

# マクロファクターの定量化とリスク分析への活用

伊藤 彰 朗 CMA  
中川 慧 CMA

## 目 次

- |                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. はじめに                       | 3. マクロファクターの定量化 |
| 2. マルチアセット市場におけるファクターモデルの先行研究 | 4. 実証分析         |
|                               | 5. まとめ          |

資産配分を決定する上で、各資産クラスの共通変動要因（ファクター）に着目するアプローチが注目を集めている。本稿では、主成分分析により得られたマルチアセット市場におけるファクターの意味付けを定性的・定量的に行った結果、上位三つのファクターが経済成長・実質金利・インフレーションと解釈できた。また、これらのファクターを用い、様々な資産クラスや政策アセットミックス、ヘッジファンド指数のリスク分析に活用できることを確認した。なお、本稿は本文と補論で構成されており、詳細を補論で述べている部分については本文中に注が付されている。

## 1. はじめに

政策アセットミックス（以下、政策AM）の資産配分の決定において、各資産クラスの価格変動の背後にある共通要因（ファクター）に着目するアプローチが注目を浴びている。ファクターアプ

プローチによる資産配分戦略の重要性が認識されてきた背景として、伝統的なアプローチの限界、つまり国内株式、海外株式、国内債券、海外債券といった資産クラスごとの資産配分では、内外の株式・債券に共通して作用するファクターを有効に分散できないことが挙げられる。事実2008年の



**伊藤 彰朗（いとう あきお）**

野村アセットマネジメント(株) 運用部（マルチアセット&ソリューションズ）ポートフォリオマネージャー。2012年京都大学経済学部卒業、同年4月野村アセットマネジメント入社。運用審査部（現リスク管理部）にてパフォーマンス分析業務を経験し、14年7月より現職。CFA協会認定証券アナリスト。



**中川 慧（なかがわ けい）**

野村アセットマネジメント(株) 資産運用先端技術研究室 クオンツアナリスト。2012年京都大学経済学部卒。15年筑波大学大学院経営システム科学専攻修了（経営学修士）。同大学院企業科学専攻（博士課程）在学中。12年より日系運用会社にてファンドのリスク管理、クオンツファンド運用やモデル開発を経験し、18年2月より現職。金融工学、機械学習の金融への応用に関する研究多数。

金融危機時には、分散投資の一環として年金基金等が投資していた資産クラスとしての「ヘッジファンド」は、Fung *et al.* [2004] が指摘していたように、実は株式と同種のファクターにテイルトしていたためにリスク分散が有効に機能しなかった。したがって資産配分を決定する上で、各資産が様々なファクターにどの程度さらされているか（エクスポージャー）という観点から分析・評価する必要がある。そのためには、ファクターの特定と定義が重要である。特に政策AMの決定等、長期的な視点で資産配分を行う上では、マクロ経済の観点に基づくファクター（マクロファクター）を特定し、各資産クラスとの関係を明らかにする必要がある。Ang [2014] は、中長期的な資産配分において、マクロファクターは様々な資産クラスの価格に広く影響を与えることを指摘し同時に最も重要なマクロファクターとして経済成長、インフレーション、ボラティリティーの3種類を挙げている。他にIlmanen [2016] はマクロファクターとして経済成長、インフレーションに加えて、実質金利や金融政策等を挙げている。

本稿の目的は、長期的な視点で資産配分を行うために、マクロ経済の観点からみたファクターに基づくリスクモデルを構築することである。そのために主成分分析を用いて、各資産クラスの価格変動の背後に存在するマクロファクターの定量化を試みる。計測された主成分ファクターの意味付けを定性的・定量的に行った結果、それぞれ経済成長・実質金利・インフレーションと解釈できることが分かった。これら3種類のファクターを用いて、様々な資産クラスのファクターエクスポージャーを計測し、有効性を評価する。

本稿の構成は以下の通りである。第2章でマルチアセット市場におけるファクターモデルの先行研究についてレビューする。第3章では、主成分

分析により抽出されたファクターのマクロ経済的意味付けやリスクモデルとしての有効性について確認する。第4章で、これらファクターを用いて国内・海外基金の政策AMとヘッジファンド・インデックスのリスク分析を行った結果を考察し、第5章でまとめと今後の課題を述べる。

---

## 2. マルチアセット市場におけるファクターモデルの先行研究

---

本章では、マルチアセット市場におけるファクターモデルに関する先行研究を概観するとともに、本稿の位置付けを述べる。マルチアセット市場におけるファクターモデルは株式や債券などの個別の資産に対するファクターの研究に比べて数が少ない。先行研究としては、経済的意味付けに基づいてファクターを決定する手法と、統計的にファクターを決定する手法の二つがある。

