

CPPI モデルの特徴と有効性に係る一考察

目次

- I. はじめに
- II. 基本的 CPPI (Constant Proportion Portfolio Insurance) モデルの考え方
- III. 基本的 CPPI モデルの課題への対応と活用アイデア (基礎研究モデル)
- IV. 実務に耐えうるモデルへのブラッシュアップ (実用化モデル)
- V. 顧客ニーズに沿ったカスタマイズ (応用モデル)
- VI. おわりに

投資顧問部 ソリューション運用グループ 小澤 嘉之

I. はじめに

1. モデル検討の背景

「顧客のリスク許容度に合った運用モデルの開発」については、どこの運用機関においても常に検討されてきた課題ではないだろうか。顧客のリスク許容度に応じた提案型のコンサルティングは昨今重要度が増しており、顧客のリスク許容度に応じたポートフォリオの提案がベースとなるラップ口座の伸びからも、その重要性への理解は顧客にも浸透しつつあるように思える。

ここで、顧客のリスク許容度をどのように表現するかがポイントとなる。一般的なリテールのヒアリングシートにおいては、「何円程度の損失まで許容できるか」といった質問で顧客のリスク許容度の把握に努めているが、「〇〇円までの損失」というのは極めて顧客の主観的な反応に依拠するものであり一般化するのが難しい。「リスク許容度」と「最大損失をどの程度まで受け入れることができるか」がイコールと考えると、「顧客のリスク許容度に合った運用モデル」というのは、損失を顧客の受け入れられる水準に抑えることができるものを想定するのが自然であろう。

顧客のリスク許容度を起点に運用モデルを検討すると、下方リスク抑制型モデルがテーブルの俎上にあがり、「顧客の損失を一定水準に抑える」ことを目的としたモデルとしてよく知られるポートフォリオインシュランスの考え方が選択肢の一つに挙げられるであろう。本稿では、シンプルな構造であり下方リスクの抑制を志向する CPPI (Constant Proportion Portfolio Insurance) モデルを活用したマルチアセット戦略の構築を行い、実務面でのニーズも加味した拡張について検討を行ってみたい。

以降では、まずプロトタイプ版(基礎研究モデル)の作成からスタートし、実務的に活用可能な CPPI モデル(実用化モデル)構築までのプロセスを概観する。更に、投資家ニーズに対応した活用例(応用モデル)についても触れながら、CPPI モデルの特徴と有効性、注意点に

ついて考察してみたい。

II. 基本的 CPPI(Constant Proportion Portfolio Insurance) モデルの考え方

CPPI モデルは下方リスクを抑制しながら、一定のリターンの追及をめざす投資戦略として知られている。このアロケーション手法は、ポートフォリオの価値がそれ以上の値下がりをしていない下限(フロア)をあらかじめ決めておき、このフロアを下回らないように動的に資産配分を変更するダイナミックアセットアロケーション(DAA)を行いながら運用する手法である。このフロア水準や乗数(後述)を変更することにより、リスク水準の異なる運用モデルの構築が可能となる。極めて単純化すると、株式等のリスク資産とキャッシュや短期国債等のリスクフリー資産の2つの資産に投資し、DAAを行う運用手法である。

1. 基本的 CPPI モデルの関係式

時点 t におけるポートフォリオの価値を V_t ($V_0 = 100$)、フロアを FL 、 V_t と FL の差をクッション C_t (MAXは0と $V-FL$ の大きい方を取る)とすると、

$$C_t = \text{MAX}(V_t - FL, 0) \quad \dots \text{(図表 1)}$$

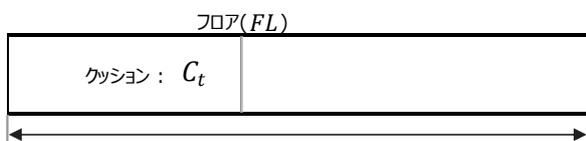
乗数を m とし、各時点のクッションに基づき、リスク資産への投資ウェイト W_t (MINは $(m \times C_t) / 100$ と 100%の小さい方を取る)を決定する。

$$W_t = \text{MIN}((m \times C_t) / 100, 100\%) \quad \dots \text{(図表 2)}$$

よって、リスクフリー資産等への投資比率は $(1 - W_t)$ となり、従属的に決定されることとなる。

(図表 1)
ポートフォリオの価値(V_t)から設定したフロア(FL)との差分をクッション(C_t)とする。

$$C_t = \text{MAX}(V_t - FL, 0)$$



ポートフォリオの価値 (V_t)

(図表 2)
リスク資産のウェイト(W_t)はクッション(C_t)の乗数 m 倍で決まる。

$$W_t = \text{MIN}((m \times C_t) / 100, 100\%) \quad m: \text{乗数}$$



出所: 『アセットアロケーション論』 講義資料より三菱UFJ信託銀行作成

2. CPPI モデルによる資産配分の特徴

・ 上昇局面

マーケットの上昇に伴ってポートフォリオの価値が高まり、ポートフォリオの価値とフロアの差であるクッションに余裕があるときにはリスク資産のウェイトを高く設定

・ 下落局面

ポートフォリオの価値が下落し、ポートフォリオの価値とフロアの差であるクッションが縮小したときにはリスク資産のウェイトを低く設定

3. 基本的 CPPI モデルの問題点

基本的 CPPI モデルの利用を考えた場合、一般的に次のような問題点が指摘される。

- ① 上昇局面が続くとリスク過多になる可能性
⇒ フロアが固定の為、上昇局面が続くとクッション(V-FL)が大きくなり続けることによりリスク資産ウエイトが増加。ポートフォリオのリスクが過多となった状況で大きな下落が発生するとフロアを一気に割ってしまう可能性が高い。
- ② クッションがゼロになると運用終了
⇒ 下落局面でポートフォリオの価値が減少しフロアに抵触してしまうと、クッションがゼロになりフロアを守るためリスク資産を活用した運用が終了してしまう。
- ③ 乗数の設定によりモデルの挙動が大きく変動
⇒ 乗数 m の妥当水準は投資家のリスク許容度などの方針によって異なり、一義的に決められない。
- ④ 売買回転率が高い傾向

実際に基本的な関係式のとおりバックテストを行うと、問題点が表出し運用の継続が難しい。よって、基本的 CPPI モデルは広く知られているものの、実際に活用されている事例は少ないものと推察される。

Ⅲ. 基本的 CPPI モデルの課題への対応と活用アイデア(基礎研究モデル)

