

金利スワップを用いた多通貨キャリー戦略についての検証

学籍番号：57185020-6

氏名：松井 諒史

ゼミ名称：債券投資戦略演習

主査：四塚 利樹教授 副査：中里 大輔教授

概 要

本論文では、債券ファクター投資において代表的なファクターの一つとされる、キャリーに着目した投資戦略について、現物債の代替として金利スワップを用いることによる効果を検証する。

近年、投資戦略の一環としてファクター投資が注目を集めている一方、現状では実証研究の進んでいる株式が中心である。債券を対象とした実証研究は近年進みつつあるものの、その対象は現物債が中心であり、デリバティブを対象とした実証研究の事例は少ない。そこで本論文では現物債に変えて金利スワップを利用し、債券投資の代表的なファクターの一つであるキャリー戦略の効果についての検証を行った。

本論文ではまずスワップスプレッドの定性的な評価と金利スワップカーブに対する主成分分析により、金利スワップと国債のイールドカーブが近い動きをすることを明らかにした。続いて、年限の異なる同一通貨建て金利スワップに対してキャリー戦略を適用するクロスカーブ戦略について検証を行った。検証にあたっては残存年限別の固定金利データに対して3次スプライン法による補完を行うことで、1か月ごとの金利水準を算出し、このデータをもとに金利スワップの時系列リターンを算出した。そのうえで Koijen et al.(2018)の手法を参考に、デュレーション単位当たりのキャリーを基準にした金利変化に対して中立なランキングポートフォリオを作成し、10年分月次データを対象にシミュレーションを行った。シミュレーションの結果、通貨毎のシャープレシオに大きな差が出るのが分かった一方、投資先通貨を分散させることでほとんどの通貨で分散投資による恩恵を受けることが出来ることが分かった。

また、同一年限で異なる通貨建ての金利スワップに対してキャリー投資を適用し、割安な通貨をロングし、割高な通貨をショートするクロスマーケット戦略についても検証を行った。検証の結果、長期年限よりも短期年限のほうが相対的に良好なシャープレシオとなることがわかった。金利の相関が高い長期年限のほうが短期年限よりも相対的に相関が高く、分散効果による恩恵を受けにくいことが背景にあることが示唆される。

<目次>

1. はじめに
2. 本論文の背景
 - 2.1 金利スワップの概要
 - 2.2 金利スワップの仕組み
 - 2.3 固定金利の構成要素
 - 2.4 スワップイールドカーブの主成分分析
 - 2.5 キャリー戦略の概要
3. 先行研究
 - 3.1 キャリーを用いた投資戦略の先行研究
4. 運用戦略の検証
 - 4.1 検証に用いたデータ
 - 4.2 金利スワップのリターン算出方法
 - 4.3 クロスカーブ戦略のシミュレーション
 - 4.3.1 シミュレーション方法
 - 4.3.2 シミュレーション結果
 - 4.3.3 分散効果に関する検証
 - 4.3.4 シミュレーション結果に対する回帰分析
 - 4.3.5 クロスカーブ戦略の局面分析
 - 4.4 クロスマーケット戦略のシミュレーション
 - 4.4.1 シミュレーション方法
 - 4.4.2 シミュレーション結果
 - 4.4.3 リターン予測性の検証
5. 結論

参考文献

Appendix

1. はじめに

従来型の時価総額加重型インデックス運用に対する反省から、近年スマートベータ型プロダクトが注目を集めている。時価総額加重型インデックス運用は、Sharp(1964)による資本資産価格モデル (CAPM) の考えを背景に、低コストで効率的なポートフォリオ運用を行うための手段として広く受け入れられてきた。しかし近年では竹原 (2003) が指摘したように、時価総額加重型インデックスのリスク・リターンは効率的フロンティア上に位置しておらず、必ずしも最適なリスク資産ポートフォリオとなっていないことが分かっている。一方、近年では Fama and French (1993) が提唱した 3 ファクター・モデルに代表される、特定のファクターにベットするファクター投資の考え方が主に機関投資家を中心に広がっている。実際の運用戦略としても普及が進んでおり、2014 年 4 月には年金積立金管理運用独立行政法人 (GPIF) がスマートベータ型アクティブ運用の募集を始めている¹。また、FTSE Russel が機関投資家を対象に 2019 年に実施した調査²によると、調査対象の 58% の機関投資家が何らかのスマートベータ型プロダクトを採用している。同調査によると、前年度と比較してスマートベータ型プロダクトの採用率は 10% 増加しており、機関投資家の所在地域や資産規模に関わらず採用率は増加している。また、岡田 (2015) によれば、米国ではファクターへの投資、非時価総額加重方式、ルールベースといった特徴を有するスマートベータ型 ETF が開発されるなど運用対象としての裾野は広がりつつある。

このようにスマートベータ戦略が注目を集め、運用手法の一つとして普及が進む中、それらの投資対象は主に株式が中心となっている。一方、債券投資の分野でもファクター投資についての検証が進められつつあるが、実証研究の蓄積は株式ほど進んではいない。また、現物債についての検証が中心であり、金利スワップなどデリバティブを対象にした検証は限定的なものに留まっている。

本論文では先行研究にて債券のファクターとして取り上げられることの多いキャリーに着目する投資手法について、現物債の代替として金利スワップを用いた投資手法を検証する。

本論文では、まず第二章において、金利スワップとキャリー戦略についての概略を確認し、本論文ではまずスワップスプレッドの定性的な評価と金利スワップカーブに対する主成分分析により、金利スワップと国債のイールドカーブが近い動きをすることを明らかにした。第三章では、キャリー戦略に関する先行研究について確認する。第四章では先行研究をもとにシミュレーションを行い、年限の異なる同一通貨建て金利スワップに対してキャリー戦略を適用するクロスカーブ戦略と、同一年限で異なる通貨建ての金利スワップに対してキャリー投資を適用し、割安な通貨をロングし、割高な通貨をショートするクロスマーケット戦略についての検証を行う。第五章では本論文の結論をまとめた。

¹ 岡田 (2014) を参照

² FTSE Russel プレスリリース「世界のスマートベータ採用率、過去最高の 58%に」
2019 年 6 月 10 日

<https://www.ftserussell.com/ja/press/global-smart-beta-adoption-reaches-record-high-58-percent>

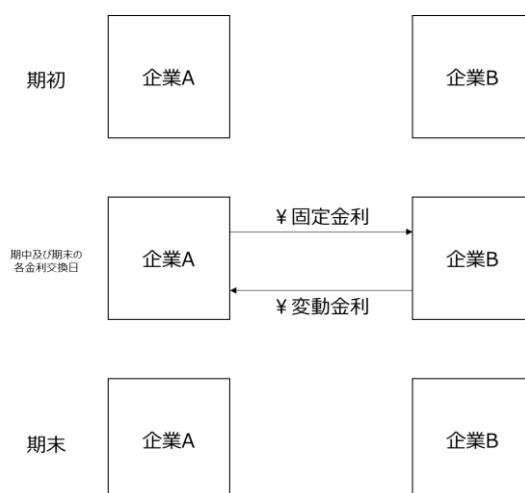
2. 本論文の背景

2.1 金利スワップの概要

金利スワップは同一通貨建てのキャッシュフローを交換するデリバティブ取引の一種であり、変動金利と固定金利のキャッシュフローを交換するものが一般的である。金利スワップを組成する動機としては、金利エクスポージャーのヘッジや、特定の金利見通しに基づく投機的需要が挙げられる。具体例をあげると、変動金利建ての負債を抱える事業会社 A の場合、変動金利を受け取り、固定金利を支払う（変動払い・固定受け）金利スワップを組むことで変動金利部分のキャッシュフローが相殺される。これにより将来の金利上昇リスクをヘッジすることが出来る。

これに対して投機的な需要としては、機関投資家やヘッジファンドからは投機的な用途で利用されている。また後述するコンバージェンス・トレードによる裁定需要も存在する。現物の国債に変えて金利スワップを利用するメリットとしては、相対取引により投資家側の求める条件に沿った金利スワップが組成されるため、現物債のように国別の発行状況による投資の制限を受けないという点や、四半期から半年程度の間隔で発生するキャッシュフローの交換と、想定元本の一部に相当するイニシャルマージン（当初証拠金）と評価損益相当のバリエーションマージン（変動証拠金）の交換のみが行われ、組成当初や期末での元本交換が存在せず資本を節約できる点、レバレッジを掛けることができる点などのメリットがある。なおカウンターパーティのデフォルト時に契約が履行されない可能性があるため、金利スワップにはカウンターパーティリスクがある。ただし 2009 年 9 月に行われた G20 ピッツバーグサミットにおいて合意された、店頭デリバティブ取引の清算集中義務の導入により、中央清算機関（CCP）での金利スワップ決済が普及したことから、カウンターパーティリスクは以前と比較すると削減されていると考えられている³。

図表1：金利スワップの事例

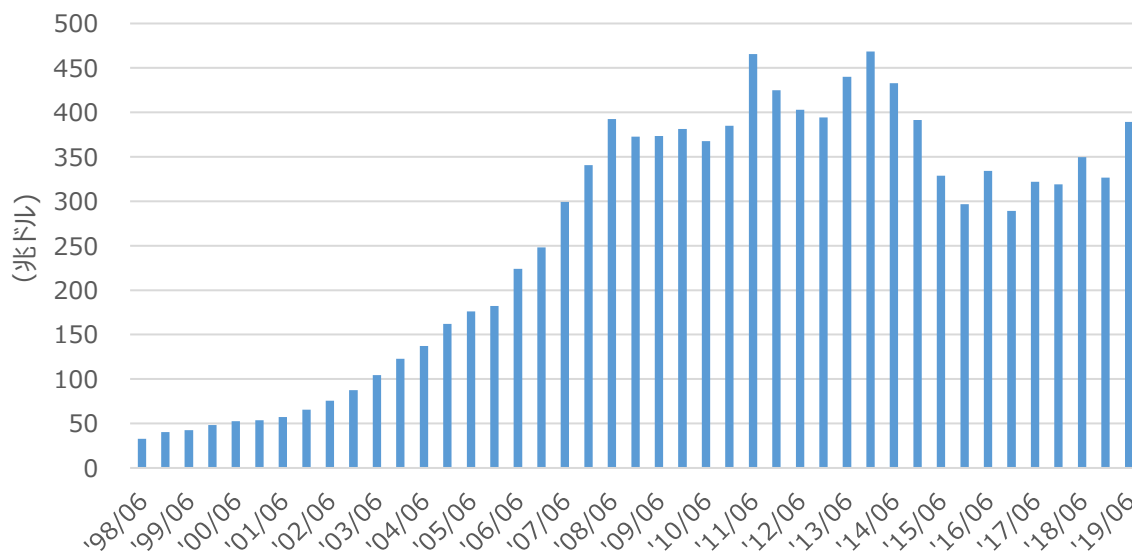


(出所) 杉本・福島・若林 (2016)

³ Clark and Mann (2016) を参照

BIS（Bank of International Settlement）の統計⁴（図表2参照）によると、金利スワップは2000年代に入って急速に利用が伸び、2008年12月末には400兆ドル（想定元本ベース、以下同）まで残高が増加した。2013年12月には過去最高の468兆ドルを記録している。その後一時残高が減少する時期があったものの、直近の2008年6月末時点では389兆ドルに達しており、金利スワップは最も取引量の多いデリバティブ取引の一種となっている。

図表2：金利スワップの残高(想定元本ベース、1998年6月～2019年6月)



(出所) BIS

2.2 金利スワップの仕組み

一般的な金利スワップでは、同一通貨の固定金利と変動金利から生まれるキャッシュフローが交換される。変動金利の指標としてはLIBOR（London Interbank Offered Rate）が参照されることが多い。金利スワップにおいて交換するキャッシュフローは、想定元本に対し、金利と期間毎の日数をもとに計算される係数を乗じることにより計算される。金利スワップにおいて固定金利は、将来キャッシュフローの現在価値が変動金利側と固定金利側で等しくなる条件のもと、決定される⁵。

