

コモディティ投資インデックスと伝統的アセット クラスのリスク・リターン特性比較

吉 田 靖

1. はじめに

現代の資産運用において、伝統的資産とは機関投資家の資産運用の中心となっている上場株式や債券を指し、プライベートエクイティや不動産、コモディティなどはオルタナティブ資産と言われている。しかしこれは資産そのものの歴史的新旧によるものではない。株式会社の登場よりもコモディティ、不動産の方が古くから社会には存在していたのは明らかで、上場会社より、非上場会社の歴史が古いのは当然である。例えば年金積立金管理運用独立行政法人（Government Pension Investment Fund, 以降 GPIF）は、その「用語集」でオルタナティブ投資について、「伝統的な投資対象である上場株式、債券等とは異なるリスク・リターン特性を持った投資手法の総称です。オルタナティブ投資をポートフォリオに組み入れることにより、分散投資による効率性の向上が期待されます。管理運用法人では、運用体制の整備に伴い管理・運用されるオルタナティブ資産（インフラストラクチャー、プライベート・エクイティ、不動産その他経営委員会の議を経て決定するもの）はリスク・リターン特性に応じて国内債券、国内株式、外国債券及び外国株式に区分し、資産全体の5%を上限としています。」としている。すなわち、オルタナティブ資産は上場株式、債券とは異なるリスク・リターン特性があるとしながら、その一方でリスク・リターン特性に応じて国内債券、国内株式、外国債券および外国株式に区分しているのである。また GPIF の「基本ポートフォリオの変更について (2)」には「その他経営委員会の議を経て決定するもの」という記述はあるが、具体的に列挙されている資産の中にコモディティはなく、その理由は示されていない。さらに配分比率の上限5%の根拠も示されていない。GPIF の基本ポートフォリオは「厚生労働省が実施する財政検証の結果や厚労大臣から与えられた中期目標、並びに近年の経済情勢を踏まえて」策定されているが、その前提条件の求め方や導出の詳細は完全に再現可能なほどには公開されていない。このような中で GPIF は「海外の年金基金では、このような特性・効果をもつオルタナティブ資産の運用を行うことによる分散投資を推進しています。2020 年度から始まった GPIF の第 4 期中期計画では、資産全体の 5% を上限にオルタナティブ資産（インフラストラクチャー、プライベート・エクイティ、不動産）の運用を行うこととされています。」として、インフラ、不動産およびプライベート・エクイテ

への投資を拡大しつつある。しかし、例えば CalPERS (California Public Employees' Retirement System) のアセットクラスは、グローバルエクイティ、債券、Treasury Inflation-Protected Securities, REIT, コモディティであり、これらのベンチマークは明確に定義されているのに対し、GPIF やそれに倣っている年金基金がある場合、それらの対応ではオルタナティブ資産のベンチマークが明確でなく、計画や評価上の問題がある。

以上の背景で、より優れたアセット・アロケーションのための基礎としては、コモディティ指数のリスク・リターン特性を知ることが必要となる。コモディティ投資に関する特性の検証としては1965年1月から2005年2月までの142のコモディティ先物取引を対象としたKat and Oomen (2007a) の単変量解析および Kat and Oomen (2007b) による多変量解析を用いた網羅的な先行研究がある。これらの分析は個別のコモディティであり、指数ではない。また、時期的にコモディティの金融商品化が指摘される以前の長期データである。コモディティとして金に限定すれば、Baur and Lucey (2010), Baur and McDermott (2010), Reboredo (2013) 等が金に「Safe haven」の効果があるか否かを検証している。また、吉田 (2016) は国内外の株式・債券への投資にアセットクラスとしての金を加えて期待ショートフォール最小化によりアセットアロケーションの最適化を行うと、金の期待リターンの値によってはポートフォリオ全体のテイルリスク削減に効果があることが示されている。本稿ではアセットアロケーションによる検証は行っていないが、インデックス投資の日次および月次データを利用し、円ベースでの統計的検証を行うこととする。本稿の構成は、続く第2節で分析に使用するデータについて説明し、第3節で分析結果を示す。第4節はまとめである。