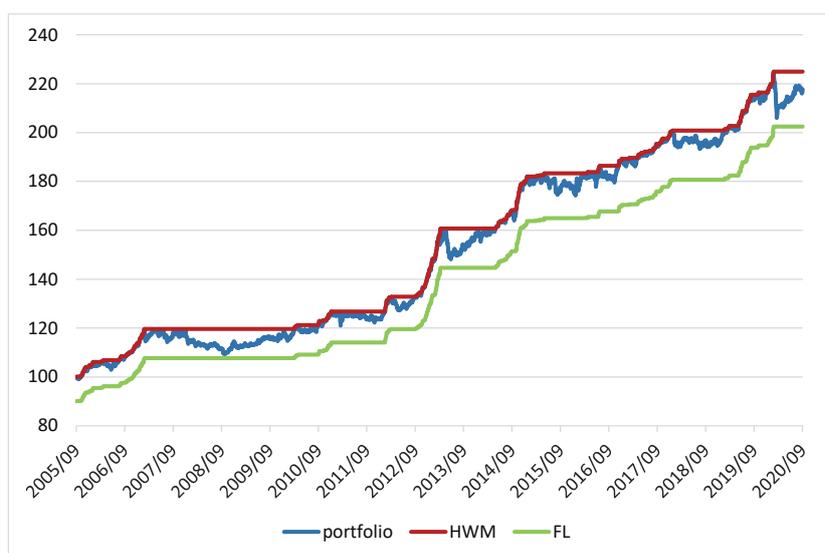
マルチアセット運用に基本的 CPPI モデルをそのまま適用しようとするとうまく機能しないが、ちょっとしたアイデアを組み入れることで、前章で指摘した問題点は概ねカバーできるものとする。本章では、実務で活用可能なモデル検討を行う最初のステップとして基礎研究モデルを定義し、その活用アイデアについて述べていきたい。

1. 基礎研究モデルが想定するポートフォリオの累積リターン

基礎研究モデルにおいては、図表3のような累積リターンの推移を想定する。図表3の累積リターンを実現するために、変動するフロアの設定やリスクパリティポートフォリオ¹等のリスク抑制的な考え方を取り入れ、ポートフォリオの下方硬直性を高める保守的な運営を行う。また、フロアを運用開始以降の最高値(ハイウォーターマーク、HWM)に対する変数とすることで、ポートフォリオの価値上昇に追隨してフロア自体を上昇させ、下落時にはそのフロアを守ることを目標に利益確定的な運用を行うことを企図する。

¹ 表面上の配分を等ウエイトにするのではなく、各資産のリスク寄与度を等ウエイトにするポートフォリオ。

図表3 基礎研究モデルが想定する累積リターン



出所：三菱UFJ信託銀行作成

2. 「リスク資産」、「リスクフリー資産」の定義の見直し

基礎研究モデルにおいては「リスク資産」と「リスクフリー資産」を図表4のように「ハイリスク資産」「ローリスク資産」「MRF」と定義する。

図表4 基礎研究モデルにおける資産の定義

基本的CPPIモデル									
資産定義	リスク資産					リスクフリー資産			
基礎研究モデル									
資産定義	ハイリスク資産					ローリスク資産			MRF
投資資産	国内株式	外国株式	外国債券 (ヘッジなし)	金	J-REIT	国内債券 (野村BPI総合)	超長期国債	外国債券 (ヘッジあり)	MRF

3. 基礎研究モデルにおける基本的 CPPI モデルの活用アイデア

次に示すアイデアを基礎研究モデルに取り込むことで、前述した基本的 CPPI モデルの問題点に対して概ね対処できると考える。

① CPPI モデル関係式における乗数 m の変数化

- 基本的 CPPI モデルの関係式では乗数 m は定数であるが、これを変数化し状況に応じてハイリスク資産への投資割合を機動的に決定する。これにより上昇局面後の大きな下落が発生してもフロアを下回るリスクの抑制を図る。
- また乗数 m は上限を設定したうえでボラティリティをベースに決定させることで市場環境への対応を図る。なお本モデルでは、ボラティリティ上昇時は乗数 m が小さくなるように設計する。急落時にはハイリスク資産は減少し、市場環境の落ち着きに伴いハイリスク資産の組み入れは増加する。

② フロアを HWM に対して設定

- ・下落時にはクッション(V-FL)が速やかに縮小する設計となり、より保守的な運営が可能となる。
- ・上昇時には HWM の上昇と共にフロア(FL)も上昇するため、利益確定的な要素を包含する。

③ ハイ・ローリスク資産内ポートフォリオをそれぞれリスクパリティウエイトで構築

- ・リスクが相対的に高い資産のウエイトが低下するため、より保守的なポートフォリオになる。

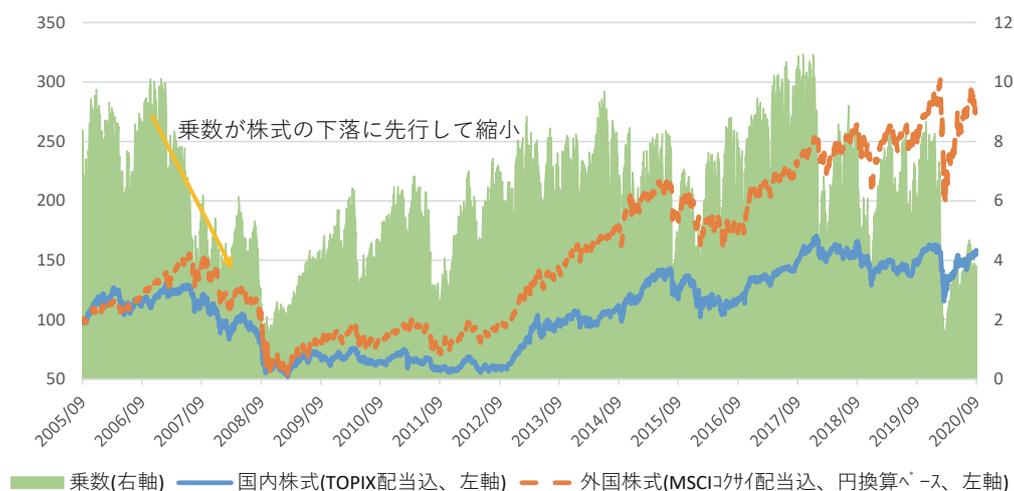
④ 下落によりフロア抵触する局面でも、ハイリスク資産を最低限は持ち続けられる工夫

- ・フロアを絶対には守らなければならない水準として捉えるのではなく、ポートフォリオのリスク水準を決める一要素として捉え、フロア抵触時にもハイリスク資産がゼロとならない設計とする。

4. 乗数 m の設定について

乗数 m を変数化するにあたり、ポートフォリオのヒストリカルボラティリティを利用する選択肢もあるが、マーケットの動きに対する遅行指標であるヒストリカルボラティリティよりも、先行指標になると知られる VIX 指数²を活用する。その結果は図表 5 に示すとおり、マーケットに対する感応度が向上したものとなる。

図表 5 は、内外株式の動きと VIX 指数から算出した乗数 m の動きを重ねたものである。乗数 m は内外株式の動きに対して概ね順張りとなり、急落時にも概ね先行性を確認できたため、基礎研究モデルでは VIX 指数から算出した乗数を用いることとした。

図表 5 内外株式と乗数 m の推移

内外株の累積リターンは2005年09月末を100として指数化 出所：三菱UFJ信託銀行作成

² CBOE(シカゴオプション取引所)が公表するS&P500を対象とするオプション取引のインプライドボラティリティを元に算出される指数

5. ハイリスク資産内及びローリスク資産内ポートフォリオの決定方法

基礎研究モデルにおいては、ハイリスク資産内、ローリスク資産内におけるポートフォリオを構築方法として、各資産への配分比率を等ウェイトとするか、リスクパリティ(各資産のリスク量を均等に配分)とするかを比較検討した。バックテストの結果、リスクパリティで構築したポートフォリオのリスク・リターン効率が向上し、「より保守的な運営」をめざすコンセプトからも後者を採用することとした。