LIBORは5通貨（現在は米ドル、日本円、ユーロ、英ポンド、スイスフラン）、7テナー（オーバーナイト、スポットネクスト、1週間、1か月、2か月、3か月、6か月、12か月）毎に算出される短期金利の指標であり、ロンドンの営業日に米国のインターナショナル取引所から発表されている⁶。算出に当たっては、通貨毎に指定

⁴ Bank of International Settlement ウェブサイトを参照。

https://www.bis.org/statistics/about_derivatives_stats.htm?m=6%7C32eeee

⁵ 本節記載の金利スワップの仕組みについては、杉本・福島・若林（2016）第一章の説明を参照した。

された銀行が発表する短期金利のうち、上位と下位 25%を除外した銀行のレートを用い、その算術平均値が発表される。LIBOR はその計算定義から、個別銀行に対する信用リスクではなく、銀行システム全体に対するクレジットリスクを含んでいるものと解釈されており、民間部門の資金調達コストと解釈される。そのため変動金利側のキャッシュフローの現在価値と等価値となるように計算される固定金利についても、変動金利として LIBOR を参照している場合、銀行システムに対する信用リスクを内包しているものと解釈することが出来る。

なお、金利スワップの中でも最も典型的な取引条件で組成されたものをプレーン・バニラ・スワップと呼ぶ。日本円金利スワップにおいては、固定金利対 6 か月 LIBOR フラット (LIBOR+0.0%)、キャッシュフローの交換を 6 か月おきに行い、経過日数計算については変動側が実日数/360、固定金利側が実日数/365 で計算される取引がプレーン・バニラ・スワップと呼ばれる。また図表 2 の通り、期初及び期末のキャッシュフローは発生せず、期中及び期末固定金利と変動金利の交換のみ発生する。本論文で行うシミュレーションでは各国のプレーン・バニラ・スワップを取引することを前提に検証を行う。

2.3 固定金利の構成要素

金利スワップと現物債の金利がどの程度連動しているのか検証するため、スワップスプレッド (各国国債と固定金利の差) について確認する。鈴木・竹本・加藤・木村 (2009) によれば、固定金利は以下のように定義される。

$$\begin{aligned} \text{固定金利} &= \text{将来にわたる LIBOR の加重平均値} + \text{スワップ市場固有のかく乱要因 (1)} \\ \text{将来にわたる LIBOR の加重平均値} &= \text{将来にわたる無リスク金利の加重平均値} \\ &\quad + \text{銀行部門のリスク要因 (2)} \end{aligned}$$

固定金利は将来にわたる LIBOR の加重平均値とスワップ市場固有のかく乱要因 (受給要因等) という要素に分けられる。前述の通り LIBOR には民間である銀行部門に対するリスク・プレミアムが含まれているため、「将来にわたる LIBOR の加重平均値」は、無リスク金利と銀行部門のリスク・プレミアムの 2 つの要素に分解することができる。

一方、国債金利については以下のように定義される。

$$\text{国債金利} = \text{将来にわたる無リスク金利の加重平均値} + \text{国債市場のかく乱要因 (3)}$$

よって、国債と固定金利の差であるスワップスプレッドは、(1)、(2)、(3) より、以下のように定義される。

$$\begin{aligned} \text{スワップスプレッド} &= \text{銀行部門のリスク要因} + \text{スワップ市場固有のかく乱要因} \\ &\quad - \text{国債市場固有のかく乱要因 (4)} \end{aligned}$$

スワップスプレッドには本来長期的なフェアバリュー水準が存在するが、銀行部門のリスク要因やスワップもしくは現物の国債市場固有のかく乱要因により、一時的にフェアバリュー水準から乖離する場合がある。しかしながら長期的には、裁定取引を通じてフェアバリュー水準に収斂していく。鈴木・竹本・加藤・木村（2009）によれば、スワップスプレッドが一時的にフェアバリューから乖離した場合、コンバージェンス・トレード（図表3参照）を通じてフェアバリューに向けて収斂する。スワップスプレッドがフェアバリューを下回る水準に縮小した場合、スワップをショート（固定金利払い・変動金利受け）し、国債をロングすることで、スワップスプレッドが拡大しフェアバリューに収斂する過程で利益を得ることができる。逆にフェアバリューを上回るスプレッド水準となった場合、スワップをロング（固定金利受け・変動金利払い）し、国債をショートすることで、スワップスプレッドが縮小し、フェアバリュー水準に収斂する過程で利益を得ることができる。本論文で検証対象としている先進国通貨の金利スワップ（米ドル、日本円、ユーロ、英ポンド、スイスフラン）は他の通貨と比べると相対的に流動性が高いため、スワップの固定金利は国債金利に近い動きをすることが想定される。

図表3： コンバージェンス・トレードとスワップスプレッドの変化

スプレッドがフェアバリューから下方乖離しているときのポジション構築

	ポジション	ポジション	価格	金利	スプレッド
スワップ	ショート	売り	下落	上昇	拡大
国債	ロング	買い	上昇	下落	

スプレッドがフェアバリューから下方乖離しているときのポジションの巻き戻し

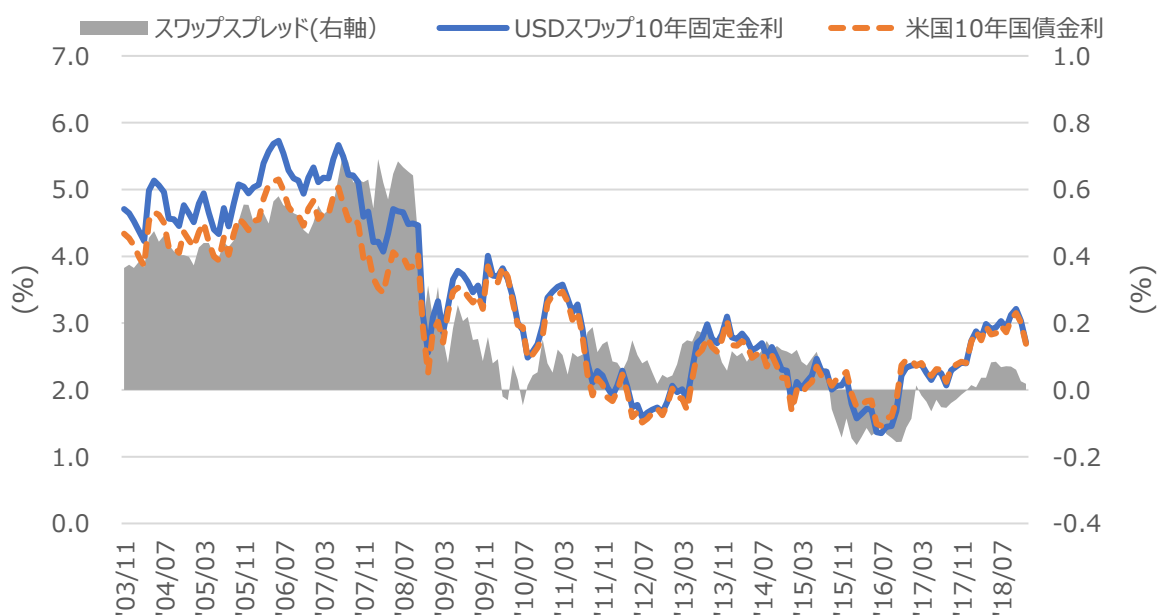
	ポジション	ポジション	価格	金利	スプレッド
スワップ	ロング	買い	上昇	下落	縮小
国債	ショート	売り	下落	上昇	

（出所）鈴木・竹本・加藤・木村（2009）

以下では現実のスワップスプレッドの動きを米ドルを例として示す（図表4参照）。スワップスプレッドは2007年から2008年の国際金融危機において最大を記録し、一時期0.6%を超えるスプレッド水準まで拡大した。その後、危機が一服する中でスワップスプレッドは縮小し、一時マイナスまでスワップが縮小したものの現在ではプラス水準までスプレッドは拡大している。金融危機時のスワップスプレッド拡大については鈴木・竹本・加藤・木村（2009）が実証分析を行っており、2007年7月まではスワップスプレッドがフェアバリューに収斂する価格発見機能が働いていたことが示唆されるものの、市場混乱期においては残存期間10年や20年の（超）長期ではその機能が極端に低下すること、3年や5年等の比較的短期では長期均衡関係が維持されるものの、その収束速度がやや低下することを指摘している。また近年のスワ

ップスプレッド縮小の背景として、Clark and Mann(2016)は、近年の金利スワップや米国債に対する需給の変化や、過去数年利用が広がっている CCP の利用拡大などを通じた店頭デリバティブ取引におけるカウンターパーティリスクの縮小が示唆されると指摘した。

図表4：米国 10 年債金利と米ドル 10 年スワップ固定金利の推移(2003 年 11 月末～2018 年 12 月末)



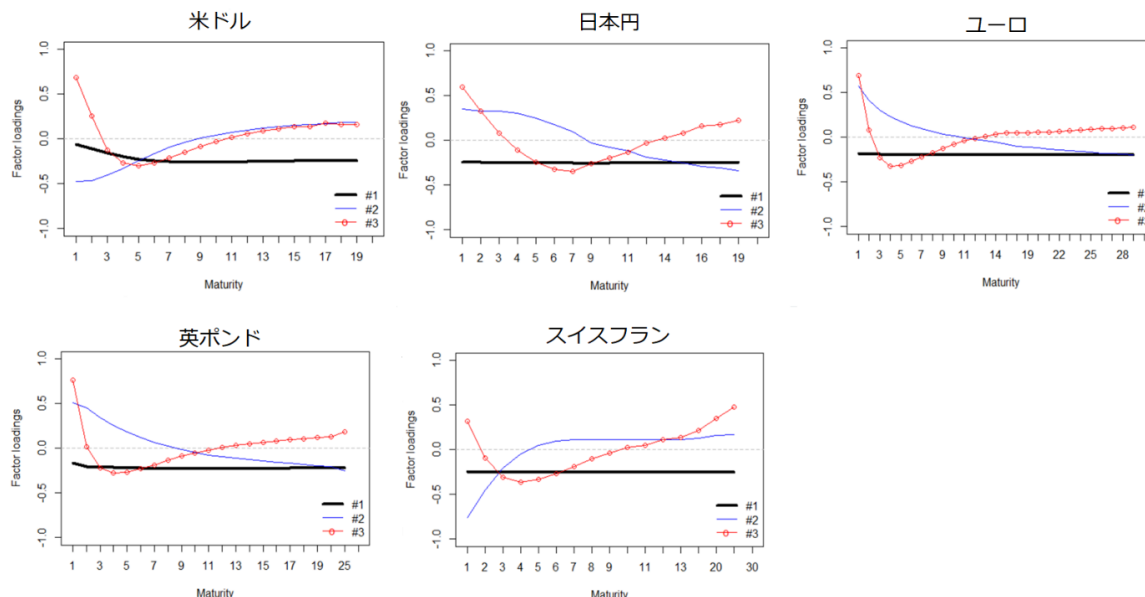
2.4 スワップイールドカーブの主成分分析

前項では国債とスワップの金利の乖離を確認するためスワップスプレッドの推移を確認した。本項ではスワップイールドカーブ全体の変動要因を確認するため、主成分分析を行う。現物債については、Litterman and Scheinkman(1991)が米国の現物債を対象に主成分分析を行い、債券の金利変動要因をイールドカーブの水準、傾き、曲率の3つのファクターに分解している。スワップイールドカーブに対する主成分分析の結果は図表5の通り、現物債のイールドカーブに対して主成分分析を行った場合と同様の傾向であった。第一主成分はほぼ横一直線となっていることから、イールドカーブの水準変化を表す成分と解釈できる。第二主成分は右肩上がりもしくは右肩下がりとなっており、このことからイールドカーブの傾きの変化、ツイストに対応する要素と解釈される。第三主成分は下に凸型となっており、イールドカーブの曲率変化に相当すると解釈できる。

