは横ばいとなった。その後、金融政策が引き締め段階に入り始めた直近は、2016 年以前のように、IV 売却によりプラスのリターンを獲得している。

図表 6：各国金利のショート (3M20Y) のパフォーマンス



	米金利	ユーロ金利	英金利	円金利
リターン	48.8%	70.0%	64.9%	46.0%
年率リターン	2.14%	2.87%	2.70%	2.04%
年率リスク	5.09%	3.35%	3.19%	3.12%
最大ドロウダウン	-15.06%	-11.04%	-8.59%	-7.09%
リスク・リターン比	0.42	0.85	0.85	0.65

(出所) Bloomberg、LSEG データより三菱 UFJ 信託銀行作成。

2006 年 12 月末～2024 年 12 月、日次。累積リターンは 2006 年 12 月末日を 10,000 として指数化。

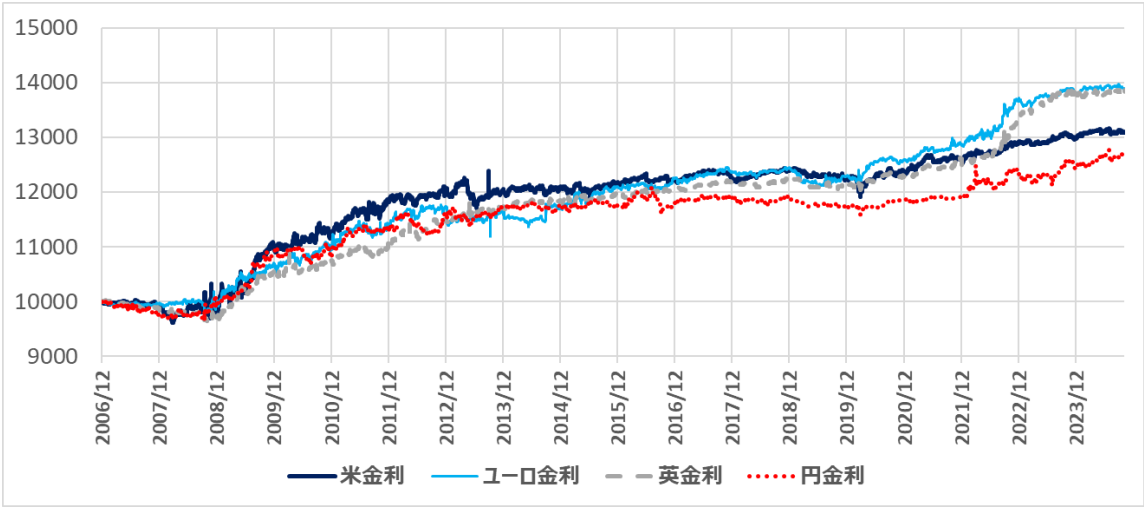
3. 各国ロング・ショートのパフォーマンス

図表7は各国金利のロング・ショート戦略のパフォーマンスを図示している。この戦略はストラドルのショート(3M20Y)とロング(10Y20Y)を均等ウェイトで保有し続けるものである(均等ロング・ショート戦略)。これら2つのポジションは、図表3より、逆のリスク特性を持つため、リターンは互いに反対方向に動く傾向(マイナス相関)がある。その結果、図表6で示されたショート戦略単体と比較すると、図表7の均等ロング・ショート戦略では、リスクが分散され、年率リスクや最大ドローダウンが低下している。

しかし年率リターンもショート戦略単体に比べて低下しており、その結果、リスク・リターン比の改善はみられなかった。これは分析期間における非伝統的金融政策を含む、緩和的な金融政策で、各国長期・超長期金利と、それらのボラティリティは、概ね低下傾向にあった点が一つの原因といえる。

ただし、各国で金融政策が引き締め段階、また政策金利が高水準となっている直近3～4年において、ロング・ショート戦略の累積リターンは、IV 上昇に伴う売却益向上や、ベガ・ロングの効果によって上昇している。今後、高い金利水準や市場の不確実性が高まる局面が継続すれば、安定したリターンが期待できるといえよう。