この分析では、中期(過去60日)と短期(過去20日)の価格変動(ヒストリカルボラティリティ)に着目し、相対的にリスクが高い資産の組み入れを小さくすることを目的に、ポートフォリオリスクが高く算出される方の期間で計測されたリスクパリティポートフォリオをターゲットウェイトとして採用した。

6. 局面別のモデルイメージ

上記条件で構築した基礎研究モデルの実用性について、過去の局面に当てはめて想定されるアロケーション変化と得られる効果について確認する。

① 相場下落局面(リーマンショック)

- ポートフォリオの価値の下落に伴いクッションが縮小しハイリスク資産の組み入れが低下
- マーケットボラティリティの高まりにより乗数 m が低下しハイリスク資産の組み入れが低下
- 「クッション縮小」と「乗数 m 低下」の複合的効果により下方リスク抑制効果を期待

図表6 下落局面におけるモデルイメージ



出所：三菱UFJ信託銀行作成

② 相場上昇局面(アフターコロナ)

- ポートフォリオの価値上昇に伴って HWM が切りあがり同時にフロア水準も切りあがり

- る。下落に転じた際はフロアを守る運用となるため利益確定的な要素を包含
- ・上昇局面では一般的にマーケットボラティリティが落ち着いてくるため「乗数の上昇」および「クッションの回復」によりハイリスク資産の組み入れが増し、相場上昇への追従を期待

図表7 上昇局面におけるモデルイメージ



出所：三菱UFJ信託銀行作成

7. バックテストプロセス概要

ここまで述べてきた基礎研究モデルを用いてバックテストを実施する。

① ハイリスク資産への組み入れ比率

CPPIの関係式によりハイリスク資産への投資比率を決定する。乗数 m は前述のとおり変数とし VIX 指数をベースに作成する。MRF は一定とし、ローリスク資産への投資比率は従属的に決まる。

② ハイリスク資産、ローリスク資産内ポートフォリオ内の組み入れ比率の決定

ハイリスク資産内およびローリスク資産内の組み入れ比率は、リスクパリティ（各資産のリスク量が均等）となるようなウェイトを日々算出しターゲットウェイト³とする。

③ 下方リスク抑制アイデア

フロアはポートフォリオ時価の HWM を基準に設定し、フロアを守る運用をめざすことにより下方リスクを抑制するとともに利益確定的な要素を取り入れる。分散効果、リスクパリティポートフォリオ、ハイリスク資産の組み入れ上限、乗数 m に上限を設定するなどしてリスクを抑制する。

³ CPPIの関係式よりハイリスク資産ウェイトを算出し、残りの部分をローリスク資産+MRF(2%固定)に配分

④ 分析期間とリバランス判定

分析期間は2005年09月末～2020年09月末とし、リバランスはハイリスク資産ポートフォリオの組み入れ比率(時価ウエイト)と、日々計算されるターゲットウエイト(ハイリスク資産)との乖離が一定の水準※に達したタイミングで実施する。ただし、実務運営上極めて頻繁なリバランスの実施は現実的でないため、バックテストにおいてはリバランス停止期間を設ける。リバランス停止期間※中に乖離が発生した場合はリバランスを実施せず、停止期間経過後リバランス判定を行う。

※⑤b) リバランスに係るパラメータを参照

⑤ パラメータ設定について

基礎研究モデルはパラメータの設定により、ポートフォリオのリスク水準を自由に設定できるモデルである。そのため、バックテストにおいてはパラメータを調整し取りうるリスク水準の確認を行う。

a) ポートフォリオのリスク水準決定に係るパラメータ

- ・フロア水準／乗数 m の最大値／ハイリスク資産組み入れ上限

b) リバランスに係るパラメータ

- ・リバランストリガーとなる乖離幅
⇒日々算出するハイリスク資産のターゲットウエイト(理論ウエイト)と時価変動ウエイトの乖離水準
- ・リバランス停止期間
⇒リバランス実施シグナルが点灯してもリバランスを実施しない期間

パラメータの組み合わせパターンは図表8のとおり。

図表8 パラメータの組み合わせパターン

設定項目	パラメータ設定値							
フロア水準	95%	90%	85%	80%				
乗数 m の最大値	9	8	7	6	5	4	3	2
ハイリスク資産組み入れウエイト上限	30%	40%	50%	60%	70%			
リバランストリガーとなる乖離幅	5%	10%	15%	20%				
リバランス停止期間	5日	10日	15日	20日	40日	60日		

⇒以上の組み合わせ全パターン(3,840パターン)を分析期間において実施

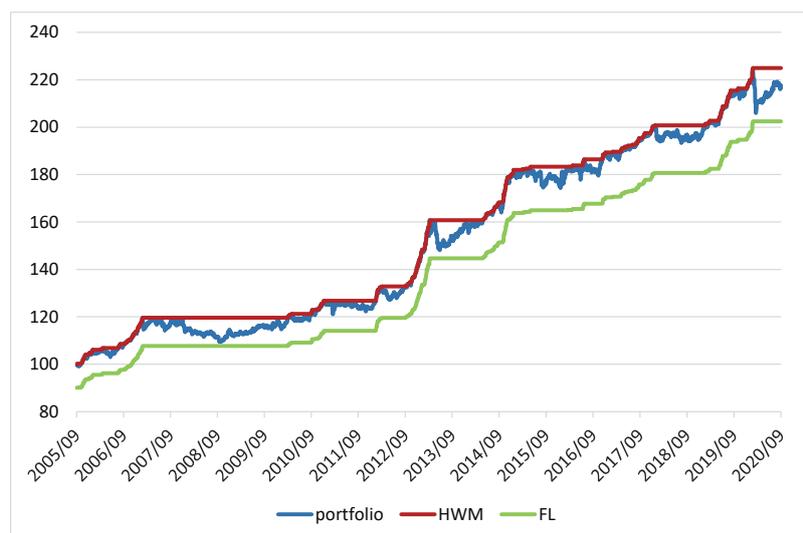
8. バックテスト結果概要

前述のパラメータの組み合わせ全パターンについてバックテストを実施した。ターゲットリスク4%～5%(年率)程度とする設計が念頭にあったため、ここでは分析期間におけるポートフォリオのリスク(年率)が4.6%となったバックテスト結果を一例として紹介し考察したい。

図表9 設定パラメータの一例

フロア	ハイリスク資産 組み入れ上限	乗数上限	リバランストリガー	リバランス 停止期間
90%	50%	7	5%	5日

図表10 パフォーマンスの推移



図表11 バックテスト結果サマリー

portfolio	HWM	FL	リターン (年率)	標準偏差 (年率)	RR比
217.6	224.9	202.4	5.3%	4.6%	1.16

累積リターン(portfolio)、HWM、FLは2005年09月末を100として指数化 出所：三菱UFJ信託銀行作成

基礎研究モデルを適用したポートフォリオのパフォーマンスは、設計どおりリスク抑制機能が効果を発揮し、下落局面においてはフロアを守る運用となり概ね利益確定の目安となる水準を確保した。一方上昇局面では一定の上昇追従性も確認することができた。投資環境が大きく変化する中でポートフォリオは概ね安定的に推移し、リスク・リターン比も1を超えていることから十分効率的な運用手法であると言っても過言ではないだろう。