図表6の通り、米ドルを除く4通貨については93%以上が第一主成分の水準ファクターにより説明できることが分かった。また米ドルについても79%程度と、第一主成分が高い説明力を持つことが分かった。そのためスワップイールドカーブの動きの8割以上が、イールドカーブ全体がパラレルシフトにより説明されると解釈することができる。このことから金利スワップの時価変動についてもパラレルシフトを前提に、

金利変化幅に修正デュレーションを掛ける形でおおむね近似させることが出来ると考えられる。

図表5: 主成分分析の結果



※縦軸に主成分負荷量、横軸に残存期間（年数）を表記、# 1、# 2、# 3はそれぞれ第一主成分、第二主成分、第三主成分を表す

図表6: 主成分別標準偏差と寄与度

	米ドル			日本円			ユーロ		
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
標準偏差	3.87	1.97	0.38	4.21	0.98	0.50	5.16	0.57	0.18
寄与率	0.79	0.20	0.01	0.93	0.05	0.01	0.99	0.01	0.00
累積寄与率	0.79	0.99	1.00	0.93	0.98	1.00	0.99	1.00	1.00
	英ポンド			スイスフラン					
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3			
標準偏差	4.43	0.99	0.64	3.97	0.38	0.25			
寄与率	0.93	0.05	0.02	0.99	0.01	0.00			
累積寄与率	0.93	0.98	1.00	0.99	1.00	1.00			

※第三主成分までを表記。PC 1、PC 2、PC 3はそれぞれ第一主成分、第二主成分、第三主成分を表す

2.5 キャリー戦略の概要

債券投資分野でのファクター投資に関する実証研究は近年行われたものが多く、実

証研究の蓄積は株式ほど進んではない。代表的なファクターとして、デュレーション、クレジット、キャリーなどのファクターが存在する⁷が、本論文ではそのうちの一つであるキャリーに着目し、検証を行う。

キャリーは主に、為替取引の分野において検証が進んでおり、カバー無し金利平価を否定する文脈で実証研究が蓄積されてきた。例えば Burnside et al. (2011)は、1976年から2009年までの、20か国の月次データを用いて、為替キャリー取引戦略が、大きく正のリターンを上げたこと。米国の株式市場の2倍のシャープレシオを記録したことを指摘した。

一方、Kojien et al.(2018)はキャリーについて、為替だけでなく株式や債券、オプション等様々な資産に存在することを指摘した。彼らはキャリーを、価格不変時の将来リターンとして定義し、(5)のように表した。

$$\text{リターン} = \text{キャリー} + \text{期待価格上昇率} + \text{想定外の価格ショック} \quad (5)$$

(5)のうち、期待価格上昇率の算出は特定のモデル等を用いて導出する必要があり、投資意思決定時に正確に算出することは容易ではない。一方、キャリーは先物価格など、一般に入手可能な情報から事前に導出することが可能であり、計算が容易というメリットがある。

Kojien et al. (2018)は、債券のキャリーを、(6)のように表した。

$$C_t \approx y_t^{\tau} - D_t^{\tau, mod}(y_t^{\tau-1} - y_t^{\tau}) \quad (6)$$

C_t : 時点 t のキャリー

y_t^{τ} : 時点 t における残存期間 τ 年の金利スワップの利回り

$D_t^{\tau, mod}$: 時点 t における残存期間 τ 年の金利スワップの修正デュレーション

$y_t^{\tau-1} - y_t^{\tau}$: 時点 t での残存年数 τ 年の1期分の金利差

時点 t における10年債の1か月分のキャリーは、(7)式のように示すことができる。

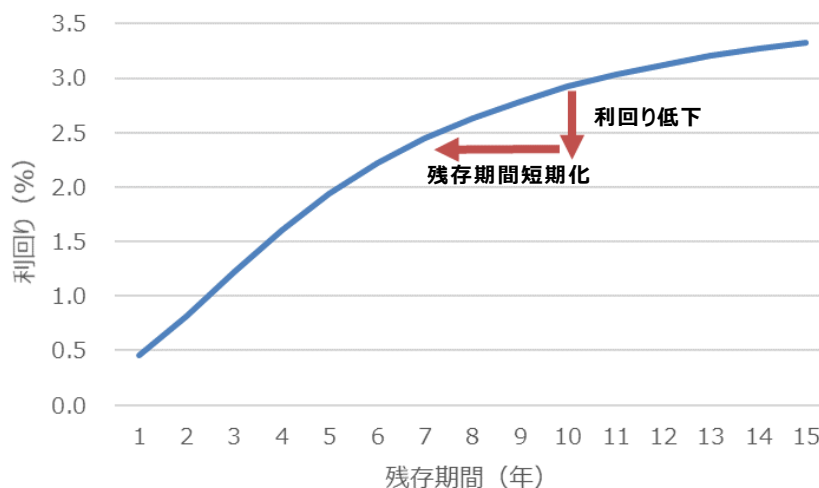
$$C_t^{10Y} \approx \frac{1}{12} y_t^{10Y} - D_t^{mod}(y_t^{9Y11M} - y_t^{10Y}) \quad (7)$$

(6)の第一項 y_t^{τ} は一定期間債券を保有することにより得られるインカムゲインを表す。第二項の $D_t^{mod}(y_t^{\tau-1} - y_t^{\tau})$ は、イールドカーブの形状が不変と仮定した場合に、期間経過により生じるキャピタルゲインを表す。この前提の下算出される利回りをロールダウンと呼ぶ。図表1のようにイールドカーブが右肩上がりの環境では、イールドカーブが不変と仮定すると、時間の経過とともに残存期間が短期化することで利回りが低下する(図表7参照)。利回り水準の低下により想定されるキャピタルゲインをロ

⁷ 菊川・内山・本廣・西内(2017)を参照

ールダウンと呼ぶ。また、債券を保有することによる利回りと特定年限のロールダウンを合算した期待利回りを、ローリングイールドと呼ぶことがある。

図表7:ロールダウンのイメージ



3 先行研究

3.1 キャリーを用いた投資戦略の先行研究

債券のキャリーに関する実証研究としては、大まかに分類すると、単一国の債券市場を分析対象とした実証研究と、複数国の債券を組み合わせたグローバル債券市場を対象とする実証研究が存在している。

単一国の債券市場を分析対象とした実証研究としては、Fama(1984)が挙げられる。Fama(1984)は、米国債のイールドカーブについて検証し、フォワードレートが米国債の年限バケット間のリターンの差を説明することを示し、イールドカーブの傾きが債券の年限間のリターン差を説明するうえで重要な役割を担っていることを指摘した。日本の国債や日本の国債を投資対象とする運用戦略を対象とした研究については、山田(2000)や菊川・内山・本廣・西内(2017)があげられる。山田(2000)は、日本国債指数をベンチマークとして、ベンチマークとデュレーションを同水準とする制約条件のもとでキャリーを最大化するローリングイールド最大化戦略が、金利上昇期と低下期を含む1988年から2000年の間に有効に機能し、安定的に指数を上回る超過収益を得られたことを述べている。菊川・内山・本廣・西内(2017)は、Nomura-BPI総合の2002年から2016年までの指数パフォーマンスについて分析し、同期間についてキャリーファクターのシャープレシオが1.25と良好であり、他のファクターリターンと比較しても高い値だったことを示した。また彼らは、アクティブ運用を行う日本籍の投資信託の超過リターンの源泉が主にクレジットファクターに依存するものであり、債券のキャリーファクターを有効に利用していないこと指摘し、債券のアクティブ運用においてキャリーに注目することでリスク調整後リターンの水準を改善することができる可能性があることを示唆した。

複数国の債券を組み合わせたグローバルなキャリー戦略を対象とする実証研究としては、Ilmanen and Sayood (2002)などが挙げられる。Ilmanen and Sayood (2002)は、複数の先進国（ドイツ、イギリス、スウェーデン、米国、カナダ、日本）の国債のデータを用い、キャリーをシグナルとして投資国を決定する投資手法が、トレンドや実質金利水準などをシグナルとして投資する投資手法よりも優れたリスク調整後リターンを生み出すことを述べ、キャリーが国債のリターンを予測するファクターとして有効であることを主張した。Martens et al. (2019) は、複数国の国債に対してグローバルにキャリー戦略を適用する戦略が有効であることを指摘した。Martens et al. (2019)によると、1985年1月から2018年10月までの月次データについて、グローバル国債指数（JP Morgan world bond Index）の国別、年限別指数を用い、指数採用国の債券指数に対してキャリーファクターを用いた投資戦略を行ったところ、インフォメーションレシオが0.98と高い値を示したことから、キャリーを用いた投資戦略のリターンは、他の債券ファクター戦略によるリターンと低相関であることを指摘した。ただし、個別国単体ではまちまちの結果となっており、日本やベルギーのインフォメーションレシオはそれぞれ1.04、0.76と比較的高い値だったのに対し、スウェーデンやオーストラリアは0.05、0.27と、国によりキャリー戦略の効果が高い国とそうでない国にはっきりと分かれる傾向があった。

また、デリバティブを対象としたキャリーに関する実証研究としては、先物を対象とした Bhansali et al. (2015) や、Desclee et al. (2017) が挙げられる。

Bhansali et al. (2015) は、コモデティ、株式、通貨、各国に上場している債券先物（英国債、円債、ドイツ国債、米国10年債、豪州10年債）を対象に、キャリーファクターとトレンドファクターを組み合わせることによるリターンの予測可能性を検証した。債券先物については1972年から2014年のデータについて、検証が行われた。先物のキャリーシグナルは利回りにロールダウンを加え、短期金利を差し引くことでキャリーを算定している。検証の結果、キャリーがプラスかつトレンドがプラスの期間は、平均値のおよそ二倍のリターンを生み出していると指摘した。

Desclee et al. (2017) は、1997年から2017年までの先進国通貨のスワップイールドカーブのデータを用い、クロスカーブ戦略とクロスマーケット戦略について検証を行った。クロスカーブ戦略は同一通貨のイールドカーブを構成する年限の中で割安な、ローリングイールドがデュレーション対比で大きい年限をロングし、逆にローリングイールドが小さく割高な年限をショートする戦略である。クロスマーケット戦略は、同一の年限について複数通貨のローリングイールドを比較し、デュレーション対比で割安な国をロングし、割高な国をショートする戦略である。クロスカーブ戦略については、指数対比で両戦略を比較すると、クロスカーブ戦略よりもクロスマーケット戦略のほうが有効に機能していると述べている。

4. 運用戦略の検証

4.1 検証に用いたデータ

本章では主に Desclee et al. (2017) 及び Koijen et al.(2018)を参考に、単一国通貨の金利スワップを対象にキャリー戦略を適用するクロスカーブ戦略と、複数国通貨の金利スワップを対象にキャリー戦略を適用するクロスマーケット戦略についての検証を行う。

本検証では 2008 年 12 月から 2018 年 12 月までの 10 年間の月次データを対象に検証を行った。固定金利は Bloomberg より取得した年限別の固定金利を用いた。データの存在しない年限間のデータについては三次スプライン法により補完し、残存期間が 1 年から 15 年まで、1 か月おきにデータが存在するスワップイールドカーブを算出した。残存期間 1 年以下の短期金利については各国の LIBOR を Bloomberg より取得した。キャリーの算出とキャピタルゲインの算出に用いる修正デュレーションについては、残存期間が固定金利の残存期間と等しく、固定金利相当のクーポン水準の、半年複利のパー債券が存在すると仮定して算出した。