### (1) 経済的意味付けに基づいてファクターを決定する方法

経済的意味付けに基づいてファクターを決定するアプローチとして、Kaya *et al.* [2012] は、長期間の資産価格のリターン変動を、経済指標を含めた経済成長ファクターやインフレファクターで説明するモデルを検討した。しかし検証の結果、伝統的なポートフォリオ（株式60／債券40）における固有リスクの寄与率は96%となり、経済ファクターに対するエクスポージャーでリターンの変動をうまく計測できなかった。一方、Ang and Ulrich [2012] は、需給ギャップ、インフレーション、中央銀行による金融政策からなるテイラールールをベースとしたモデルによって、実質及び名目金利の期間構造が大部分説明されることと

ともに、10年の株式期待リターン変動のうち70%程度が需給ギャップとインフレーションの変動によるものであったことを示した。米国に限った実証分析であるものの、マクロ経済環境が株式や国債の価格変動に与えている影響を定量化している点は注目に値する。

その他のアプローチとしては、市場指数をマクロ経済ファクターの代理変数 (proxy) として表す手法が挙げられる。Podkaminer [2013] は、GDP成長率や生産性等の経済ファクターそのもののエクスポージャーを取ることは困難であるため、投資可能な代理変数でそれら経済ファクターを表した。このような投資可能資産のロング、もしくはロング/ショートで表すことができる10個のファクターを用いて、ファクターアプローチによるポートフォリオ構築例を示した。ポートフォリオ構築において、デリバティブやショートに対する実務上の制約やエクスポージャーを保つための頻繁なりバランス等が課題として指摘されているものの、経済的に意味付けした投資可能なファクターに基づいて資産クラスファクターエクスポージャー分析に活用できる点は有用である。

しかし、以上のアプローチでは、次のような課題がある。各資産クラスは複数のファクターの影響を受けるにもかかわらず、各資産クラスを単一のファクターにひも付けている点である。例えば、株式は、経済成長だけでなくインフレーション等他のマクロ経済ファクターの影響を受けるはずであるにもかかわらず、経済成長ファクターを株式で対応付けしてしまうと、その経済成長ファクターは、実際には経済成長以外の要素を含んだ性質を持ってしまう。そのため、ポートフォリオのエクスポージャーの正確な計測ができない。

## (2) 統計的な手法でファクターを決定する方法

一方で、統計的な手法でファクターを決定する方法としては、主成分分析をベースとするモデルが検討されている。主成分分析によって、多資産の変動は、互いに無相関な、比較的少数の主成分で概ね説明できることが期待される。

Meucci [2009] は、資産の時系列リターンの共分散行列から抽出した主成分ファクターの分散を図るポートフォリオ構築手法を示した。また、Bhansali [2011] は、多資産の40指数から得られた第一主成分を“Equity Risk”、第二主成分を“Bond Risk”、第三主成分を“Monetary Policy Liquidity”と解釈し、これら三つの主成分を用いて主要資産のリスク分析例を示した。同じく、Bhansali *et al.* [2012] は、9資産から得られた第一主成分を、株式やハイ・イールド債等の資産の感応度が高いことから経済成長ファクターとし、第二主成分を、債券の感応度が大きいことからインフレファクターと解釈し、これら二つの主成分を用いてリスク・パリティ・ポートフォリオのエクスポージャーを分析した。しかし、得られたファクターの解釈に客観性は乏しく、マクロ経済との関連性は検証されていない。また、アウトオブサンプルによる検証は行われておらず、ファクターの長期的な安定性は不明である。

以上の先行研究を踏まえた上で本稿の貢献は、統計的手法でマルチアセット市場におけるファクターを特定し、そのマクロ経済的な意味付けを与え、更にアウトオブサンプルによる検証を行ったりスクモデルとしての有効性を検証した点にある。

## 3. マクロファクターの定量化

本章では、資産価格の長期的な共通変動要因に焦点を当てるため、各月末時点における10年間

の月次データの相関行列に対して主成分分析を行う。当分析では、中長期の資産価格変動に影響を与えている共通変動要因を抽出することを目的としたため、10年という長い期間を選択した（注1）。そして、得られた上位三つの主成分につき、各月末において得られた固有ベクトルを用いてその翌月のファクターリターンを計算したアウトオブサンプル・ファクターリターンと、マクロ経済指標等との連動性を検証することで、3ファクターが、それぞれ経済成長、実質金利、インフレーションに意味付け可能であることを示す。そして、これら三つの主成分ファクター（マクロファクター）を用いたマルチファクターモデルにより様々な資産のファクターエクスポージャー分析を行い、リスクモデルとしての妥当性を検証する。

### (1) 主成分分析によるファクター抽出

株式・事業債・国債・REIT・商品を対象に主成分分析を行ったBhansali [2011] にならい、これら主要資産クラスの中で実務的に投資対象となり得る図表1の6資産を主成分分析の対象とした。データ取得可能期間の一番短いBarclays TIPS Indexに合わせ、1997年4月～2016年12月の月次リターンデータを使用した。