2. コモディティ投資のインデックス

2.1 S&P GSCI 商品指数

前節で引用した CalPERS はコモディティ投資のベンチマークとして S&P GSCI 商品指数を指定している。この他にも指数としてはロジャーズ国際コモディティ指数、ブルームバーグ商品指数 (旧名称: DJ-UBSCI, Dow Jones UBS Commodity Index) などもあるが、主として入手可能性の点から、本稿では S&P GSCI 商品指数を対象とする。

コモディティ指数の利用目的は、資産運用のベンチマークであり、株式や債券の指数と同様である。しかし、コモディティ指数特有の問題も存在する。比較的大きな問題としては、機関投資家は商品現物市場での売買や情報を得ること自体も難しいため、価格情報は現物市場ではなく先物市場などを利用していること、指数を算出するためのウェイトとしてコモディティには時価総額という概念の適用が困難であること、先物の価格を利用するために、複数の限月の中からどの限月を選択するかという問題と、時間の経過により満期になったとき

表 1 S&P GSCI 商品指数の構成ウエイト

セクター	コモディティ	2021 年基準金額ウエイト	2022 年基準金額ウエイト	前年差
農産物		19.29432%	20.48023%	1.185911%
	シカゴ小麦	3.736564%	3.639760%	-0.096804%
	カンサス小麦	1.483037%	1.398139%	-0.084898%
	トウモロコシ	5.749474%	6.541656%	0.792182%
	大豆	3.965832%	4.643469%	0.677637%
	コーヒー	0.835443%	0.832721%	-0.002722%
	砂糖	1.801799%	1.812634%	0.010835%
	ココア	0.450256%	0.355547%	-0.094709%
	綿花	1.271920%	1.256305%	-0.015615%
畜産物		7.989821%	7.361976%	-0.627845%
	赤身豚肉	2.133796%	2.356771%	0.222975%
	生牛	4.460746%	3.759203%	-0.701543%
	肥育用牛	1.395279%	1.246002%	-0.149277%
エネルギー		53.92907%	53.47725%	-0.451820%
	WTI 原油	21.784500%	20.340800%	-1.443700%
	ヒーティングオイル	4.084293%	3.501924%	-0.582369%
	RBOB ガソリン	3.702687%	4.335321%	0.632634%
	ブレント原油	16.100390%	17.187940%	1.087550%
	軽油	5.454422%	4.780995%	-0.673427%
	天然ガス	2.802775%	3.330280%	0.527505%
産業用金属		11.91350%	12.71223%	0.798730%
	アルミニウム	4.017302%	4.183039%	0.165737%
	銅	4.965467%	5.798651%	0.833184%
	ニッケル	1.031943%	0.997634%	-0.034309%
	鉛	0.769226%	0.656632%	-0.112594%
	亜鉛	1.129564%	1.076274%	-0.053290%
貴金属		6.873289%	5.968309%	-0.904980%
	金	6.271471%	5.325982%	-0.945489%
	銀	0.601817%	0.642327%	0.040510%

(出所) S&P Dow Jones Indices Announces 2021 S&P GSCI Weights を元に筆者作成

コモディティ投資インデックスと伝統的アセットクラスのリスク・リターン特性比較

のローリングをどう指数に反映させるかという問題、および資産配分比率に従って先物を買って建てても証拠金の預託はあるが代金を支払わないため、その分を資産運用可能であることからトータルリターンをどのように算出するかという問題等が発生する。

以上の点について、分析対象とする S&P GSCI 商品指数は S&P Dow Jones Indices (2021) および S&P Dow Jones Indices (2022) によると次のような対応をしている。