図表7：各国金利の均等ロング・ショート戦略(3M20Y&10Y20Y)のパフォーマンス



	米金利	ユーロ金利	英金利	円金利
リターン	31.3%	39.6%	39.5%	27.5%
年率リターン	1.46%	1.79%	1.79%	1.30%
年率リスク	3.58%	3.12%	2.72%	2.61%
最大ドローダウン	-5.85%	-4.82%	-5.18%	-4.08%
リスク・リターン比	0.41	0.58	0.66	0.50

(出所) Bloomberg、LSEG データより三菱 UFJ 信託銀行作成。
2006 年 12 月末～2024 年 12 月、日次。累積リターンは 2006 年 12 月末日を 10,000 として指数化。

4. ファクター相関性

ここでは、回帰分析によって、均等ロング・ショート戦略およびショート戦略のリターンと、投資ファクター、イールドカーブ・ファクター、そして分散リスクプレミアム (VRP) との相関性を見ていく。次の図表 8 は米金利、また図表 9 は円金利を対象に回帰分析の結果をまとめたものである。

図表 8 : 【米金利 USD】各戦略リターンとファクターの回帰分析の結果

米金利	決定係数	定数	係数
・ロング・ショートのリターンが被説明変数			
yield_curve_carry_USD	0.124	0.002* (0.00044)	0.21* (0.049)
cross_carry	0.048	0.001* (0.00041)	0.032* (0.011)
cross_mom	-0.001	0.001* (0.0004)	0.008 (0.013)
level_USD	-0.002	0.001* (0.00041)	-0.136 (0.261)
slope_USD	0.027	0.001* (0.00041)	-0.751 (0.415)
・ショートサイドのリターンが被説明変数			
VRP_USD	0.036	0 (0.00077)	2.225* (0.942)

図表 9 : 【円金利 JPY】各戦略リターンとファクターの回帰分析の結果

円金利	決定係数	定数	係数
・ロング・ショートのリターンが被説明変数			
yield_curve_carry_JPY	0.024	0.001* (0.00041)	-0.196* (0.085)
cross_carry	0.002	0.001* (0.00042)	-0.009 (0.009)
cross_mom	-0.003	0.001* (0.00042)	0.004 (0.008)
level_JPY	0.010	0.001* (0.00042)	0.827 (0.507)
slope_JPY	0.010	0.001* (0.00042)	1.124 (0.725)
・ショートサイドのリターンが被説明変数			
VRP_JPY	0.072	0.001 (0.00055)	3.962* (0.954)

(出所) Bloomberg、LSEG データより三菱 UFJ 信託銀行作成。2006 年 12 月末～2024 年 12 月、月次。
下段の丸括弧は各推定値の標準誤差。また “*” が付いているものは有意水準 5 % で統計的に有意だったもの。

図表 8、9 にて、説明変数として使用する各ファクターの定義は以下の通りである。
投資ファクターとして、冒頭で触れた日米欧英のキャリー・ロールダウン効果をキャリー・ファクターとして、更にモメンタム・ファクターを対象にした。
yield_curve_carry は、まず各国 2 年、5 年、7 年、10 年、20 年そして 30 年金利を

対象に、そのフォワードレートからキャリー・ロールダウン効果を算出。その効果が最も高い年限をロング、最も低い年限をショートし、且つデュレーションをゼロに調整したリターンである。これは対象金利となる米金利(USD)、円金利(JPY)の期間構造ごと個別に推計している。

cross_carry は、日米欧英 10 年金利を対象に、各地域でのキャリー・ロールダウン効果を算出し効果の高い地域をロング、低い地域をショートして算出したリターン。

モメンタムに着目した **cross_mom** は、各国 10 年金利を対象に、直近 1 年のリターンが高い国の対象金利をロング、低い国をショートすることで求めたリターン。

また各イールドカーブ・ファクターの定義として、**level**(金利水準)は各国 10 年金利水準、**slope**(傾斜)は各国 10 年金利－2 年金利の差、としている。

この分析では、これらのファクターを説明変数、均等ロング・ショート戦略のリターンを被説明変数として、それぞれ定数項付きの単回帰を実施した。

それに加えて、本稿は、ストラドル売・デルタヘッジによるショート戦略(3M20Y)単独のリターンを、分散リスクプレミアム(IV と RV の差、図表 8、9 の VRP)によりどれだけ説明されるかについても確認をした。ここで、インプライド分散は、オプション満期 1 ヶ月、テナール 20 年としており、Trolle and Schwartz (2014)の第 2 節と式(2)の価格付け式をベースに各 out-of-the-money 下の各マネーネスで数値積分を行い推計した。