上位3主成分の固有ベクトル（PC1～PC3）の時系列推移を図表2に示した。市場の相関関係の変化に応じて主成分固有ベクトルは変化する。特にPC1とPC2は08年の金融危機前後で固有ベクトルに変化がみられるものの、以下に述べるように主な特徴は維持されている。

PC1は先進国株式、REIT、ハイ・イールド債の固有ベクトルが安定的に正符号で先進国国債が

図表1 分析対象指数

資産クラス	指数	リターン (年率) (%)	標準偏差 (年率) (%)
先進国株式	MSCI World Index	6.29	15.56
REIT	S&P Global REIT Index	9.21	17.90
商品	GSCI Commodity Index	-1.60	22.92
ハイ・イールド債	Barclays US High Yield Index	7.05	9.20
物価連動国債	Barclays TIPS Index	5.57	5.65
先進国国債	Citi WGBI USD Hedged	5.27	2.95

(図表注) 米ドルベース、トータルリターン、期間は1997年4月～2016年12月。

(出所) データストリームより筆者作成

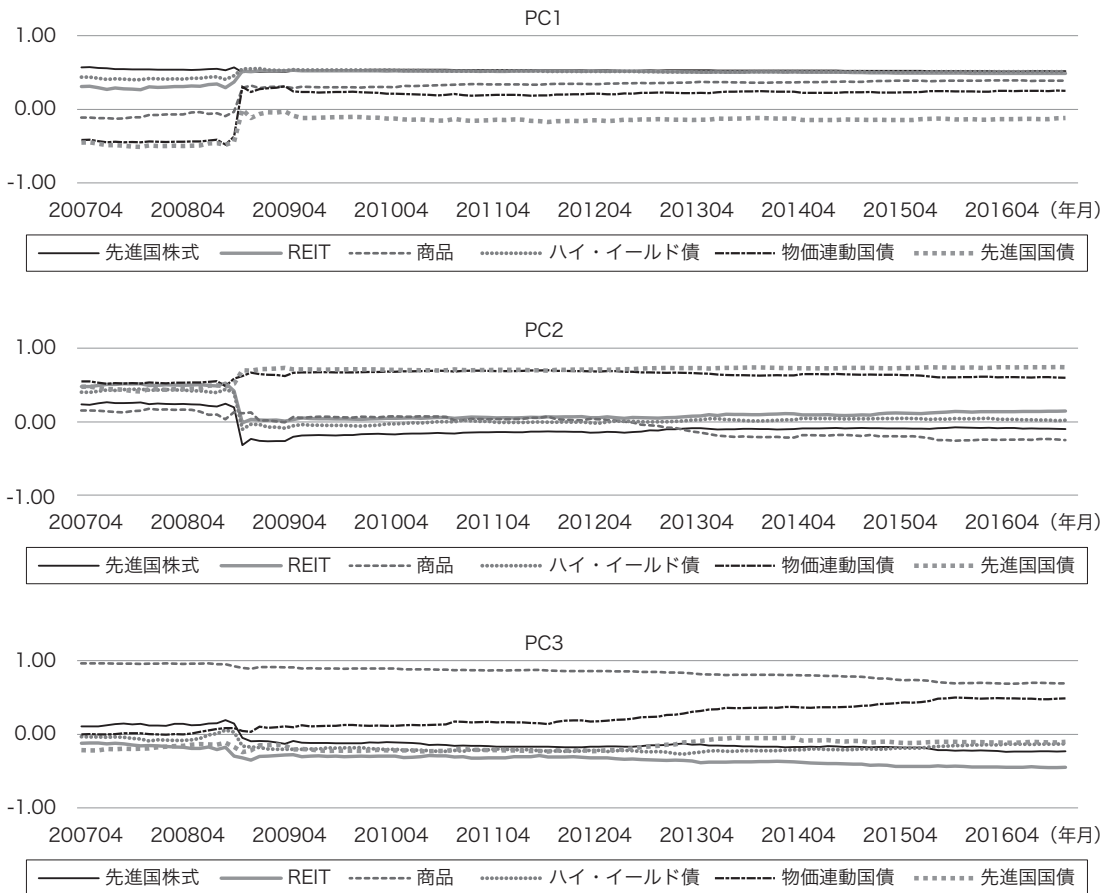
負となる傾向は変わらないことから、経済成長に対して敏感に反応すると考えられるリスク資産と安全資産との逆相関関係を表層している。PC2は先進国国債と物価連動国債が安定的に正であり、REITもわずかに正符号であることから金利敏感資産の共通変動要因を表していると解釈できる。PC3は商品が安定的に正であることから、インフレーション敏感資産の共通変動要因を表していると解釈できる。このように、固有ベクトルの符号からみたファクターの解釈は分析期間において安定している。なおPC4以降は、説明力が低いことと定性的な意味付けが難しいことから捨棄した。また、上位3主成分までの累積寄与率は概ね80～90%で推移しており、主要資産の変動の大部分を説明可能であった。