第1にウェイトは5年間の平均産出量等に基づいて決定され、毎年1回見直されている。2021年のウェイトと2022年のウェイトを比較すると表1のようになっており、WTI原油のウェイトは約1.4%ポイント減っているが最大であり、ブレント原油は逆に約1.1%ポイント増えており、この2つの原油で全体の37.5%、エネルギーセクターで53.5%を占めている。これに次ぐセクターは農産物であり約20.5%である。このように資産運用のインデックスであることから、組み入れられるためには市場を通じて投資可能であることが重要である。また、コモディティの定義はさまざまであるが本指数は天然資源に限られており、海上運賃や電力、CO₂排出権などは対象外である。

第2に、限月の選択については期近物の価格を用いており、ローリングのために、満期を迎える月の第5営業日から20%ずつ次の期近物のウェイトを増やし、5営業日をかけて移行する計算となっている。

第3にトータルリターン算出については米国の財務省短期証券3か月物で運用しているものとしてしている。

2.2 分析対象の系列と期間の選択

S&P GSCI 商品指数のトータルリターンのデータは図1に示すとおり、1969年12月31日から存在している。しかしながら、円ベースのリターンは2008年4月25日からである。さらにS&P Capital IQから入手したデータによると、2010年3月16日までは整数部分の値のみとなっており、その時点までの大半のデータの有効数字は2桁のみにとどまることから、その後の期間や同一期間の他の指数の変動と異なる特性を示す可能性があるため分析の対象として適当ではないと判断し、2010年3月17日から本稿執筆直前の2022年9月16日までの日次データを分析対象とする。この期間の指数の推移を図2に示す。一部の分析は月末値を利用した月次データによって行う。

分析の際は比較のため、S&P GSCI 商品指数トータルリターンとしては、ドルベース、同豪ドルベース、同ユーロベース、同円ベース、同豪ドルヘッジベース、同ユーロヘッジベース、同円ヘッジベースの7系列とする。さらに、他のアセットクラスとの比較のため、日本国内の株式指数であるS&Pグローバル総合指数の日本株式トータルリターン（グロス）、米国の代表的株式指数であるSP500トータルリターン（グロス）、およびその円ベース指数も用いることとし、これらは以降でそれぞれSPJBMI、SP500、SP500円と略記する。これ