4.2 金利スワップのリターン算出方法

本節ではシミュレーションで採用した、金利スワップのリターン算出方法の詳細を記載する。金利スワップは前述の通り、その組成時において、固定金利と変動金利のキャッシュフローの現在価値が等価値となるように組成される。そのため組成時において金利スワップの評価損益はゼロであり、組成後の金利変動によって金利スワップの評価損益は変動する。金利変動後の時価評価も、新たな金利水準をもとに将来キャッシュフローを現在価値に割り引くことで計算されるが、金利スワップの固定金利側と変動金利側のそれぞれのキャッシュフローは実質的に固定利付債と変動利付債と同じもの（現物債で発生する償還時の元本相当額のキャッシュフローは、固定金利側と変動金利側で同額発生するため相殺されると解釈される）であるため、リターン算出には債券のトータルリターン算出時の計算と同様の手法により計算ができる。そのため本検証ではスワップの月次トータルリターンは以下の式に基づき算出した。

固定金利側月次リターン

$$R_t^{\tau,fix} \simeq \frac{1}{12}y_t^{\tau} - D_t^{\tau,mod}(y_{t+1}^{\tau-1m} - y_t^{\tau}) \quad (8)$$

変動金利側月次リターン

$$R_t^{float} \simeq \frac{1}{12}y_t^f \quad (9)$$

金利スワップの月次リターン（固定金利受け・変動金利払い）

$$R_t^{IRS} \simeq R_t^{fix} - R_t^{float} \simeq \frac{1}{12}(y_t^{\tau} - y_t^f) - D_t^{mod}(y_{t+1}^{\tau-1m} - y_t^{\tau}) \quad (10)$$

固定金利側にあたる（８）については、 t 期における残存年数 τ の固定金利側のリターン $R_t^{\tau,fix}$ は、インカムゲインに相当する第一項の一个月分の固定金利リターン $\frac{1}{12}y_t^{\tau}$ と、キャピタルゲインに相当する修正デュレーション D_t^{mod} に固定金利の変動 $y_{t+1}^{\tau-1m} - y_t^{\tau}$ を乗じた第二項を合算してトータルリターンとする。なお修正デュレーションによる一次近似でのキャピタルゲイン算出はあくまで簡易的な計算だが、主成分分析の結果デュレーションによる近似でも価格変動の 9 割程度を説明可能なことから、シミュレーション上はおおむね妥当であると判断した。

変動金利側にあたる（８）については、半年毎に金利がリセットされる変動利付債と同様の価格変動をするため、わずかながらデュレーションを有するが、シミュレーション上は簡易的に経過利息相当の、 $1/12$ か月分の短期金利 $\frac{1}{12}y_t^f$ のみをリターンとして扱った。

（８）から（９）を差し引くことで、固定金利を受け取り、変動金利を支払う金利スワップの月次トータルリターンが算出される。これをもとに年限別の金利スワップのトータルリターン時系列リターンを算出し、シミュレーションに用いた。なお以下のシミュレーションでは、固定金利を受け取り変動金利を払うポジションを金利スワップのロング、変動金利を払い固定金利を受け取るポジションを金利スワップのショートとして取り扱う。

4.3 クロスカーブ戦略のシミュレーション

4.3.1 シミュレーション方法

本節ではクロスカーブ戦略のシミュレーション方法について記載する。

クロスカーブ戦略は要約すると、他の年限に比べ相対的にキャリーが高い年限の金利スワップをロングし、相対的にキャリーが低い年限の金利スワップをショートする戦略である。キャリーが高いことは、該当する年限が他の年限に比べ割安であること、キャリーが低いことは、該当する年限が他の年限に比べ割高であることとも言い換えることができる。年限別の割安・割高の判断に用いるキャリーについては、Koijen et al.(2018)の定義を参考に、以下の（11）式に基づき算出した。

$$C_t \approx \frac{1}{12}(y_t^{\tau} - y_t^{float}) - D_t^{\tau,mod}(y_t^{\tau-1m} - y_t^{\tau}) \quad (11)$$

C_t : 時点 t のキャリー

y_t^{τ} : 時点 t における残存期間 τ 年の固定金利

y_t^{float} : 時点 t における変動金利（シミュレーションでは 6 か月 LIBOR）

$D_t^{\tau,mod}$: 時点 t における残存期間 τ 年の金利スワップ（ロング）の修正デュレーション

$y_t^{\tau-1m} - y_t^{\tau}$: 時点 t での残存年数 τ 年の 1 か月分の金利差

(11) 式を構成する変数はいずれも時点 t でのデータであり、現実に観測されるデータから計算可能なデータである。(6) 式では債券のキャリーを定義したが、金利スワップの場合は現物債と異なり、変動金利の支払いを考慮する必要があるため、インカムゲインを表す第一項では固定金利から変動金利を差し引くことでキャリーを計算している。

シミュレーションにあたっては Koijen et al.(2018)や Martens et al.(2019)で用いられた手法を参考に、シミュレーションポートフォリオの構築を行った。ポートフォリオの保有比率については、(12) 式に基づき決定した。

$$W_t = Z_t \left[\text{rank} \left(\frac{C_t}{D_t^{\text{mod}}} \right) - \frac{N_t + 1}{2} \right] \quad (12)$$

W_t : t 期の各金利スワップポジションのウェイト

$\text{rank} \left(\frac{C_t}{D_t^{\text{mod}}} \right)$: t 期における修正デュレーション一単位当たりのキャリーの全年限内での順位

N_t : t 期の対象年限の数 (残存期間 2 年から 15 年の 1 年ごとの金利スワップを対象としているため、本シミュレーションでは全期間で $N_t=14$ となる)

t 期のウェイト W_t については、各年限の修正デュレーション D_t^{mod} 一単位当たりのキャリー C_t をもとにランク付けを行い、上位の年限をロング、下位の年限をショートする。 Z_t はロングポジションとショートポジションのデュレーションをそれぞれ等しくするための係数である。これにより、スワップイールドカーブの水準変化に対して中立となるようにポジションを構築した。

シミュレーションにあたっては、毎月末の固定金利水準から年限別のポジション比率を算出し、翌月末時点の固定金利水準から損益を算出。この時点でポジションをアンwindして新たな新たな固定金利水準をもとにポートフォリオを組成する前提で計算を行っている。

4.3.2 シミュレーション結果

上記の計算方法をもとにシミュレーションを行った結果、クロスカーブ戦略は通貨毎にばらつきのある結果となった (図表 8 参照)。日本円やスイスフランについては比較的高いシャープレシオとなった一方、米ドルや英ポンドについては相対的に低いシャープレシオとなり、通貨毎に投資効率が分かれる結果となった。対象期間は違うものの、2002 年から 2017 年までの金利スワップのデータを対象に同様の検証を行った Desclee et al. (2017) と整合的な結果であった。また尖度についてはユーロとスイスフランを除き、負の尖度となることが確認され、ユーロとスイスフランについては超過尖度となることが確認された。歪度については、英ポンドを除いて負の値となった。

債券ポートフォリオに対してキャリー戦略を適用した結果、リターンが負の尖度となることについては、Koijen et al.(2018)等でも報告されている。

図表 8: クロスカーブ戦略のパフォーマンス分析(2008年12月末~2018年12月末)

レバレッジ		米ドル	日本円	ユーロ	英ポンド	スイスフラン	単純平均
1倍	リターン	0.64%	1.16%	1.18%	0.47%	1.16%	0.93%
	リスク	2.18%	0.93%	1.79%	2.05%	1.17%	1.14%
	シャープ レシオ	0.29	1.25	0.66	0.23	0.99	0.81
	尖度	-1.44	0.17	5.26	-1.57	6.58	1.48
	歪度	-0.36	-1.07	-2.26	0.07	-2.11	-1.33
2倍	リターン	1.28%	2.32%	2.36%	0.95%	2.31%	1.86%
	リスク	4.36%	1.86%	3.59%	4.11%	2.33%	2.29%
3倍	リターン	1.92%	3.48%	3.54%	1.42%	3.47%	2.79%
	リスク	6.54%	2.79%	5.38%	6.16%	3.50%	3.43%

4.3.3 分散効果に関する検証

クロスカーブ戦略間での分散投資についても検証するため、各戦略の相関を計測した。また、Elton et al.(1987)を参考に、2つの戦略を組み合わせた場合のリスク・リターンの改善効果を以下の式に基づき検証する。

$$SR_{new} > SR_p \rho_{(new,current)} \quad (13)$$

SR_{new} : 新しく加えることを検討している資産のシャープレシオ

SR_p : 既存ポートフォリオのシャープレシオ

$\rho_{(new,current)}$: 新しく加えることを検討している資産と既存ポートフォリオの相関係数

既存のポートフォリオに新規資産を追加することによるシャープレシオの改善の有無は、新規資産のシャープレシオが、既存ポートフォリオのシャープレシオ SR_p に既存ポートフォリオと新規資産の相関係数 $\rho_{(new,current)}$ を乗じたものを上回っているかどうかで確認することができる。

図表9の通り、クロスカーブ戦略間でのリターンの相関は低く、単純平均を含めた15通りの組み合わせのうち、英ポンドとユーロの組み合わせを除く14通りの組み合わせでシャープレシオの改善が可能であることが分かった。また、特に日本円については他の通貨との相関が低く、ユーロ、英ポンド、スイスフランの3通貨に対してはリターンの相関がマイナスとなった。シャープレシオが最も高かったこともあり、他のポートフォリオと組み合わせることによるシャープレシオ改善効果は、日本円が最も高かったといえる。

図表 9: クロスカーブ戦略の通貨間の相関係数(2008年12月末~2018年12月末)

国	シャープレシオ	米ドル	日本円	ユーロ	英ポンド	スイスフラン	単純平均
米ドル	0.29	1.00	-0.04	0.48 ***	0.65 ***	0.46 ***	0.85 ***
日本円	1.25		1.00 *	-0.17 *	-0.08	-0.08	0.05
ユーロ	0.66			1.00	0.47 ***	0.59 ***	0.76 ***
英ポンド	0.23				1.00	0.35 ***	0.81 ***
スイスフラン	0.99					1.00	0.68 ***
単純平均	0.81						1.00

※2 通貨を組み合わせた場合にシャープレシオが改善するものについては太字で示した。相関係数の右隣のアスタリスク (*) は、無相関検定の結果を示す。

“***” は 1% 有意水準, “**” は 5% 有意水準, “*” は 10% 有意水準。

4.3.4 シミュレーション結果に対する回帰分析

クロスカーブ戦略のパフォーマンスに影響を及ぼす要因を把握するため、通貨別に以下の重回帰分析を行った。

$$R^{cc} = \beta_0 + \beta_1 LIBOR^{6M} + \beta_2 Spread^{10Y-6Y} \quad (14)$$

R^{cc} : クロスカーブ戦略のリターン

$LIBOR^{6M}$: 6 か月 LIBOR の前月差

$Spread^{10Y-3Y}$: 10 年固定金利と 3 年固定金利のスプレッドの前月差

$Libor^{6M}$ については、スイスフランを除き係数の符号がマイナスとなった。金利低下局面でのパフォーマンスが良好なことが示唆されるが、(14) 式第一項で 6 か月 LIBOR をスワップ金利から差し引いていることから、6 か月 LIBOR の上昇はキャリーの低下要因となる。そのためキャリーの定義と整合的な結果である。 $Spread^{10Y-3M}$ については日本円を除いた全ての通貨でプラスの係数となり、いずれも 1% 水準で有意となった。イールドカーブ傾きが大きいほどロールダウンによるキャピタルゲインは大きくなるため、 $Spread^{10Y-3Y}$ についてもキャリーの定義と整合的である。

図表 10: クロスカーブ戦略の重回帰分析の結果(2008年12月末～2018年12月末)