### (2) マクロファクターの経済的意味付け

第3章(1)で求めた主成分ファクターのアウトオ

(注1) なお、5～7年程度の期間では結論に影響は与えないものの、数年の期間とすると主成分ファクターの解釈が難しくなるケースも見受けられる。

図表2 上位3主成分の固有ベクトル時系列推移



(図表注) 固有ベクトルの符号は、解釈しやすいようにPC1は先進国株式を正、PC2は物価連動国債を正、PC3は商品を正として表示。

(出所) 筆者作成、以下同様

ブサンプル・リターンとそれぞれに関連するマクロ経済指標等(図表3)との関係性を確認することで、主成分ファクターの経済的な意味付けが妥当であるかを検証する(図表4)。左図には、中長期の関係性を確認するために1年ローリング変化の時系列推移を掲載した。右図は月次変化の散布図であり、この相関係数の統計的有意性を確認した。

・PC1: 固有ベクトルからはグローバルなリスクオン/オフを表す経済成長期待を反映したファ

クターと解釈できるため、その定性的解釈から、PC1のファクターリターンと経済成長を表す代表的なマクロ指数としてOECD景気先行指数(Composite Leading Indicator; CLI)の月次変化の相関係数の統計的有意性を確認した。マインド指標や新規受注指数等の景気先行指標から構成される当指数には株式リターン等の市場データも構成項目の一つとして含まれるものの、景気先行指標として広く使われている。結果、PC1とOECD CLIの月次変化の相関係数は