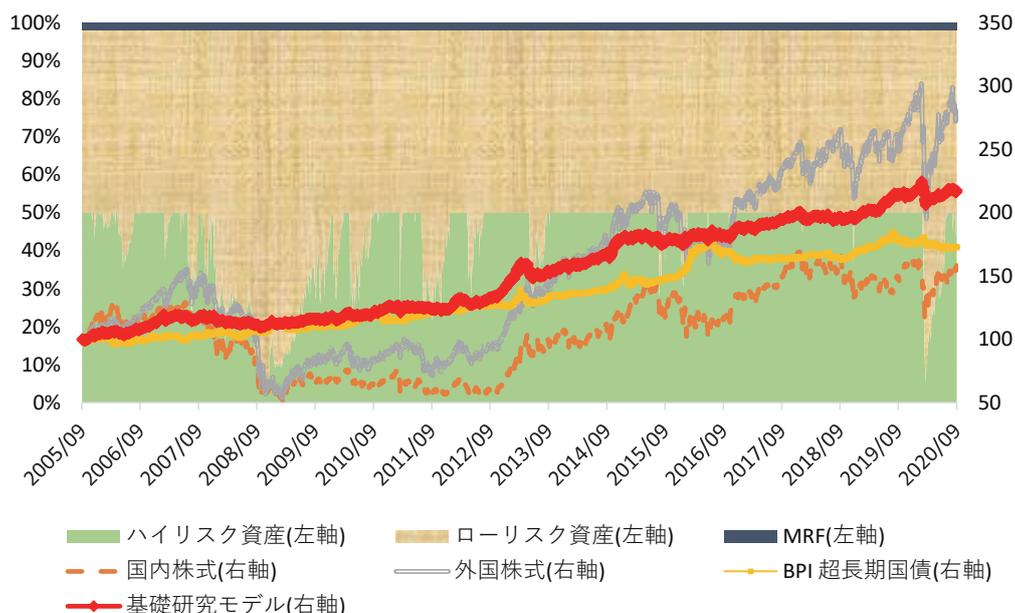
図表12 各資産の組み入れウエイト

ウエイト	ハイリスク資産					ローリスク資産			MRF
	国内株式	外国株式	外国債券	CMX 金先物	J-REIT	国内債券 (野村BPI総合)	BPI 超長期国債	ヘッジ付 外国債券	
平均	6.4%	7.3%	12.9%	9.6%	8.3%	24.7%	10.2%	18.6%	2.0%
	44.5%					53.5%			2.0%
最大	55.0%					94.0%			2.1%
最小	4.0%					43.0%			1.7%

出所：三菱UFJ信託銀行作成

ハイリスク資産内、およびローリスク資産内の各資産の組み入れ比率はリスクパリティでウェイトを決定しており、それぞれ相対的にリスクの低い資産のウェイトが大きくなる。ハイリスク資産の組み入れ上限を50%としているが、上表でハイリスク資産の最大値が55%となっているのは時価変動によるものである。

図表 13 ポートフォリオのパフォーマンスとハイ・ローリスク資産のウェイト推移



累積リターン(右軸)は2005年09月末を100として指数化 出所：三菱UFJ信託銀行作成

大きな下落局面ではダイナミックにハイリスク資産を削減するものの、全期間をみれば一定程度ハイリスク資産を組み入れ続ける特徴がある。下落時にリスク資産をゼロにするようなモデルと比較すると、下方リスクを抑制する効果はやや劣る反面、相場反転時の追随性を確保している。

図表 14 運用開始日を1日ずつずらした分析

	累積リターン(各期間の累積)				標準偏差(年率)			
	1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年
Max	25.5%	28.4%	44.2%	49.2%	7.1%	6.0%	5.5%	5.5%
Ave	5.2%	10.2%	16.0%	23.0%	4.5%	4.6%	4.6%	4.6%
Min	-8.4%	-6.5%	-1.7%	1.8%	2.8%	3.3%	3.4%	3.8%
サンプル数	3,664	3,414	3,164	2,914				
マイナス数	541	292	58	0				
正の割合	85.2%	91.4%	98.2%	100.0%				

出所：三菱UFJ信託銀行作成

図表 14 は、バックテストの結果を1年(250日)、2年(500日)、3年(750日)、4年(1,000日)に区切って、1日ずつずらしながら累積リターンを計測した結果であり、運用開始時期に関わらずモデルが有効かを確認した。1年の運用期間では、85%がプラス(15%が

マイナス)リターンであるが、3年保有するとほぼプラス(98%)のリターンを獲得できている。これはどのタイミングで運用を開始しても、3年保有でプラスのリターンを確保できている可能性が高いことを表し、モデルの有効性は高いと考えられる。

また、どの計測期間においても計測される平均リスク水準は概ね一定になり、ターゲットリスクが維持され基礎研究モデルはリスクコントロールモデルとしても有効であることが示された。

9. 基礎研究モデルにおける課題

基礎研究モデルのバックテスト結果から、前述した CPPI モデルの活用アイデアを包含することでリスクコントロールモデルとしての実用化が期待できる。しかし、基礎研究モデルにおいては次のような課題があると考えられる。

- ・ポートフォリオのボラティリティを VIX で代替
⇒マルチアセットを対象としているにも拘わらず、ポートフォリオのボラティリティを VIX で代替することは説明力に欠けるうえ整合的でない
- ・リスクコントロールパラメータ(乗数の上限やハイリスク資産の組み入れ上限)を外装
⇒モデルの外からリスク水準を調整している印象であり理論的整合性を担保できていない
- ・ローリスク資産パフォーマンス悪化時の検討不足
⇒基本的 CPPI モデルでキャッシュ相当の部分をローリスク資産としている。ローリスク資産ウエイトはハイリスク資産の残りとする考え方を準用しており、ローリスク資産のパフォーマンスが悪化してしまうとフロアを割ってしまう可能性が高まる
- ・リスクパリティを計算する際の相関が安定しない懸念
⇒(短期的なアロケーション変更を重視したため)リターンデータのサンプル数が少なく、リスクパリティを計算する際の相関が安定しない懸念がある。また、様々な統計値の計算期間に対する検討不足も考えられる
- ・リスク資産がゼロになってしまう可能性
⇒基礎研究モデルではフロア抵触時にも僅かにハイリスク資産を保有し続けるというコンセプトをリバランストリガーの工夫により実現した。しかし、この方法ではかなり小さい発生率であるもののリスク資産がゼロになってしまう可能性が残るほか、理論的な説明力に欠ける

10. 基礎研究モデルにおける考察

基礎研究モデルでは、基本的 CPPI モデルにおいて指摘される問題点を、前述のアイデアを適用することで概ね打ち取ることができたと考えている。このモデルはクッションで表現されるポートフォリオの投資余力とマーケットデータから求められる各資産のリターンや VIX 指数のみで構築されており、マクロデータは使用していない。そのため、過去分析で最適な解を出す条件を探し、その検証結果をもってモデルが有効であるとしている。したがって、採用しているマーケットデータが市場環境に適しているかを検証し続ける必要があるだろう。