なおイールドカーブ・ファクターは各時点の差分を取っている。説明変数および、被説明変数の各データについて単位根過程の帰無仮説を棄却している。

回帰分析の結果について確認していく。図表 8 の米金利において、米金利のキャリー・ファクターのリターンである **yield_curve_carry_USD** および **cross_carry** は、ともに、統計的に有意な正の係数が推定された。よって本ロング・ショート戦略は米金利についてキャリー・ファクター共に正で弱相関してしまっているようである。

しかし図表 9 の円金利の場合は、**yield_curve_carry_JPY** と **cross_carry** において、統計的に有意な負値の推定値となった。よって、円金利の場合は、本ロング・ショート戦略とキャリー・ファクターを組み合わせる事で、マイナス相関でリスクを減らすことができる点を示唆する結果となっている。なお、図表外になるが、ユーロ金利、英金利については、統計的に有意な推定値とはならなかった。したがって米金利において注意が必要であるが、キャリー・ファクター(キャリー・ロールダウン効果)と、本ロング・ショート戦略の組み合わせは有効といえる。ただ追記するならば、本分析のキャリー・ファクターは、組み合わせが 4 ヶ国だけで少なく、クロスセクション間の分散効果が足りない可能性がある。もしかすると、その点が米金利の正の相関に影響しているのかもしれない。この点について Shirokawa et al.(2025)はイールドカーブが不変な時(≡金利低ボラティリティ時)に有効なキャリー・ロールダ

ウン効果と高ボラティリティ局面に有効なボラティリティ・ロング戦略は、米金利において相関が低い点を報告している。また各国 10 年債のモメンタム・ファクター：**cross_mom** は日米ともに相関が低いことを示唆するものだった。よってモメンタムは組合せとしては適切といえる。

次にイールドカーブ・ファクターについて確認していく。均等ロング・ショート戦略は、**level**(金利水準)、**slope**(傾斜)について、共に統計的に有意とはならなかった。この戦略は、ショートにおいてデルタヘッジ、ロングにおいてロー(短期金利の感応度)ヘッジをしている。回帰分析の結果から、この2つのヘッジ手法が債券市場そのものの影響を抑制する効果を持つことが確認された。つまり、均等ロング・ショート戦略は、債券市場の動向に左右されにくい特徴を持つといえる。

最後に **VRP**(分散リスクプレミアム)について見ていく。ショートサイドのリターンと **VRP** との相関性は、日米ともに統計的に有意に正の係数が推定された。よって、スワップション・ストラドル売・デルタヘッジを行うショート戦略は、**IV** と実現ボラティリティとの差である分散リスクプレミアムを、ある程度、捕捉できている事がわかる。しかし、決定係数は、0.1 以下と低い値となっており、分散リスクプレミアムだけで、ショートサイドのリターンをほぼ説明できるとは言い難い。債券市場は、オプションの文脈でいえば、分散リスクプレミアム以外にも、ジャンプ(ガンマ)・リスクや、もしくは、ボラティリティ・スキューなど、多方面のリスク要因を見ている可能性が高い。したがって、ショートの戦略を構築する際は、様々な側面からリスクを評価し、且つ把握する必要があると思われる。

VI. 総括と課題

本稿では、まず金利ボラティリティを活用した投資戦略の研究を紹介し、スワップションの概説と理論の説明を行い、その後、金利ボラティリティ投資戦略の実証分析とその結果を考察してきた。

日米欧英の金利ボラティリティを使った満期の短いゾーンのオプション(ボラティリティ・リスクおよび、ジャンプ・リスク)売却戦略は、中長期的に見て、有効な戦略である点を確認した。その上で、割安な満期の長いゾーンのボラティリティ・ロングを組み合わせる事で、リスクとドローダウンが抑制できる点を確認した。

金利 **IV** の期間構造は、平常時では右肩下がりとなっており、この形状が短期のオプション売却の収益を支えている。またそれに加えて、長期的ゾーンの **IV** の割安さは、一般にバイサイド投資家にとってはコスト高で投資が難しいオプション・ロングへの門戸も開いてくれている。これは、金利上昇やボラタイルな局面においては有用な投資手法といえる。