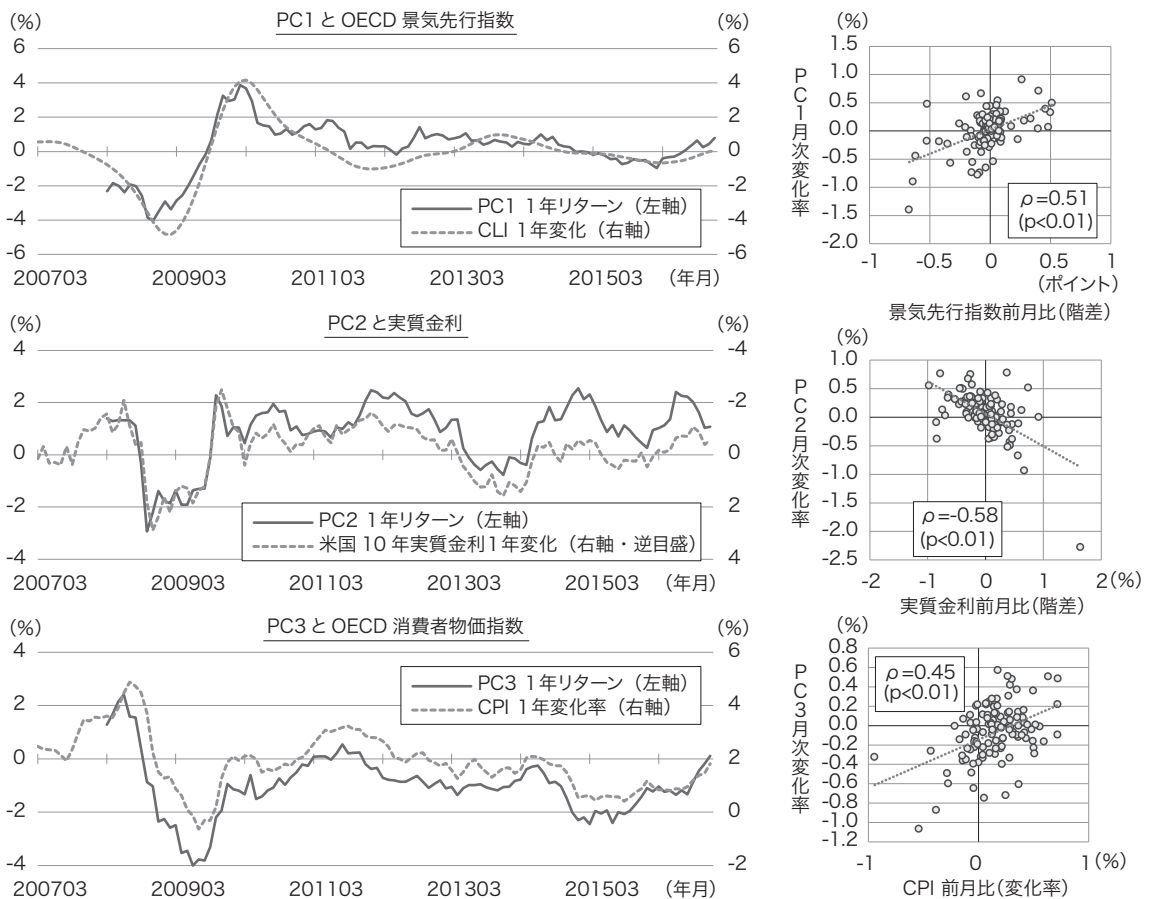
図表3 マクロ指標の基本統計量・相関行列

	OECD CLI	米国実質金利	OECD CPI
平均月次変化	-0.01	-0.01%	0.15%
月次標準偏差	0.20	0.37%	0.25%

	OECD CLI	米国実質金利	OECD CPI
OECD CLI	1.00	-0.15	0.19
米国実質金利	-	1.00	-0.15
OECD CPI	-	-	1.00

(図表注) 月次変化の計測に当たり、OECD CLI・米国実質金利は階差、OECD CPIは変化率とした。

図表4 主成分ファクターとマクロ指標との関係性 (左図：1年ローリング変化、右図：月次変化)



(図表注) 月末時点における3ファクターの標準偏差が推定ベースで年率1%となるよう統一。主成分ファクターリターン  
の算出方法については補論参照。

0.51であり、統計的に有意であった。  
 ・PC2：固有ベクトルからは金利敏感資産の共通変動要因であると解釈できるため、実質金利変化との相関係数の統計的有意性を確認した。市

場で観測される実質金利として、米国10年金利から、米国5年先5年期待インフレ率を引いた系列（インフレーションスワップのデータが取得可能な04年4月以降）を使用した。データの

制約上からグローバルではなく、米国単独の実質金利との比較ではあるものの、PC2と米国実質金利の月次変化の相関係数は-0.58であり、統計的に有意であった。

- ・PC3：固有ベクトルからはインフレーション敏感資産の共通変動要因であると解釈できるため、OECD消費者物価指数（CPI）変化との相関係数の統計的有意性を確認した。結果、PC3とOECD CPIの月次変化相関係数は0.45であり、統計的に有意であった。

以上より、上位3主成分の、経済成長・実質金利・インフレーションという解釈は妥当であると判断できる。

### (3) マクロファクターによる主要資産クラスのリスク分析

次に、先ほど解釈した三つの主成分マクロファクターを用いたマルチファクターモデルを構築し、様々な市場指数のリターンを以下の回帰モデルを用いて分解する。

$$r_{it} = \alpha_i + \beta_{i1}f_{1t} + \beta_{i2}f_{2t} + \beta_{i3}f_{3t} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$r_{it}$ ： $t$ 月における資産 $i$ のリターン

$\beta_{ij}$ ：資産 $i$ のマクロファクター $j$ に対する感応度

$f_{it}$ ：経済成長、実質金利、インフレーションのマクロファクターリターン

$\varepsilon_{it}$ ：誤差項

ファクターリターン $f_{it}$ は、第3章(2)で求めたアウトオブサンプルの月次データを用い、主成分ファクターの抽出に使用した6指数を含む主要資産

クラスの10指数をリスク分析対象とした（注2）。そして、主要資産クラスの変動が三つのマクロファクターでどの程度説明できているか、ファクターに対する $\beta$ は定性的に理解できる結果となっているかを確認し、マルチファクターモデルとしての妥当性を検証する。以下、図表5に示したリスク分析結果を考察する。

#### 【各資産クラスの特徴】

- ・株式：先進国、新興国ともに経済成長ファクターに対して大きな正の感応度を持つ。リスク寄与率は、それぞれ約80%、60%と大半を占める。また、インフレファクターに対する感応度は、新興国は有意に正であった。比較的資源国比率の高い新興国株式は先進国株式と比べてインフレ時に上昇しやすいことが示唆される。
- ・REIT：経済成長ファクターに対する正の感応度を持つ一方で、先進国株式と比べると実質金利ファクターに対してセンシティブな資産であることが反映された結果となった。
- ・商品：商品市場全体は、インフレファクターに対して大きな正の感応度を持ち、リスク寄与率は60%程度を占める。加えて、経済成長ファクターに対しても正の感応度を持つ。ただし、金に関しては、経済成長ファクターに対する感応度は0に近い。リスクオフ時に買われやすい性質が反映されていると考えられる。
- ・普通国債：先進国国債は、経済成長ファクターに対して負の、実質金利ファクターに対しては正の、インフレファクターに対しては負の感応度を持つという定性的に理解しやすい特徴が捉えられている。一方で、新興国国債は、経済成長ファクターに対して正の感応度を持つ。経済