通貨		係数		標準誤差	t 値	P 値	R2
米ドル	切片	0.001		0.001	1.549	0.124	0.207
	Libor	-0.020	***	0.007	-2.975	0.004	
	Spread	0.008	***	0.002	3.305	0.001	
日本円	切片	0.001	***	0.000	3.352	0.001	0.257
	Libor	-0.021	*	0.012	-1.733	0.086	
	Spread	-0.020	***	0.003	-6.336	0.000	
ユーロ	切片	0.001	*	0.000	1.780	0.078	0.344
	Libor	-0.009	**	0.004	-2.001	0.048	
	Spread	0.014	***	0.002	6.200	0.000	
英ポンド	切片	0.000		0.000	0.129	0.898	0.257
	Libor	-0.022	***	0.006	-3.781	0.000	
	Spread	0.007	***	0.002	2.976	0.004	
スイスフラン	切片	0.001	***	0.000	3.545	0.001	0.120
	Libor	0.002		0.004	0.469	0.640	
	Spread	0.009	***	0.002	3.990	0.000	

※ 係数の右隣のアスタリスク（*）は係数の有意水準を表す。“***”は1%有意水準, “**”は5%有意水準, “*”は10%有意水準を表す。

4.3.5 クロスカーブ戦略の局面分析

本節では局面別に、スプレッドの拡大や縮小、金利水準の上昇と低下が検証期間において、どの程度リターンに影響与えていたかを確認するため、クロスカーブ戦略の局面分析を行った。

まず10年固定金利と3年固定金利のスプレッドについては、日本円を除きスプレッド拡大局面がプラスとなり縮小局面がマイナスとなった。一方で、日本円についてはスプレッドの縮小局面がプラスの値となった。LIBORの上昇や低下に対しては低下局面でのパフォーマンスが全てプラスだった半面、LIBORの上昇局面でのパフォーマンスには通貨間で差が付き、米ドルと英ポンドについてはマイナスリターンだった一方、他の通貨では比較的小さいながらもプラスのリターンとなった。スプレッドとLIBORの平均リターンを俯瞰すると、前の節で行った重回帰分析と整合的な結果となるが、スプレッドの拡大局面とLIBORの低下局面ではほぼすべての通貨でプラスのリターンとなることがわかり、それらの環境がキャリー運用にとって有利な環境であるということが示唆される。一方、スプレッドの縮小局面やLIBORの上昇局面では必ずしもはっきりとした傾向が表れるわけではないことが分かった。

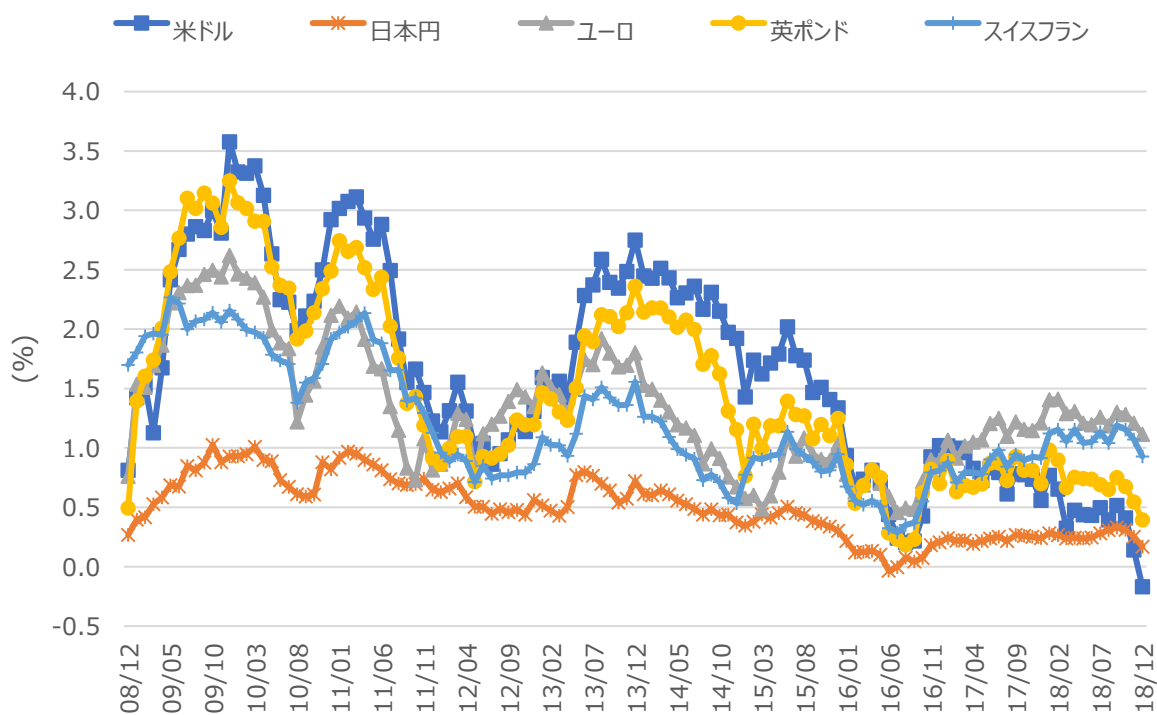
固定金利の上昇と低下については、10年固定金利上昇局面や3年の固定金利低下局面では日本円を除きリターンがプラスとなる傾向がありキャリー戦略に有利な環境であることが示唆される。一方、10年固定金利の低下局面や3年固定金利の上昇局面でははっきりとした傾向は現れなかった。ただし短い年限の固定金利は短期金利の動向に左右されやすい傾向がある。実際 LIBOR 低下局面と3年固定金利の低下局面のリターンは近い数字となっており、3年固定金利の低下局面と LIBOR の低下局面は重複して起きていることが示唆される。

図表 11: 局面別平均パフォーマンス(2008年12月末～2018年12月末、年率)

	米ドル	日本円	ユーロ	英ポンド	スイスフラン
スプレッド拡大局面	5.84%	-0.25%	4.46%	5.26%	3.39%
スプレッド縮小局面	-4.02%	2.17%	-1.87%	-3.41%	-0.62%
LIBOR 上昇局面	-1.65%	0.35%	0.06%	-0.53%	0.89%
LIBOR 低下局面	2.98%	1.29%	1.66%	1.51%	1.62%
10年固定金利上昇局面	2.24%	-0.38%	2.46%	1.83%	2.37%
10年固定金利低下局面	-1.20%	2.25%	0.34%	-0.53%	0.32%
3年固定金利上昇局面	-1.45%	0.44%	1.04%	-0.53%	0.33%
3年固定金利低下局面	2.85%	1.63%	1.29%	1.38%	1.91%

※スプレッドは10年と3年金利スワップの固定金利、LIBORは各国通貨建て6か月物 LIBOR

図表 12: 10年—3年固定金利スプレッドの推移(2008年12月末～2018年12月末)



4.4 クロスマーケット戦略のシミュレーション

4.4.1 シミュレーション方法

本節では単一通貨の金利スワップに対してキャリー戦略を適用するクロスカーブ戦略に続き、複数国の金利スワップに対してキャリー戦略を適用するクロスマーケット戦略について検討を行った。クロスマーケット戦略は、キャリー水準の高い国をロングし、低い水準の国をショートする戦略であり、Koijen et al.(2018)や Martens et al.(2019)、Desclee et al. (2017) において有効であることが示唆されている。

本論文ではクロスマーケット戦略の検証について、以下の通り行った。まずクロスカーブ戦略について検討したのと同様に年限別の金利スワップリターンを計算し、次に金利スワップのデュレーション—単位当たりのキャリー水準を、各国毎に算出した。投資対象年限は、3年,5年,10年,15年の残存期間をもつ金利スワップとして、同一年限内でのキャリーの水準を(15)式を用いて順位付けした。

$$W_t^r = Z_t^r \left[\text{rank} \left(\frac{C_t^r}{D_t^{r,mod}} \right) - \frac{N_t^r + 1}{2} \right] \quad (15)$$

W_t : t期の各金利スワップポジションのウェイト

$\text{rank} \left(\frac{C_t}{D_t^{mod}} \right)$: t期における修正デュレーション—単位当たりのキャリーの全年限内での順位

N_t^τ : t期の残存期間 τ 年における、シミュレーション対象となる金利スワップの数
(5か国の金利スワップをシミュレーション対象としているため、本シミュレーションでは全期間で $N_t^\tau=5$ となる)

(15)式に基づきポジションを決定すると、特定の年限 τ の t時点でのデュレーション一単位当たりキャリーついてランク付けを行い、上位通貨をロング、下位通貨をショートする。 Z_t^τ はロングポジションとショートポジションのデュレーションを等しくするための項である。これにより、スワップイールドカーブの水準変化から中立になるようにポジションを構築した。

平均的な水準よりもキャリーが高い国で金利スワップのロングポジション(固定受け・変動払い)を取り、逆に平均よりも低い国でショートポジション(固定払い・変動受け)を取るロングショート運用を行うこととなる。

なお現物債で国債投資を行う場合、通貨エクスポージャーについて検討する必要があるが、金利スワップでは元本の交換が行われなため、元本部分へのヘッジが不要となる。実際に為替エクスポージャーを0にするためには評価損益部分についてヘッジをしたと仮定し、評価損益に対するヘッジコスト/ヘッジプレミアムを加減算する必要があるが、1か月ごとにリバランスを行うロングショートポートフォリオであることから、評価損益の割合は常に小さく、パフォーマンスへの影響は小さいと判断してヘッジについては考慮しない形でシミュレーションを行っている。

4.4.2 シミュレーション結果

検証の結果、2008年から2018年までの期間において、年限別のシャープレシオは0.24から0.65程度となった。長期よりも短期の年限のほうが相対的に高いシャープレシオとなった。残存期間3年については相対的に高いシャープレシオとなったものの、累積リターンが2012年以降ほぼ横ばい推移しており利益が出ない傾向となった。クロスカーブ戦略と比べると、5か国を合算したポートフォリオのシャープレシオが0.8程度だったことと比べると、相対的にリスク・リターンが劣っている結果となった。また残存期間5年以上では、残存期間が短いほどシャープレシオが高く、リスクに見合ったリターンを生み出せていないことが分かった。背景としては、各国の金融政策の方向性に影響されやすい短期金利よりも、グローバルな金融経済環境の影響を受けやすい10年以上の長期年限のほうが相対的に相関が高く(図表14参照)、分散効果による恩恵を受けにくいことなどが示唆される。

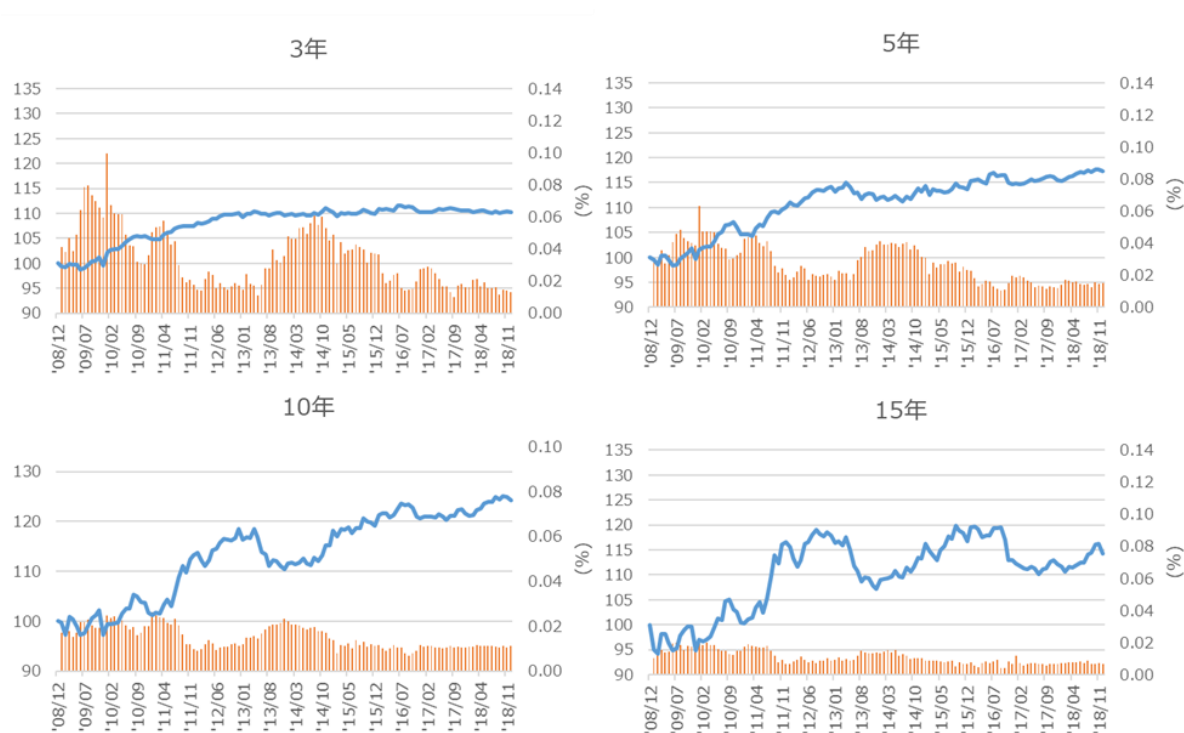
また、残存3年のみ高い尖度となっている。これはポジションのグロスのデュレーションが低いため金利変動によるキャピタル部分の影響よりも、金利の受け払いによるインカム部分のリターンの影響が他と比べて相対的に大きいことが影響していると考えられる。また、歪度については3年を除き、わずかにマイナスの値となった。