また、基礎研究モデルでは、上に列挙した課題が存在することが判明したため、次章では実務に耐えうるモデルへブラッシュアップした内容を確認する。

Ⅳ. 実務に耐えるモデルへのブラッシュアップ(実用化モデル)

基礎研究モデルを作成し課題が明確になったところで、本章では、実務でも適用可能なモデル(実用化モデル)へのブラッシュアップを検討してみたい。

1. 2つのパラメータ設定でリスク水準を決定

今回、実用化モデルを検討するにあたり、「フロア」と「フロアを守る確率」という2つのパラメータを導入し、ポートフォリオのリスク水準を管理することを試みた。そのリスク水準は組み入れ資産やハイリスク資産内やローリスク資産内のアロケーション方法に依存しない⁴。つまり、ロングオンリーの前提はあるものの、投資対象資産を限定せずに、ポートフォリオのリスク水準を決定できる点も実用化モデルの特徴である。

フロアは基礎研究モデルと同様に、ポートフォリオ価値のハイウォーターマークを基準に設定される。そして、フロアに対してそのフロアを守る確率を併せて適用することにより、バックテストを行って適切な水準を決める必要があるものの、2つのパラメータのみでポートフォリオのリスク水準が決定されるように設計した。

図表 15 基礎研究モデルと実用化モデルの比較

No	比較項目	基礎研究モデル	実用化モデル
1	アロケーション	DAA(Dynamic Asset Allocation)	DAA(Dynamic Asset Allocation)
2	投資資産	ハイリスク資産 + ローリスク資産	ハイリスク資産 + ローリスク資産
3	PI	CPPI(Constant Proportion Portfolio Insurance)	CPPI(Constant Proportion Portfolio Insurance)
4	局面判断	なし (あえて言えばVIX)	利用
5	ウェイト決定	クッションとVIXをベースに資産ウェイトを決定	クッションとポートフォリオのボラティリティをベースに資産ウェイトを決定
6	投資体力	ポートフォリオの価値とフロア(可変)により決定 = クッション	ポートフォリオの価値とフロア(可変)により決定 = クッション
7	下方リスク抑制方法	クッション低下 VIX上昇 ⇒ 乗数の低下	クッション低下 ポートフォリオのボラティリティ上昇(局面判断) ⇒ 乗数の低下
8	フロアの設定	HWMに連動	HWMに連動
9	利益確定要素	フロアの上昇	フロアの上昇
10	リスク水準の決定	フロア等のパラメータにより柔軟に設定可能	2つパラメータにより柔軟に設定可能 →フロア →フロアを守る確率
11	リバランス	不定期 ※ただしリバランス条件あり	不定期 ※ただしリバランス条件あり
12	投資体力低下時	ハイリスク資産のウェイト低下 ※リバランス条件によりハイリスク資産のウェイト=0%にはならない	ハイリスク資産のウェイト低下 ※リバランス条件によりハイリスク資産のウェイト=0%にはならない
13	投資体力低下後の リスク資産組み入れ	ポートフォリオ価値の回復によるクッションの回復 VIXの低下 ⇒ 乗数の上昇	ポートフォリオ価値の回復によるクッションの回復 局面判断の好転 ポートフォリオのボラティリティの低下 ⇒ 乗数の上昇
14	モデルウェイト算出タイミング	毎日	毎日

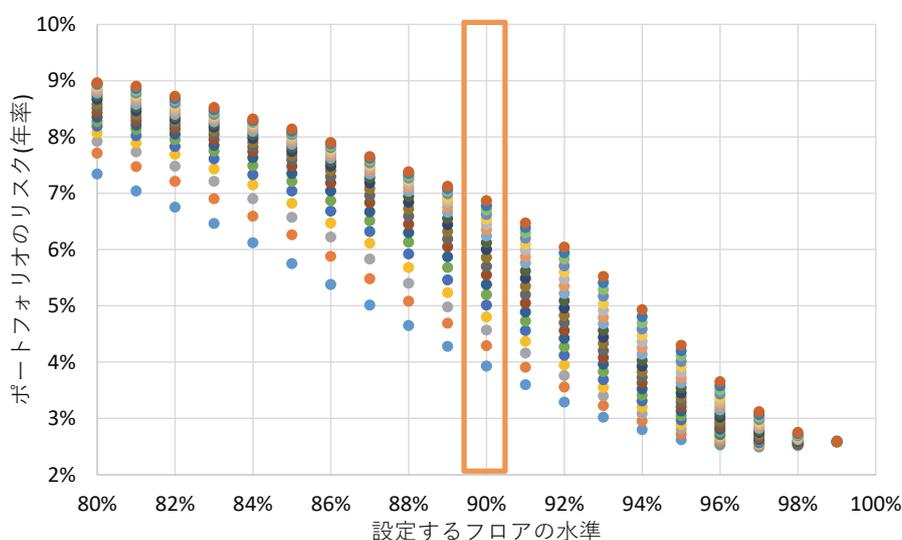
※網掛けは主な差異

出所：三菱UFJ信託銀行作成

⁴ 乗数について、基礎研究モデルではVIXベースで計算していたものを、実用化モデルではハイリスク資産ポートフォリオのボラティリティベースに変更し、乗数と組み入れ資産の不整合を解消した。ハイリスク資産に組み入れられる資産内容・構成によりハイリスク資産ポートフォリオのリスクが高まる(低下する)場合、それに応じて乗数が低下(上昇)するように設計されているため、ハイリスク資産ポートフォリオの組み入れ比率自体が低下(上昇)し、ポートフォリオ全体のリスクが概ね一定水準に調整される。

実用化モデルにおける2つのパラメータのうちリスク水準の決定に寄与が大きいのはフロアであり、フロア水準によりどの程度のリスク設定が可能なのか示したのが図表16である。例えば、フロアを90%に設定した場合、フロアを守る確率を変更することによりポートフォリオのリスクは4%～7% (年率) 程度の範囲で設定が可能であることを示している。ここで示すリスク水準については、前述のとおりモデルに内包されるリスクの自動調整機能により、組み入れ資産やアロケーション方法に依存せずに決定できる。