(注2) なお、5年間（12年1月～16年12月）のデータを用いて同様のリスク分析を行ったところ、結果の解釈は変わらず、説明力はやや向上した。

図表5 主要市場指数のファクター回帰分析結果

資産クラス	市場指数	切片 (%)	β			自由度調整後決定係数	リスク寄与率 (%)			
			経済成長	実質金利	インフレ		経済成長	実質金利	インフレ	固有
株式	先進国 (MSCI World)	0.35*	13.24***	-0.02	0.39	0.81	81.2	0.0	0.3	18.5
	新興国 (MSCI EM)	0.38	15.98***	2.18**	4.26***	0.70	62.6	3.4	4.9	29.1
REIT	グローバル (S&P Global REIT)	-0.37	16.52***	3.68***	-5.34***	0.84	73.5	8.6	2.7	15.2
商品	商品市場全体 GSCI	0.78***	9.75***	-1.16*	18.65***	0.88	25.9	-0.3	62.9	11.5
	金 (GSCI Gold)	0.51	-0.29	7.13***	5.77***	0.26	-0.2	20.1	7.9	72.2
普通国債	先進国 (WGBI)	0.16***	-1.10***	1.76***	-1.19***	0.72	11.6	44.4	16.2	27.8
	新興国 (米ドル建) (JPM EMBI Global Diversified)	0.27**	4.34***	4.02***	0.01	0.74	36.7	38.2	0.0	25.1
物価連動国債	米国物価連動債 (Barclays TIPS Index)	0.16	0.33	3.92***	0.91**	0.64	1.5	61.2	2.0	35.3
事業債	米国投資適格社債 (Barclays U.S. Corporate Investment Grade)	0.18*	1.73***	3.17***	-0.69*	0.62	14.7	47.5	0.8	37.1
	米国ハイ・イールド債 (Barclays U.S. Corporate HY Index)	0.47***	8.09***	1.26***	-0.01	0.79	74.2	5.0	0.0	20.9

(図表注) 回帰係数の検定 (t検定) \*10%有意、\*\*5%有意、\*\*\*1%有意。

成長期待が高まる局面では、先進国国債は売られやすい一方で新興国国債は買われやすいという傾向を表していると考えられる。加えて、新興国国債は、インフレファクターに対する感応度が負ではなかった。資源価格の上昇は資源国比率の高い新興国全体の信用力を高めるため、新興国国債はインフレに対して耐性があることが示唆される。

- ・物価連動国債：実質金利ファクターへのエクスポージャーが大きい。しかし、経済成長とインフレーションに対する感応度も正であることから、経済成長やインフレ期待が高まる局面では先進国普通国債よりもアウトパフォームしやすいという特性が反映されていると考えられる。
- ・事業債：投資適格債とハイ・イールド債両者ともに、経済成長ファクターに対する感応度が正

であることが、先進国普通国債との違いとして特徴的である。また、ハイ・イールド債は、経済成長ファクターのリスク寄与率が非常に高いことから、株式に近いマクロファクター構造であると言える。

#### [マルチファクターモデルとしての妥当性]

自由度調整後決定係数は10資産平均で0.7と、比較的説明力の高いモデルであると言えること、また、各資産クラスのファクターエクスポージャーは定性的に理解しやすい結果となったことから、マルチアセット市場におけるリスクモデルとして有効性が高いと言える。

## 4. 実証分析

本章では、前章で構築したマクロファクターを



用いて、政策AMやヘッジファンドのリスク分解に活用できることを示す。

### (1) 政策AMのリスク分析

海外の代表的基金の一つであるカリフォルニア州公務員退職給付制度（CalPERS）と、日本の平均的な年金基金をモデルケースとして、政策AMがマクロファクターに対してどのようなエクスポージャーを持っているかを分析する（図表6）。

図表6から、①両基金とも、経済成長ファク

ターに対して統計的有意かつ大きな正のエクスポージャーを持つ。リスク寄与率を確認すると、経済成長ファクターがCalPERSは77%、国内年金基金は51%と、3ファクターの中で最も大きい割合を占める。一方、実質金利ファクターやインフレファクターの寄与率は高くない。両基金とも株式配分を高めている結果ではあろうものの、ファットテールを持つ経済成長ファクターに大きくティルトをしているため、リスクオフ時に大きな損失を被る可能性が高い点に留意は必要であろう。②イ