図表 13: クロスマーケット戦略の年限別パフォーマンス

レバレッジ		3年	5年	10年	15年
1倍	リターン	0.98%	1.61%	2.19%	1.33%
	リスク	1.59%	2.48%	4.22%	5.46%
	シャープレシオ	0.62	0.65	0.52	0.24
	尖度	9.53	0.62	2.14	1.24
	歪度	1.04	-0.22	-0.24	-0.03
2倍	リターン	1.95%	3.22%	4.39%	2.67%
	リスク	3.18%	4.96%	8.43%	10.92%
3倍	リターン	2.93%	4.83%	6.58%	4.00%
	リスク	4.77%	7.43%	12.65%	16.37%

※一列目の年数は対象とした年限を表す。3年であれば、3年固定金利の各通貨の金利スワップをロングもしくはショートしたシミュレーションであることを示す。

図表 14: クロスマーケット戦略の年限別パフォーマンス(期間:2008年12月~2018年12月、月次)



※ 折れ線グラフは年限ごとの累積リターンの指数値（2008年12月=100）。棒グラフはネットキャリーの水準（右軸）

図表 15: 各年限間の固定金利の相関

3年	米ドル	日本円	ユーロ	英ポンド	スイスフラン
米ドル	1.00***	0.19**	0.38***	0.57***	0.39***
日本円		1.00***	0.18**	0.27***	0.20**
ユーロ			1.00***	0.59***	0.61***
英ポンド				1.00***	0.59***
スイスフラン					1.00***

5年	米ドル	日本円	ユーロ	英ポンド	スイスフラン
米ドル	1.00***	0.36***	0.57***	0.72***	0.64***
日本円		0.92***	0.27***	0.32***	0.28***
ユーロ			0.93***	0.60***	0.65***
英ポンド				0.95***	0.62***
スイスフラン					1.00***

10年	米ドル	日本円	ユーロ	英ポンド	スイスフラン
米ドル	1.00***	0.54***	0.70***	0.82***	0.77***
日本円		1.00***	0.45***	0.47***	0.46***
ユーロ			1.00***	0.76***	0.79***
英ポンド				1.00***	0.80***
スイスフラン					1.00***

15年	米ドル	日本円	ユーロ	英ポンド	スイスフラン
米ドル	1.00***	0.57***	0.73***	0.83***	0.79***
日本円		1.00***	0.47***	0.51***	0.51***
ユーロ			1.00***	0.75***	0.81***
英ポンド				1.00***	0.79***
スイスフラン					1.00***

4.4.3 キャリーのリターン予測性の検証

クロスマーケット戦略における、キャリーのリターン予測性を検証するため、回帰分析を行った。クロスカーブ戦略のように単一の指標が存在しないため、クロスマーケット戦略については、ポートフォリオのデュレーション—単位当たりのキャリーと、翌月のリターンの関係について以下の式に基づき、単回帰分析を行うこととした。

$$R_t^{cc} = \beta_0 + \beta_1 C_{t-1} \quad (16)$$

$$C_{t-1} = \sum w_{t-1} C_{t-1}^r \quad (17)$$

C_{t-1} : t-1 時点でのポートフォリオのネットキャリー水準

検証の結果、残存 10 年を除く 3 つの年限において β_1 の値は有意な結果となり β_1 の値も正の値となった (図表 16 参照)。この結果から、キャリーが高い時期にポジションを拡大させ、低い時期にはポジションを縮小させるといったタイミングをとる戦略が有効であることが示唆される。ただし前述の通り長期年限になるほどシャープレシオが低下する傾向があることも考慮すると、キャリーとポートフォリオのリターンの関係が有意でありシャープレシオも相対的に高い 5 年程度の中期年限に同様の戦略を適用するのが適切であることが示唆される。

図表 16: キャリーシグナルとの相関

		3 年	5 年	10 年	15 年
係数	β_0	-0.003 **	-0.004 *	-0.002	-0.005
	β_1	0.091 **	0.179 ***	0.276	0.621 **
P 値	β_0	0.022	0.061	0.458	0.110
	β_1	0.002	0.008	0.195	0.037
	R2	7.60%	5.81%	1.42%	3.63%

※ 係数の右隣のアスタリスク (*) は係数の有意水準を表す。 “***” は 1% 有意水準, “**” は 5% 有意水準, “*” は 10% 有意水準を表す。

5. 結論と課題

本論文では債券ファクター戦略において代表的なファクターの一つとされる債券のキャリーに注目する戦略について、金利スワップを用いた場合の効果について検証を行った。結論は以下の通りである。

検証の結果、同一国の金利スワップの中で割安な年限をロングし、割高な年限をショートするクロスカーブ戦略については、日本円やスイスフランについては比較的高いシャープレシオとなった一方、米ドルや英ポンドについては相対的に低いシャープレシオとなり、通貨毎に投資効率が分かれる結果となった。一方、各通貨毎のパフォーマンスの相関の低さから、複数の通貨に分散投資を行うことで、シャープレシオを改善させる効果があることが分かった。また回帰分析の結果、同戦略のリターンは検証の対象とした 5 通貨のうちスイスフランを除く 4 通貨で短期金利の水準変化と負の関係があった。また、3 年固定金利と 10 年固定金利のスプレッドに対して、日本円を除く 4 通貨で正の相関があった。そのため検証対象期間においては、短期金利の低下局面と、長短スプレッドの拡大局面でリターンが出やすい傾向があったことが分かった。

多国間でキャリーの相対的な大きさを投資判定の基準として用いるクロスマーケッ

ト戦略については、検証対処とした4つの年限のうち、10年未満の年限（3年、5年）でシャープレシオが0.6程度となった。一方10年以上ではシャープレシオが相対的に低下する悔過となった。また、キャリーを投資意思決定のシグナルとして用い、投資の実行やポジションの拡大縮小のシグナルとして用いるタイミング戦略について検証した結果、タイミング戦略についてはクロスカーブ戦略においては一部有効であることが示唆された。

なお本論文では、以下のいくつかの点について検証を行っておらず、今後課題を残している。まずクロスカーブ戦略やクロスマーケット戦略の検証において、通貨別のパフォーマンス格差の理由や年限間のパフォーマンスの違いについて詳細な分析を行っていない。キャリー戦略は投資先の国や通貨、年限に間の割安・割高関係に注目した投資手法だが、パフォーマンス格差には何らかのリスクの裏付けがあると考えられる。Koijen et al.(2018)は株式や債券、為替等の複数資産キャリーファクターのリターンが正であることを示した一方で、それがどのようなリスクに裏付けられたものなのかは不明としているが、金利スワップの場合もリターンの源泉がどのようなリスクに基づくのか、他の資産と同様に検証の必要があると考える。また本論文ではキャリーに注目して投資戦略を検証したが、他のファクターとの相関については論じていない。日本国債と日本国債に投資するアクティブファンドを対象に、キャリーファクターに関する検証を行った菊川・内山・本廣・西内（2017）は、キャリーファクターがクレジットやデュレーションといった他のファクターとの相関が低く、キャリーファクターを取り入れた投資を行うことでパフォーマンス改善につながる可能性があることを主張している。金利スワップに関しても同様か否かについては現時点では不明であり、この点についても検証が必要だと考える。また実務的な課題として、本論文で行った検証では、トレード頻度の問題がある。本検証では月次で金利スワップのポジションの見直しを行う前提でシミュレーションを行ったが、現実に金利スワップを使った戦略を実行しようとする、金利スワップ組成時のコストの問題やオペレーションの煩雑さなどから必ずしも現実的な仮定とは言えない可能性が高い。そのため、実際に戦略を実行するにあたっては、リバランス頻度を落とす、投資する金利スワップの数を限定する、など現実的な導入方法を検討する必要がある。金利スワップは組成条件の自由度の高さや、レバレッジの容易さなどから投資戦略に取り入れやすいというメリットがある反面、実際は導入にあたってのハードルは高い。これら本論文で言及しなかった点に関しては今後の研究課題としたい。

また将来的な課題として、LIBORの公表停止に関する論点を取り上げたい。本論文では金利スワップの変動金利について、LIBORを参照することを前提でシミュレーションを行った。LIBORについては一部のブローカーが意図的にLIBORを操作していたことが発覚した2012年のLIBOR不正事件以降、指標金利に関する改革に取り組んできたが、2017年に、英国FCA(Financial Act Authority)が、LIBORのパネル行に対してレートの提示を強制する権限を2021年末以降行使しない旨を表明している⁸。そのため2021年末以降のLIBOR公表停止が予想されており、新規契約の新指標金利へ

⁸ LIBOR公表停止問題に関する記述は、金融庁（2019）を参照

の移行と、既存契約のフォールバック（契約当事者間での代替指標への切り替えを事前合意する対応）が検討されている。LIBOR 公表停止後の対応については現在も議論の最中ではあるが、対応の方向性により、金利スワップ市場にも何らかの影響が出る可能性がある。LIBOR には本文中で述べた通り、将来にわたる無リスク金利の加重平均値が組み込まれているほか、銀行部門のリスク要因も含まれている。しかし LIBOR の代替指標の一つとして有力な候補の一つとされる Secured Overnight Financing Rate (SOFR)は無リスク金利とされているため、LIBOR ベースで決定された金利スワップの固定金利と SOFR ベースで決定された金利スワップの固定金利には銀行部門のリスク要因分だけの差異が生じることとなる。そのため、LIBOR の公表停止後に両者を見ることはできず、本研究で取り上げたテーマを今後研究する場合もデータの継続性に問題が生じる可能性が高い。また、SOFR の決定方法など様々な点で両指標には違いがあり、今後の実証研究ではこの違いを補正する作業が必要になると考えられる。他にも各国で LIBOR に代わる指標金利に関する検討が進められているものの、いずれの指標も一長一短な特性を持っているほか、LIBOR とは異なる方式により決められていることで LIBOR との違いを把握したうえで研究が進められる必要がある。LIBOR 公表停止後、マーケットスタンダードが確立した段階で、改めてデリバティブ市場における運用戦略に関する検証が必要である。