図表16 フロアの設定とリスク水準



出所：三菱UFJ信託銀行作成

2. 局面判断指標の導入

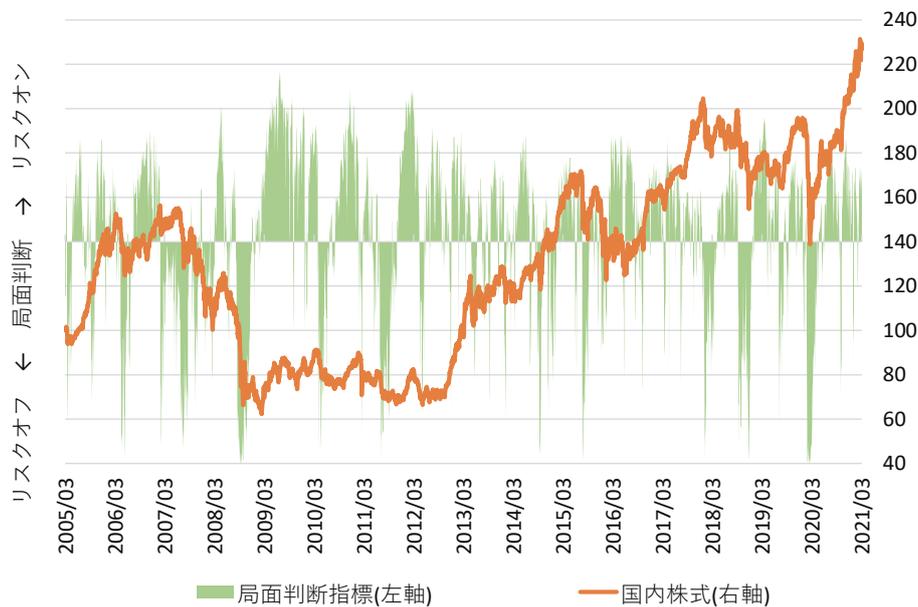
基礎研究モデルの課題として挙げたポートフォリオのボラティリティをVIXで代替している点への対応として、VIXでの代替を止めてポートフォリオのボラティリティそのものを利用することとした。しかしヒストリカルボラティリティを利用するとマーケットからの遅行性が課題となるため、その対応策として実用化モデルにおいては、現時点でリスクを取るべきか否かを判断するための「局面判断指標」を導入する事とした。

ここで用いる局面判断指標は、相場が上昇を期待できる局面なのか、下落リスクが高い局面なのかを判断する当社独自の指標である。

この指標の詳細は本稿では省かせて頂くが、VIX指数等のボラティリティに関する指標やクレジット、景気モメンタム、株価モメンタムなど複数の指標を合成し、相場の上昇、下落局面を判断するものである。

局面判断指標と国内株式の動きと重ねたものが図表17である。局面判断指標によりリスクオンの局面かリスクオフの局面かが判断され、ハイリスク資産ウエイトの引き上げ、または、引き下げのドライバとなる。

図表 17 局面判断と国内株式 (TOPIX) の動き



累積リターン(右軸)は2005年03月末を100として指数化 出所：三菱UFJ信託銀行作成

V. 顧客ニーズに沿ったカスタマイズ(応用モデル)

本章では、これまで述べてきた実用化モデルが、投資家毎に異なるリスク許容度や投資方針に応じたカスタマイズ(応用モデル)も可能であることについて例を挙げて説明する。

まず、実用化モデルの一部を調整するだけで、投資条件を満たせることを確認した。CPPIモデルはポートフォリオのリスクコントロールのために導入するものであり、投資条件の範囲内で事前に設定したターゲットリスクを実現できるかが評価のポイントとなる。

1. 投資条件の設定

ポートフォリオ構築にあたっての顧客のニーズは、①ターゲットリスクの範囲、②投資対象資産、③一定の債券ウェイト維持の3点であり、実用化モデルの適用にあたり投資対象資産のリスク区分を図表18のとおり設定した。

図表 18 応用モデルの条件設定

	ターゲットリスク (年率)	その他条件			
ポートフォリオ条件	3%台後半 ~ 4%台前半 (年率)	債券ウェイト (国内債券および外国債券の合計) を常に一定程度以上維持すること。			
リスク区分	ハイリスク資産			ローリスク資産	
投資対象資産	国内株式	外国株式 (ヘッジあり)	J-REIT	外国債券 (ヘッジなし)	国内債券 外国債券 (ヘッジあり)

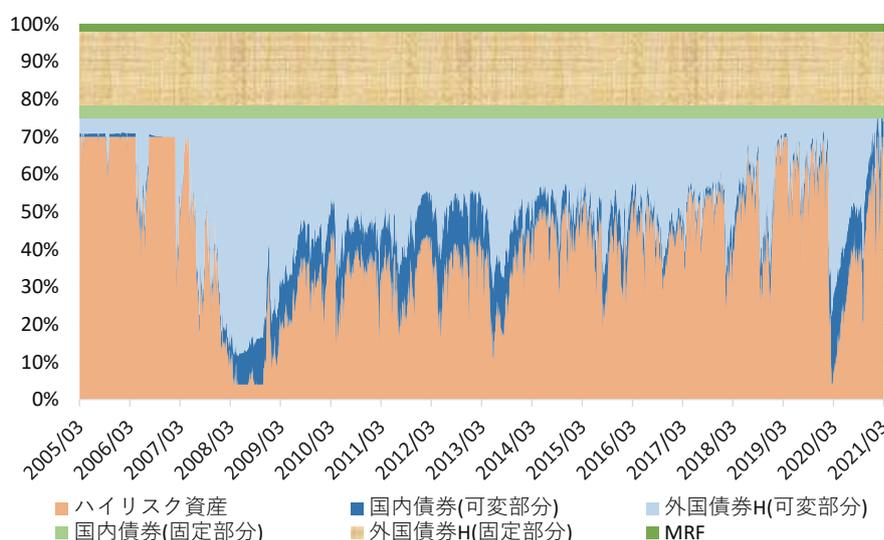
2. アセットアロケーションの推移

リスク3%台後半 ~ 4%台前半(年率)を達成できるような水準でフロアとフロアを守る確率を設定した場合のアセットアロケーションの推移は図表19のとおりとなる。

応用モデルでは設定条件にある債券ウエイトの最小组み入れ比率(固定ウエイト)は債券+MRF 合計で25%とすることで、投資条件を満たせることが確認できる。しかし、固定ウエイト部分はDAAを行えないため、応用モデルでは固定ウエイト以外のローリスク資産とハイリスク資産でDAAを行う事とし、各資産の組み入れウエイトの平均は図表20のとおりとなる。

なお、ハイリスク資産内のアロケーションについては、基礎研究モデルと同様にリスクパリティで構築した。一方で、ローリスク資産内のアロケーションについては、モンテカルロシミュレーションを行った結果(後述)、ローリスク資産部分のリスクをできるだけ小さくする必要があることが確認されたため、最小分散ポートフォリオ⁵となるような比率で資産配分を行う事とした。

図表 19 各資産ウエイトの推移と平均ウエイト



図表 20 各資産の組み入れウエイト平均

リスク区分	ハイリスク資産	ローリスク資産				
アロケーション	ダイナミックアセットアロケーション			固定アロケーション		
投資対象資産	ハイリスク資産	国内債券(可変部分)	外国債券H(可変部分)	国内債券(固定部分)	外国債券H(固定部分)	MRF
組み入れウエイト平均	42.0%	7.6%	25.4%	3.5%	19.5%	2.0%
DAA-固定 比率		75.0%			25.0%	

※ハイリスク資産は国内株式、外国株式(ヘッジあり)、J-REIT、外国債券(ヘッジなし)