図表6 政策AMのリスク分解結果

#### CalPERS（※流動性資産に限る）

資産配分 (%)		$\beta$			ポートフォリオ全体に対するリスク寄与率 (%)				資産別リスク寄与率 (%)
		経済成長	実質金利	インフレ	経済成長	実質金利	インフレ	固有リスク	
世界株式	50	13.56***	0.21	0.80	77.2	2.2	1.0	17.7	98.1
商品	2	9.75***	-1.16*	18.65***	2.0	0.0	0.2	0.3	2.5
米国物価連動債	3	0.33	3.92***	0.91**	0.5	0.2	0.0	0.1	0.7
世界物価連動債（除く米国）	2	0.49	3.21***	-1.03**	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3
米国債	17	-1.80***	2.49***	-0.87***	-2.4	0.5	-0.1	0.4	-1.6
世界国債（除く米国）	2	-0.88***	1.54***	-1.30***	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
全体	合計75	6.62***	0.71**	0.52	77.2	3.1	1.0	18.6	100.0

#### 国内年金基金

資産配分 (%)		$\beta$			ポートフォリオ全体に対するリスク寄与率 (%)				資産別リスク寄与率 (%)
		経済成長	実質金利	インフレ	経済成長	実質金利	インフレ	固有リスク	
日本株	15	10.90***	-1.66	0.00	24.0	0.1	-0.2	27.5	51.4
外国株式	14	15.08***	-2.08*	1.21	31.5	0.1	-0.4	21.9	53.1
円債	60	-0.47***	0.71***	-0.43**	-3.1	0.3	0.3	-0.6	-3.2
外国債券	11	-1.19***	2.21***	-1.54***	-1.4	0.2	0.2	-0.2	-1.3
全体	合計100	3.33***	0.13	-0.26	51.1	0.6	-0.3	48.6	100.0

(図表注1) 回帰係数の検定 (t検定) \*10%有意、\*\*5%有意、\*\*\*1%有意。

(図表注2) CalPERS: Total Fund Investment Policy [April 18, 2016] より、非流動性資産を除いた部分 (75%) をリスク分析の対象とした。リスク分析に使用した市場指数は、MSCI AC World Index USD Total Return Net, S&P GSCI Total Return, Bloomberg Barclays U.S. TIPS USD Total Return, Bloomberg Barclays World Govt Ex US Inflation-Linked Bonds All Maturities TR USD Hedged, WGBI U.S., Non-U.S. WGBI USD Hedged。

(図表注3) 企業年金連合会 資産運用実態調査2015年度年次報告書より、厚生年金基金と確定給付企業年金の政策AMの平均を使用した。一般勘定・その他・短期資金を円債に含めている。リスク分析に使用した市場指数は、TOPIX 配当込み、MSCI Kokusai 配当込み 円ベース、BPI国債、WGBI ex Japan 円ヘッジ。

(図表注4) 政策AMのリスク分解方法については補論参照。

ンフレファクターに対して、CalPERsは正の、国内年金基金は負のエクスポージャーを持つ。CalPERsは、商品や物価連動国債を組み入れている一方、国内基金については、グローバルなインフレーションに対して敏感な資産を組み入れていることがその背景である。③日本株や為替（円建て外国株式）などマクロファクターでは捉えにくい要因が存在することが示唆された。

本稿ではポートフォリオ構築手法に関しては触れないものの、経済成長だけでなく実質金利やインフレファクターにも意図してリスク配分を行い、マクロファクターの分散を図ることでより効率的な資産配分を構築できる可能性はあろう（Meucci [2009]）。なお、本稿ではCalPERsが非流動性資産としてReal Asset等の組入れを行っている点を考慮していない。非流動性資産を含めたトータルポートフォリオのリスク分析が必要となろう。

近年、多くの国内基金では、期待リターン低下対応や、より一層の分散効果の獲得やダウンサイドリスクの抑制を目的としてオルタナティブ投資を導入している。マクロファクターの観点から考えると、保有する伝統資産のマクロファクター・エクスポージャーを踏まえた上で、オルタナティ

ブ投資対象の選定を行うべきである。先の例のように政策AMが経済成長ファクターに大きな正のエクスポージャーを持つ場合には、経済成長ファクターに対する正のエクスポージャーが大きいオルタナティブを選定するべきではない。次の(2)では、オルタナティブ投資対象の一つである、ヘッジファンドについて、マクロファクターに対するエクスポージャーを分析する。

## (2) ヘッジファンドのリスク分析

ここではヘッジファンドのマクロファクター・リスク分解を行う。分析にはHedge Fund Research社が提供するHFRIの戦略別インデックスを使用した。07年4月～16年12月の月次リターンを用いて、(1)式と同様、三つのマクロファクターを用いたマルチファクターモデルによるリスク分解を行った（図表7）。ヘッジファンド総合指数をみると、経済成長ファクターのリスク寄与率は60%超にのぼった。また、主要ヘッジファンド戦略指数のうちマクロを除いて、当モデルによる説明力は比較的高く、経済成長ファクターに正のエクスポージャーを持つことが統計的に有意であった。一方、マクロや、エクイティー・ヘッジに含まれるサブ戦略であるマーケット・ニュート