債券や金利スワップなどのデリバティブを対象としたファクター戦略については以下の点も今後の課題として取り上げたい。当研究では金利スワップを対象に、キャリー戦略という単一の運用戦略の有効性を検討したが、株式の世界ではより多くの様々なファクターが生み出され、ファクターを組み合わせることで投資戦略の有効性を高める取り組みが行われている。債券の投資戦略においては未だ少数のファクターの有効性しか検証されておらず、キャリーのほか、モメンタムやクレジット、デュレーションなど検証済みのファクターは少数に限られているが、独立した様々なファクター戦略を組み合わせることで、パフォーマンスの改善につなげられる可能性がある。そのため、キャリー戦略だけでなく、様々な戦略を組み合わせたマルチファクター戦略についても同様に、検討が必要だろう。また、本論文では金利スワップを対象に運用戦略を検討したが、金利スワップ以外にも、通貨スワップや金利オプション、為替オプションなど、金利・為替系のデリバティブに関する運用戦略の検証はデータの制約もあり、実証研究が進んでいない。金融危機後の規制が進む中でデリバティブ市場が整備され、カウンターパーティリスクの削減が進んだことから、これらのマーケットの動きは金利スワップと同様に、イールドカーブの形状から実証的に研究することが以前よりも可能になったと考えられる。ファクターの多様化とともに、デリバティブを中心としたファクター戦略における投資対象商品の拡大とその検証も将来的な研究テーマとしたい。

参考文献(URL 記載の参考文献は全て 2019 年 12 月 31 日閲覧)

- 岡田 功太 (2014)「世界の年金基金で進むスマートベータの導入」『野村資本市場クォーターリー』,2014 Summer
- 岡田 功太 (2015)「最近の米国 ETF 業界におけるイノベーション—スマートベータの取り組みとアクティブ型 ETF の開発」『野村資本市場クォーターリー』,2015 Summer
- 菊川 匡・内山 朋規・本廣 守・西内 翔(2017)「国内債券アクティブ運用のパフォーマンスとスマートベータ戦略」, 『証券アナリストジャーナル』, pp.69-80, 2017-2
- 金融庁(2019)「LIBOR 公表停止の課題と対応について」『PwC Japan グループ LIBOR と金利指標改革セミナー資料』
<https://www.fsa.go.jp/policy/LIBOR/pwcjapanforum20191107.pdf>
- 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】』2016 年 5 月 23 日 株式会社きんざい
- 鈴木高志・竹本直人・加藤晴子・木村武 (2009)「金融混乱下のスワップ市場と国債市場の価格発見機能 —スワップスプレッドの動きから何を読み取るか?—」『日銀レビュー』2009-J-7
https://www.boj.or.jp/research/wps_rev/rev_2009/data/rev09j07.pdf
- 竹原 均 (2003)「ベンチマークに対する理論的考察 -効率的市場仮説との関係を中心に-」『証券アナリストジャーナル』 Vol41 pp.4-18
- 徳野 明洋(2017)『スマートベータの取扱説明書—仕組みを理解して使いこなす』、東洋経済新報社 2017 年
- 日本銀行 (2017)「清算機関 (CCP) を巡るグローバルな対応について」『決済システムレポート別冊』日本銀行 決済機構局
<https://www.boj.or.jp/research/brp/psr/psrb170829.htm/>
- 山田 聡(2000)「日本国債のリスク・プレミアムと投資戦略への応用」『証券アナリストジャーナル』 Vol38 (12),pp32-62, 日本証券アナリスト協会
- Albert Desclee, Evgeny Katenko, Simon Polbennikov(2017) "Carry Strategies in Global Rates Markets" Barclays Quantitative Portfolio Strategy 14 June 2017
- Andrew Ang(2014) "Asset Management: A Systematic Approach to Factor Investing", Oxford University Press, c2014 (『資産運用の本質—ファクター投資への体系的アプローチ』、坂本雄作・浅岡泰史・角間和男・浦壁厚郎監訳、きんざい 2016 年)
- Antti Ilmanen and Rafey Sayood(2002) "Quantitative Forecasting Models and Active Diversification for International Bonds" ,The Journal of Fixed income, Vol12(13) pp. 40-51
- Craig Burnside, Martin Eichenbaum, Sergio Rebelo(2011) "Carry trade and momentum in currency markets" ,Annual Review of Financial Economics Vol3(1) pp.511-535
- Edwin J Elton, Martin J Gruber, Joel C Rentzler(1987) "Professionally Managed, Publicly Traded Commodity Funds" The Journal of Business, Vol60(2), pp. 175-99
- Eugene F Fama(1984) "Forward and spot exchange rates" Journal of Monetary Economics Vol14(3), pp.319-338
- Eugene F Fama and Kenneth R French(1993) "Common risk factors in the returns on stocks and bonds," Journal of Financial Economics, Elsevier, Vol33(1), pp. 3-56

James Clark and Gabriel Mann (2016) "Examining Swap Spreads and the Implications for Funding the Government"

<https://www.treasury.gov/connect/blog/Pages/Examining-Swap-Spreads-and-the-Implications-for-Funding-the-Government.aspx>

Martin Martens, Paul Beekhuizen, Johan Duyvesteyn and Casper Zomerdijk(2019) "Carry Investing on the Yield Curve" Financial Analysts Journal, Vol75(4),pp. 51-63

Ralph S.J. Kojen, Tobias J. Moskowitz, Lasse Heje Pedersen(2018) "Carry" Journal of Financial Economics,Vol127(2), pp.197-225

Robert Litterman and Jose Scheinkman(1991)"Common Risk Factors Affecting Bond Returns" The Journal of Fixed Income,Vol1 (1) pp.54-61

Vineer Bhansali, Josh Davis, Matt Dorsten and Graham Rennison(2015) "Carry and Trend in Lots of Places" The Journal of Portfolio Management, Vol 41(4) pp. 82-90

William F. Sharpe(1964)"Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk" The Journal of Finance, Vol 19 (3), pp. 425-442

引用・参考サイト(全て2019年12月31日閲覧)

Bank of International Settlement

https://www.bis.org/statistics/about_derivatives_stats.htm?m=6%7C32eeee

Intercontinental Exchange LIBOR <https://www.theice.com/iba/libor>

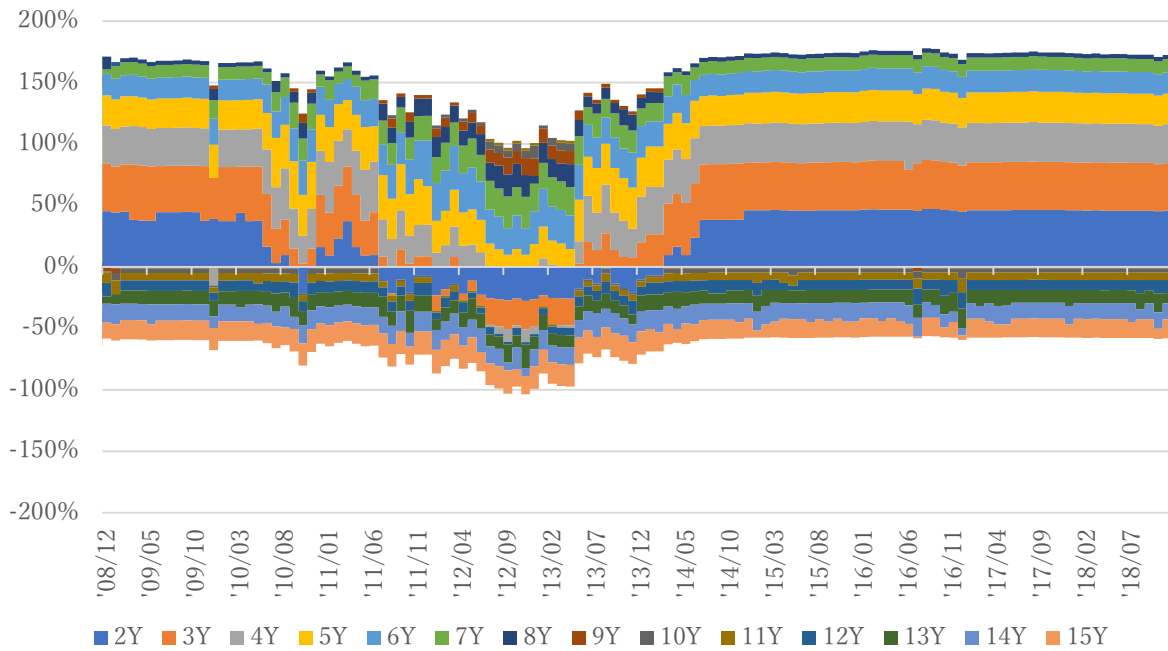
FTSE Russel 「世界のスマートベータ採用率、過去最高の 58%に」 FTSE Russel プレスリリース

<https://www.ftserussell.com/ja/press/global-smart-beta-adoption-reaches-record-high-58-percent>

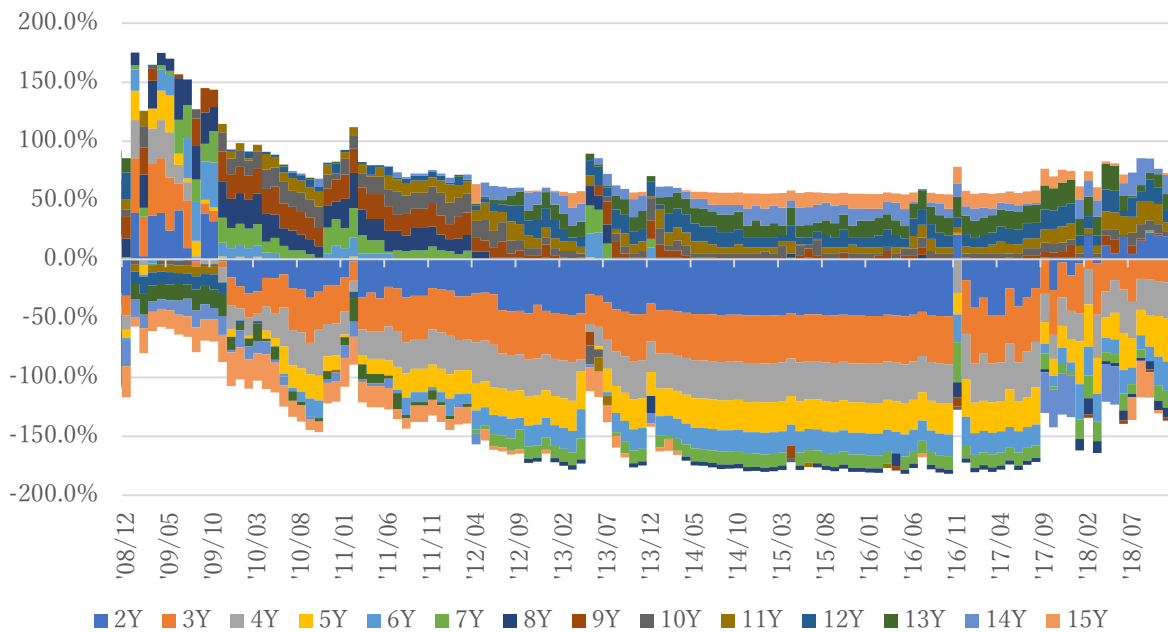
Appendix

クロスカーブ戦略のポジション推移(2008年12月末~2018年12月末、月次)