また本稿は、いくつかの債券投資ファクターや金利の期間構造、そして分散リスク

プレミアムと、本戦略の相関を分析した。その結果、米金利においてはキャリー・ロールダウン効果との正の相関があったものの、それを除けば、債券ファクターやイールドカーブとは、概ね相関が低い点を確認した。

また日米金利の分散リスクプレミアムについては、ショート戦略(3M20Y)のリターンと統計的に有意な正の係数が推定された。よってRVに対してIVが割高で、実際にそれが収益化可能であることが確認できた。しかしこの回帰分析の決定係数は低く、ショート戦略を実行する際は金利の急騰(ジャンプ)などを含めた、多面的なリスク管理が必要といえよう。

最後に本稿の課題を記す。オプションの取引コストや流動性は戦略の実現可能性を左右する要素として、今後検討を行う必要がある。特にスワップションは流動性の問題が常にある。そこで例えば、特にショートは、経済効果の近い、債券先物オプションなども検討すべきかもしれない。一方で、ロングについては、満期が10年など長期にわたるオプションは、スワップション以外に適切な選択肢がほとんど存在しないと考えられる。そのため、取引コストを抑えたり、取引回数を減らしたりすることが、戦略の実現性に向けた重要な課題となる。

(2025年5月21日記)

※本稿中で述べた意見、考察等は、筆者の個人的な見解であり、筆者が所属する組織の公式見解ではない

【参考文献】

- ・ 杉本浩一・福島良治・若林公子(2016)『スワップ取引のすべて(第5版)』金融財政事情研究会.
- ・ Bakshi, G. and Kapadia, N. (2003). Delta-Hedged gains and the negative market volatility risk premium. *Review of Financial Studies*, 16, 527-66.
- ・ Duyvesteyn, J. and de Zwart, G. (2015). Riding the swaption curve, *Journal of Banking & Finance*, 59, 57-75.
- ・ Corb, H. (2012). *Interest Rate Swaps and Other Derivatives*, Columbia University Press.
- ・ Shirokawa, H., Yamaguchi, K., Obata, T., and Sakemoto, R. (2025). USD Interest Rate Swaption Strategies During the Unconventional Monetary Policy and Pandemic Eras. *Journal of Futures Markets*, 45, 208-223.
- ・ Trolle, A.B. and Schwartz, E.S. (2014) The swaption cube. *Review of Financial Studies*, 27, 2307-2353.

本資料について

- 本資料は、お客さまに対する情報提供のみを目的としたものであり、弊社が特定の有価証券・取引や運用商品を推奨するものではありません。
- ここに記載されているデータ、意見等は弊社が公に入手可能な情報に基づき作成したのですが、その正確性、完全性、情報や意見の妥当性を保証するものではなく、また、当該データ、意見等を使用した結果についてもなんら保証するものではありません。
- 本資料に記載している見解等は本資料作成時における判断であり、経済環境の変化や相場変動、制度や税制等の変更によって予告なしに内容が変更されることがありますので、予めご了承下さい。
- 弊社はいかなる場合においても、本資料を提供した投資家ならびに直接間接を問わず本資料を当該投資家から受け取った第三者に対し、あらゆる直接的、特別な、または間接的な損害等について、賠償責任を負うものではなく、投資家の弊社に対する損害賠償請求権は明示的に放棄されていることを前提とします。
- 本資料の著作権は三菱 UFJ 信託銀行に属し、その目的を問わず無断で引用または複製することを禁じます。
- 本資料で紹介・引用している金融商品等につき弊社にてご投資いただく際には、各商品等に所定の手数料や諸経費等をご負担いただく場合があります。また、各商品等には相場変動等による損失を生じる恐れや解約に制限がある場合があります。なお、商品毎に手数料等およびリスクは異なりますので、当該商品の契約締結前交付書面や目論見書またはお客さま向け資料をよくお読み下さい。

編集発行：三菱UFJ信託銀行株式会社 アセットマネジメント事業部
東京都港区東新橋1丁目9番1号
お問合せ：shisanunyo-joho_post@tr.mufg.jp