出所：三菱UFJ信託銀行作成

3. モデルパフォーマンス

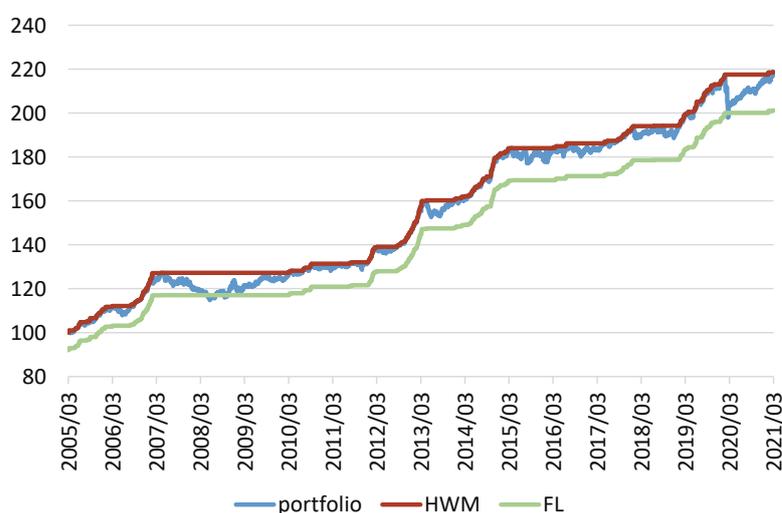
図表21に分析期間におけるモデルパフォーマンスを示す。債券ウエイトを一定に保ちながらリスク3%台後半(年率)を前提とするシミュレーションにおいても、モデルが

⁵ 投資対象資産から構築される全てのポートフォリオの中で最もリスクが低いポートフォリオ

想定する結果を得た。分析期間を分割して計測した場合も同様の結果(図表 22)であり、リスクコントロールモデルとして有効に機能していることを確認した。

ポートフォリオの価値上昇に伴いフロアが上昇し、下落局面においてはフロアを守ることを目標とした運用となることから、フロアが上昇した分については概ね利益確定ができてきている状況にある。リーマンショックやコロナショックの際に、一時的にフロアを割ってしまう局面はあったものの、フロア割れの期間はフロアを守る確率で設定した範囲内の結果を得た。分析期間におけるリターンは年率 5.0%、リスク・リターン比も 1.3 を超える水準となり、非常に良好なシミュレーション結果を得た。また、フロアが 200 を超えており、元本が 2 倍となった水準で下落時にはフロアを守る運用がなされることから、利益確定的要素を包含するモデルと言えるだろう。

図表 21 ポートフォリオの価値と HWM、FL の推移



累積リターン(左軸)は 2005 年 03 月末を 100 として指数化 出所：三菱 UFJ 信託銀行作成

図表 22 は期間別に計測したモデルパフォーマンスを示している。リスクは安定的に 3% 台後半(年率)とターゲットリスクの水準を達成できており、応用モデルにおいても実用化モデルの想定と同様にリスクコントロールモデルとしての特性が維持できているものと考えられる。また、いずれの期間においてもリスク・リターン比が 1.3 を超え、運用効率の観点からもモデルの有効性が高いと判断し得る結果を得ることができた。

図表 22 応用モデルの期間別パフォーマンス

	分析期間	月数	累積リターン	リターン(年率)	Risk(年率)	RR比率
通期	2005/03～ 2021/03	192	118.4%	5.0%	3.8%	1.33
前半	2005/03～ 2012/12	93	45.6%	5.0%	3.7%	1.32
後半	2013/01～ 2021/03	99	50.0%	5.0%	3.8%	1.34
直近3年	2018/03～ 2021/03	36	22.1%	6.9%	3.8%	1.82

出所：三菱 UFJ 信託銀行作成

4. 長期運用の有効性

運用を開始したタイミングによって期間別のパフォーマンスがどの程度の範囲に収まるのを見ながら、リターンの観点からモデルの有効性を確認したい。

分析期間において、運用開始日を一日ずつずらしながら1年、2年、3年の累積リターンを計測した。その結果は図表 23 に示すとおりである。

図表 23 累積期間別のマイナス率

累積期間	1年	2年	3年
サンプル数	3925	3675	3425
マイナス数	474	164	40
マイナス率	12.1%	4.5%	1.2%

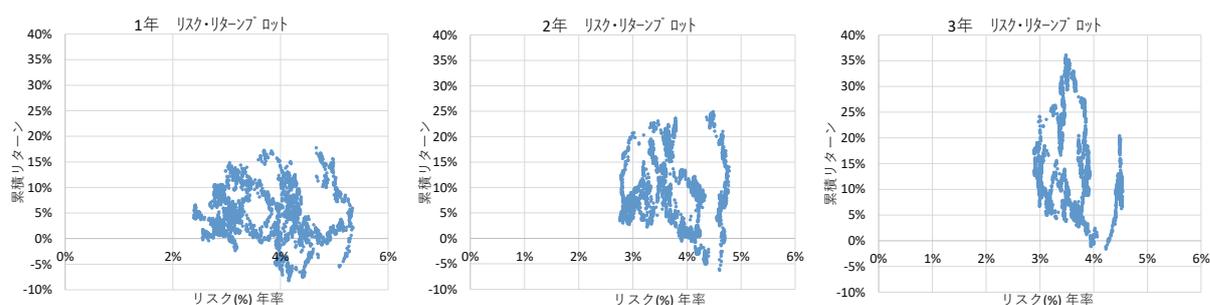
出所：三菱 UFJ 信託銀行作成

1年を例に挙げ図表 23 を説明すると、分析期間において1年間の累積リターンのサンプルを3,925個取得した。そのうち474個のサンプルはマイナスリターンであり、全体の12.1%がマイナスだった。つまり、応用モデルに従って1年間運用した場合の累積リターンは、約90%のケースでプラスのリターンを得ることができたこととなる。同様に3年間運用した場合、約99%のケースでプラスのリターンを得ることができており、応用モデルに従って長期的に運用することの有効性を示している。

図表 24 は、1年、2年、3年の累積リターンとその期間のリスク水準で散布図を描いたものである。計測期間1年では楕円のようなリスク・リターンプロットであるが、累積期間(運用期間)が長くなるに連れて、上方に移動し、縦に長い形に変形していることが確認できる。上方への移動は前述したように、プラスのケースが増えている(マイナスのケースが減っている)ことを表し、縦長への変形は、リスクがターゲットリスクの水準に収束してきていることを表している。

よって、応用モデルに従って長期的に運用することで、プラスのリターンを得られる蓋然性が高まることや想定するリスク水準での運用が行えることが確認できた。

図表 24 期間ごとの累積リターンとリスク水準



出所：三菱 UFJ 信託銀行作成

5. モンテカルロシミュレーションによる示唆

CPPI モデルは主にあらかじめ設定した「フロア」と、ある時点でのポートフォリオの投資余力に相当する「クッション」の水準によってリスクコントロールを行うモデルであり、組み入れる個別資産の期待リターンは考えていない。よって、組み入れ資産が様々な期待リターンを持って、リスクコントロールモデルとして有効であるかをモンテカルロシミュレーションによって確認したい。

これまでに紹介したシミュレーション(バックテスト)結果は、あくまでも1つの時系列データによる1つの経路(パス)の分析結果である。運用開始日を一日ずつずらしながら期間別リターンを計測することで、運用開始時期に関わらずモデルが有効かを確認したが、あくまでも1つのパスを細かく分割しているに過ぎないという点を補足したいと考えた。

そこで、1つの経路(パス)のシミュレーションだけでなく、複数パスを検証することでフロアへの抵触度合いやリスク水準、リターン等がどのあたりに収束していくか、また、市場環境の変化によってモデルが想定する結果を得ることができるか、チェックすることを目的にモンテカルロシミュレーションを実施した。