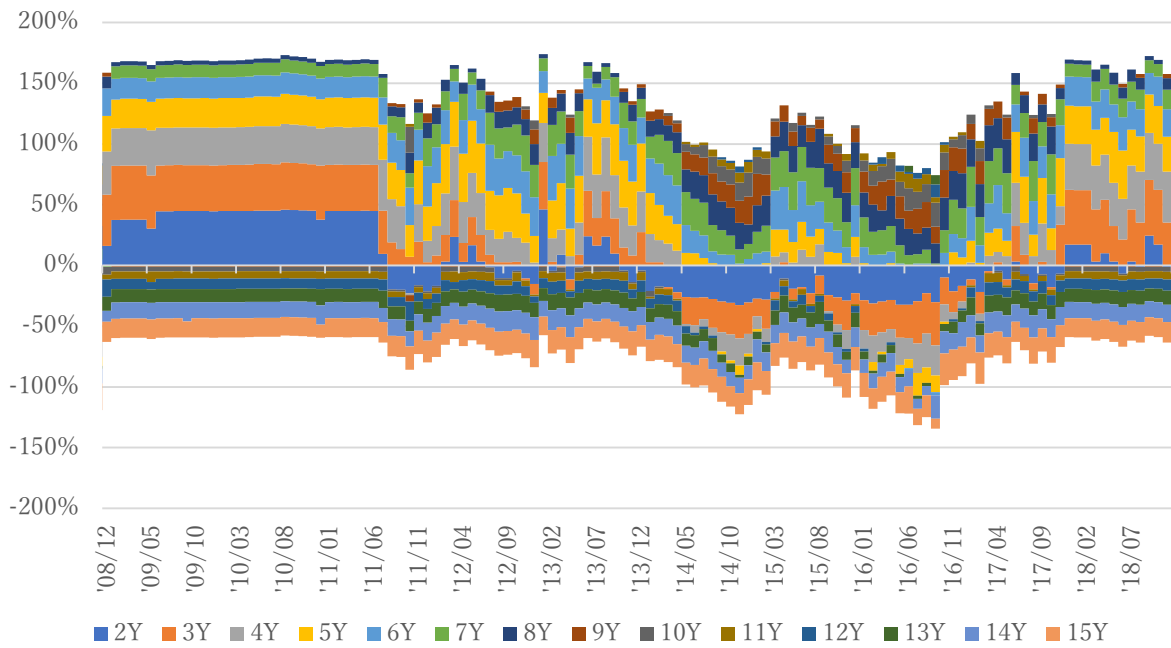
米ドル



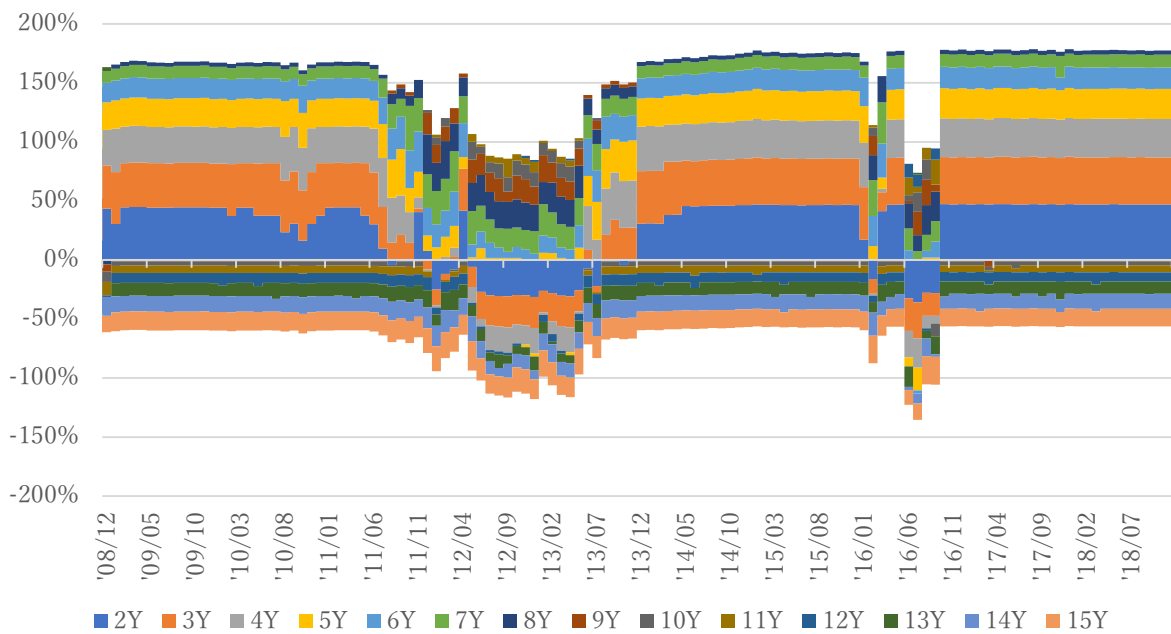
日本円



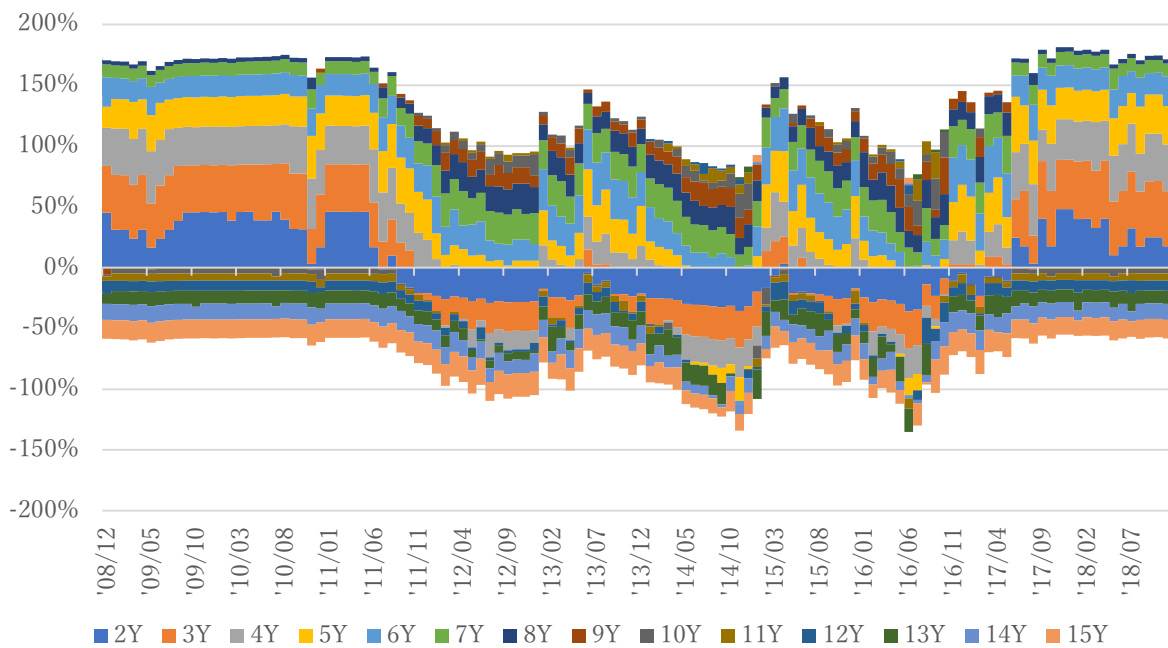
ユーロ



英ポンド

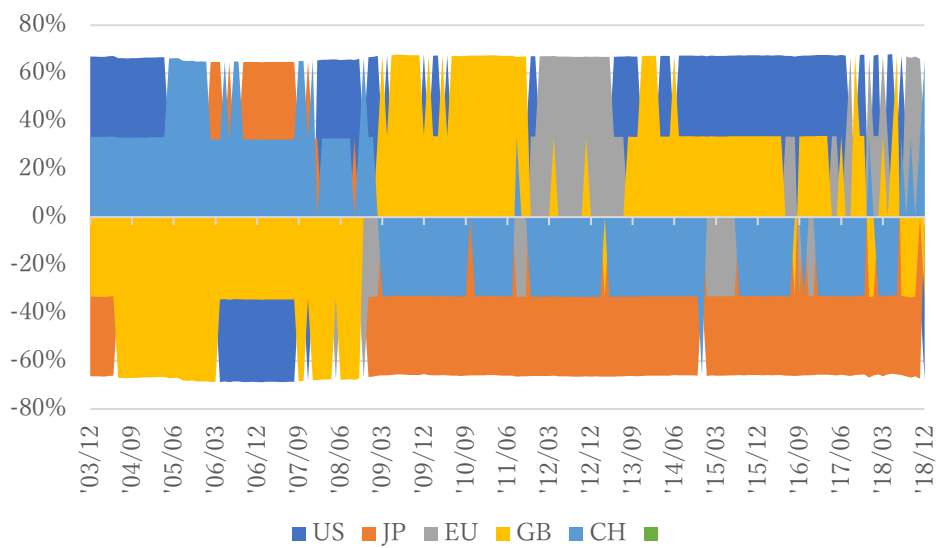


スイスフラン

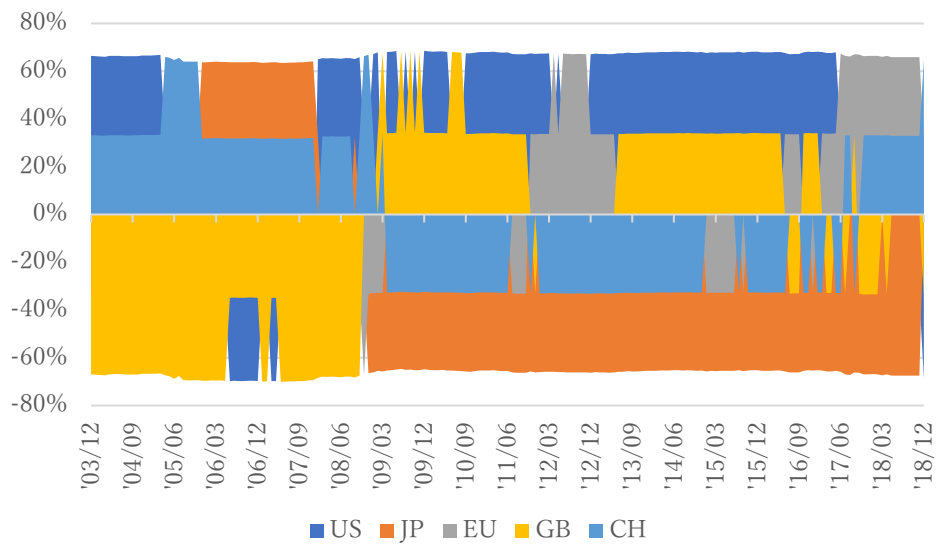


クロスマーケット戦略の投資割合の推移(2008年12月末~2018年12月末)

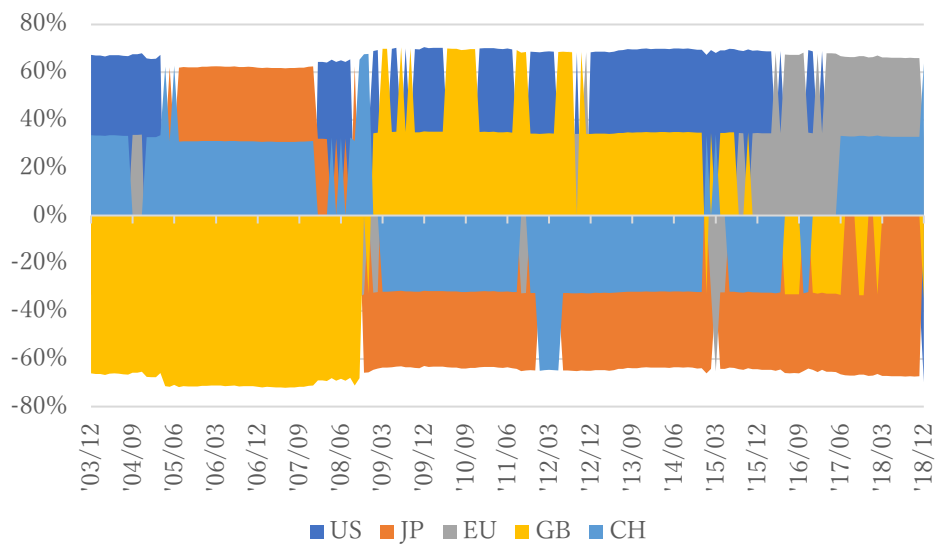
3年



5年



10年



15年