図表7 ヘッジファンド・インデックスのリスク分析結果

戦略	切片 (%)	β			自由度調整後決定係数	リスク寄与率 (%)				
		経済成長	実質金利	インフレ		経済成長	実質金利	インフレ	固有	
総合インデックス	0.33***	4.34***	0.10	1.53***	0.72	64.0	0.4	8.2	27.4	
主要戦略	イベント・ドリブン	0.40***	4.71***	-0.23	1.57***	0.72	65.6	-0.6	7.8	27.2
	ファンド・オブ・ファンズ	0.17*	2.97***	0.27	1.74***	0.55	42.6	1.3	12.5	43.7
	マクロ	0.26*	0.42	0.58	0.82*	0.05	1.6	2.6	2.9	92.9
	エクイティー・ヘッジ	0.34***	6.38***	-0.36	1.87***	0.74	68.6	-0.7	6.6	25.4
	リラティブ・バリュー	0.44***	3.15***	0.65***	1.39***	0.68	54.1	5.1	9.6	31.2
(参考)	マーケット・ニュートラル (エクイティー・ヘッジ内)	0.23***	0.95***	-0.28	0.94***	0.27	15.7	0.5	12.6	71.2

(図表注) 回帰係数の検定 (t検定) \*10%有意、\*\*5%有意、\*\*\*1%有意。

ラルに関しては、マクロファクターでは説明されない固有要因のリスク寄与率が大きい結果となった。マネジャーのスキルがパフォーマンスに大きな影響を与える可能性はあるものの、特定のマクロファクターにテイルトしていないという点はオルタナティブ投資としては望ましいと言える。

## 5. まとめ

本稿では、マクロファクターに基づくリスクモデルを構築した。マクロファクター・エクスポージャーを分析することで、資産配分担当者は、基金の目的に沿ったエクスポージャーを取得できているのか、ファクターの分散は図れているか、どのようなマクロファクター特性を持つ資産や運用戦略を組み入れるべきかを考えることができる。

先行研究を踏まえた本稿の貢献として、主成分分析でマルチアセット市場におけるファクターを特定し、意味付けを定性的かつマクロ経済指標等を用いて定量的に行った結果、それぞれ経済成長・実質金利・インフレーションと解釈できた。アウトオブサンプルによる検証を行いリスクモデルとしての安定性／有効性を検証した。またマクロファクターモデルは政策AMやヘッジファンド・インデックスのエクスポージャー分析にも活用できることを示した。ヘッジファンド・インデックスについては、経済成長ファクターのリスク寄与率は60%超にのぼった。これは、政策AMにおいて経済成長ファクターへのエクスポージャーが大きい基金が、オルタナティブ枠として平均的なヘッジファンドを採用した場合、ファクターベースでみると有効な分散効果を得ることができない可能性を示唆している。

今後の課題としては、構築したマクロファクターでは説明力の低い資産や非流動性資産のエク

スポージャー分析や、今回の分析では捉えきれないその他のマクロファクターの特定、解釈が挙げられる。

本稿の執筆に当たり、野村アセットマネジメント川原淳次氏、大野一郎氏、及び2名の匿名のレフェリーより大変有意義なコメントを頂いた。深く感謝申し上げます。また、本稿の内容は筆者らが所属する組織を代表するものではなく、本稿の全ての誤りは、筆者らの責に属するものである。

### (参考文献)

- Ang, A. and M. Ulrich [2012] “Nominal bonds, real bonds, and equity” *working paper*.
- Ang, A. [2014] “*Asset management: A systematic approach to factor investing*” Oxford University Press.
- Bhansali, V. [2011] “Beyond Risk Parity” *The Journal of Investing*, 20(1), pp.137-147.
- Bhansali, V., J. Davis, G. Rennison, J. Hsu and F. Li [2012] “The Risk in Risk Parity: A Factor-Based Analysis of Asset-Based Risk Parity” *The Journal of Investing*, 21(3), pp.102-110.
- Fung, W. and D. A. Hsieh [2004] “Hedge fund benchmarks: A risk-based approach” *Financial Analysts Journal* 60.5 : pp.65-80.
- Ilmanen, A. [2016] “Smart Investing in an Environment of Low Expected Returns” *The Journal of Investment Consulting*, Volume 17, Number 2.
- Kaya, H., W. Lee and Y. Wan [2012] “Risk budgeting with asset class and risk class approaches” *The Journal of Investing*, 21(1), pp.109-115.
- Meucci, A. [2009] “Managing diversification” *Risk*, 22(5), pp.74-79.
- Podkaminer, E. L. [2013] “Risk factors as building blocks for portfolio diversification: The chemistry of asset allocation” *Investment Risk and Performance Newsletter*, 2013(1).

\*この論文には補論があります。

(この研究ノートは投稿論稿を採用したものです。)