【手順】

- a) ある時点 t^6 について、過去 250 日のリターン(投資対象 N 資産)データから、各資産の期間リターンとリスクを計算。
- b) 多変量正規分布 $N(\mu, \Sigma)$ に従う乱数⁷と各資産の 250 日期間リターンとリスクを用いて、各資産の疑似リターンを 4,000 (=250 日×16 年) 日分発生。ハイリスク資産内およびローリスク資産内ポートフォリオウエイトは等ウエイトとし、ハイリスク資産ポートフォリオのリターン、リスク、およびローリスク資産ポートフォリオのリターンを 4,000 日分算出。
- c) 応用モデルのシミュレーションは計算量削減のため乗数を固定値とし、b) にて算出されたハイリスク資産ポートフォリオとローリスク資産ポートフォリオのリターン系列を用いる(2 資産による DAA のイメージ)。ただし、局面判断は考慮しない。

【結果】

分析結果 2,542 パターンのうち極端なパターンを除外するため、ポートフォリオリターンの上位、下位各 5% を除いた 2,289 パターンにおける各項目の Average、Median を算出した結果は図表 25 のとおり。

⁶ 分析期間：2004/3/15～2021/7/30(4535 日)の各時点をもととし、上記手順に沿ってシミュレーションを実施。できるだけ多くの過去 250 日のリターンデータのサンプルにてシミュレーションを行う為、J-REIT の 250 日リターンデータが取得可能な 2004/3/15 を分析期間の初日とした。

⁷ 各資産の過去 250 日のリターンより算出した相関行列から統計的手法を用いて相関付き正規乱数を算出し、K(=4000) 日分リターン系列を作成。相関付き正規乱数を算出出来なかった相関行列を除外すると、各資産のリスク、リターン 2542 パターン取得した。

図表 25 モンテカルロシミュレーションの結果

	固定乗数	portfolio	HWM	FL	Return (年率)	Risk (年率)	R/R比	フロア割れ	
								回数	率
平均値	6.6	417.1	421.6	387.8	7.8%	3.7%	2.09	106.0	2.7%
中央値	6.6	316.9	319.7	294.1	7.5%	3.7%	2.01	0	0.0%

	クッション Min	リバランス		ハイリスク資産ウエイト			ローリスク資産ウエイト		
		回数	月あたり(回)	Max	Ave	Min	Max	Ave	Min
平均値	3.6	111.4	0.6	53.6%	46.4%	26.4%	71.6%	51.6%	44.4%
中央値	4.1	107	0.6	57.0%	49.0%	24.2%	73.8%	49.0%	41.0%

出所：三菱UFJ信託銀行作成

複数パスを検証することで、得られる結果がどの程度の水準に収束するかを目的に行った分析ではあるが、結果的に「モデルの想定」をチェックすることとなった。その結果、リスク、フロア割れ率など、事前に想定した水準とほぼ乖離がないことを確認できた。

また、ハイリスク資産ウエイト最小値の平均値、中央値は25%前後あり、ハイリスク資産を一定水準持ち続けるというモデルのコンセプトも達成できていることも確認された。

ただし、分析結果を詳細に観察すると、次の2つのパターンで、主にフロア割れが発生していることが明らかとなった。

一つは、ハイリスク資産の過去250日リターンがマイナスで、かつ比較的その幅が大きい時である。ショック局面の後でハイリスク資産のトレンドがマイナスのため、基本クッションはゼロ付近。その後に乱数でやや大きなマイナスが出るとフロアを割ってしまう。もう一つは、ローリスク資産のリターンがマイナスとなる金利上昇局面の後である。CPPIモデルの基本的理論では、ハイリスク資産とリターンがマイナスにならないキャッシュ等のアロケーションを前提としている。ローリスク資産がマイナスリターンだと、クッションを割っている状況でハイリスク資産ウエイトを低下させても、ポートフォリオの価値は低下し続ける。

モンテカルロシミュレーションでは、モデルが想定する水準に結果が収束することが確認できたため、リスクコントロールモデルとしての有効性は高いと結論付けて良いだろう。ただし、応用モデルでは運用実務上の制約からローリスク資産ポートフォリオのみをキャッシュ代替としているため、フロア割れを抑制するためにはローリスク資産ポートフォリオのリスクをできるだけ小さくする必要があるとの示唆を得た。

よって、今回の顧客要望による制約条件下(応用モデル)においては、ローリスク資産ポートフォリオは最小分散となるように構築することとした。

VI. おわりに

「顧客のリスク許容度に合った運用モデルの開発」をめざして検討を開始したCPPIモデルは、実用化モデルによりフロアとフロアを守る確率の2つのパラメータにてポート

フォリオのリスク水準を調整できる、非常にシンプルで柔軟性の高いモデル提案ができたと考えている。

基礎研究モデルでは、モデルコンセプトとして挙げた下方リスクを抑制しながら一定の上方追随性を確保しつつ、利益確定的要素を内包しながらパラメータ調整による柔軟なリスク水準の設定が実現可能かという点について蓋然性が高いことを確認したうえで、残課題も明らかになった。

実用化モデルでは、基礎研究モデルの課題について解決策を取り込み、より汎用的に利用できるように工夫した。この実用化モデルは100%フロアを守ることを保証するものではなく、フロアの考え方を利用して運用リスクの水準を柔軟に設定できるリスクコントロールモデルとしての側面が強い。ロングオンリーのマルチアセット運用においては、投資対象資産やリスク水準等の設定条件は投資家毎に異なる投資方針やリスク許容度に対応することができるほか、現在運用されているマルチアセットポートフォリオにも外装的にリスクコントロール機能として提供することが可能である。

長期的な分析においてはCPPIモデルの有効性を確認できたが、局所的に見るとうまく機能しない期間もある。CPPIモデルはトレンドフォロー型のモデルであるため、リスク資産の動きがボックス圏となりトレンドが出ない局面においては売買を繰り返し、パフォーマンスに悪影響を与えてしまうようなモデルの動きもみられた。

クオンツモデルの構築にあたっては過去データを分析の基本としており、これまでに見られなかった事象が表出した場合、モデル構築時点では想定しえなかった悪影響を被ることがあるため、市場の変化を捉えデータをアップデートしながらモデルの有効性維持に努めることが必要である。

実用化モデルで構築したCPPIモデルの考え方はマルチアセット運用に限定せず、キャッシュと債券のローテーションの一つであるロスカットを段階的に行うような活用方法もある。今回の研究は様々な運用手法に対して幅広く活かすことができると考えられるため、本研究成果が少しでも多方面における研究の一助になれば幸いである。

(2022年6月20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】

- ・ 明治大学大学院 グローバル・ビジネス研究科 『アセットアロケーション論』 講義資料 (明治大学大学院 グローバル・ビジネス研究科 木村 哲 教授) [2006]
- ・ 『最低価値保証付き資産配分法』 -ダイナミック・アセット・アロケーションの展開- (ニッセイ基礎研究所 調査月報) [1991]

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
東京都千代田区丸の内1丁目4番5号 Tel. 03-3212-1211（代表）