図 1 S&P GSCI トータルリターン・インデックス（ドルベース）の推移



図 2 S&P GSCI トータルリターン・インデックス（通貨別）の推移

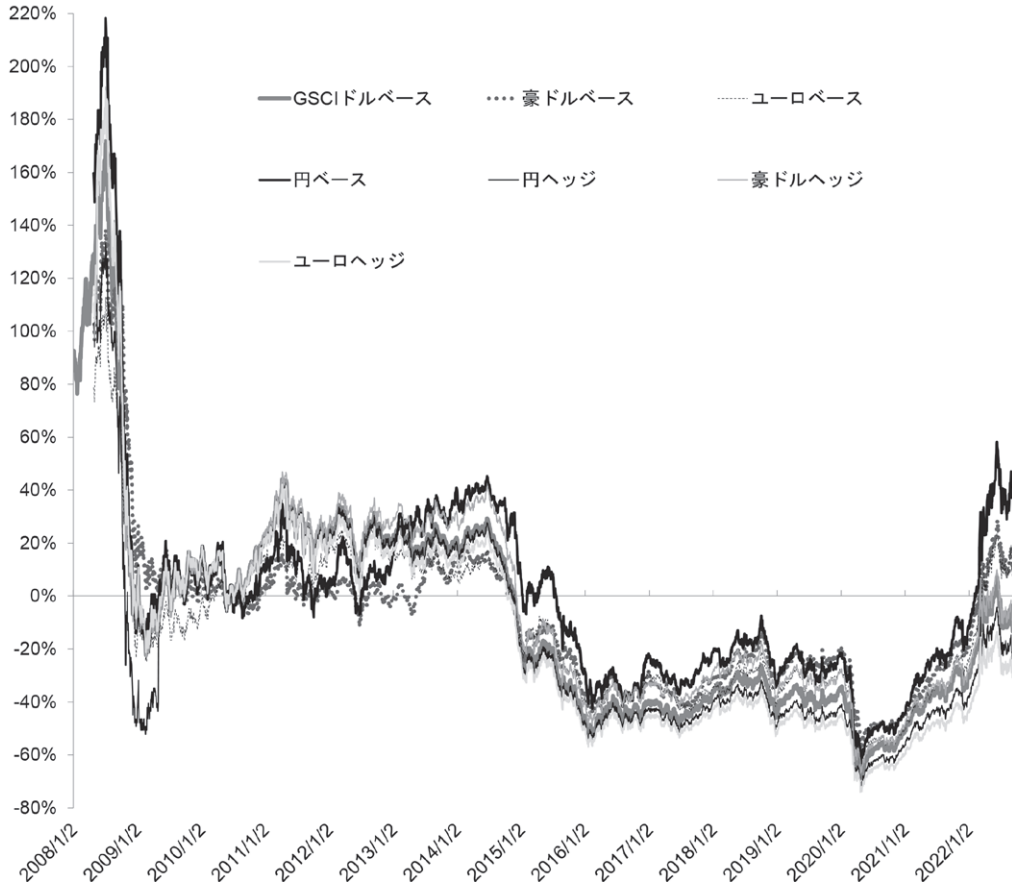


表 2 単位根検定の結果

	原系列		1階階差	
	修正済 t 値	p 値	修正済 t 値	p 値
GSCI ドル	-1.3066	0.6287	-56.7100	0.0001
GSCI 豪ドル	-1.3888	0.5894	-59.5887	0.0001
GSCI ユーロ	-1.2379	0.6601	-57.2407	0.0001
GSCI 円	-1.2471	0.6560	-57.0577	0.0001
GSCI 豪ドルヘッジ	-1.3411	0.6124	-56.6666	0.0001
GSCI ユーロヘッジ	-1.3037	0.6300	-56.5541	0.0001
GSCI 円ヘッジ	-1.2745	0.6436	-56.6689	0.0001
SPJBMI	-0.9633	0.7681	-51.5925	0.0001
SP500	-0.6563	0.8555	-61.9178	0.0001
SP500 円	-0.6023	0.8677	-62.2315	0.0001

(注) 検定は Phillips-Perron の方法による。

らの指数は各国の市場の休業日によって算出されない日が異なる場合があるので、日次でのデータ件数は異なる。

次節での分析の前に、日次の各系列に対して自然対数変換を行ったものを原系列とし、単位根検定を実施した結果を表 2 に示す。

表 2 の結果から、原系列ではすべての系列について、単位根が存在するという帰無仮説を有意水準 5% で棄却することはできないが、1 階の階差を取った系列についてはすべての系列で、帰無仮説を棄却することができる。このことにより、今後の分析は 1 階の階差を取った系列について行うこととする。

3. 分析結果

3.1 日次データ

3.1.1 リターン

各系列は 1 階の階差を取るため、標本期間の開始日は 2010 年 3 月 18 日となる。各系列の日次データの基本統計量の値を表 3 に示す。各系列は対数変換後に 1 階の階差を取っていることによりリターンとなっている。したがって表 3 の平均値は過去の平均リターンである。中位数で見るとすべての指数でプラスである。しかし、平均値は株式指数の SPJBMI, SP500, SP500 円についてはプラスになっている一方で、コモディティ投資は豪ドルベース、円ベース、ユーロヘッジベースが比較的わずかにプラスで、その他は比較的わずかではある

表 3 日次データの基本統計量の値
(2010年3月18日—2022年9月16日)

	観測数	平均	中位数	最大	最小	標準偏差	歪度	尖度	JB	p 値
GSCI ドル	3151	-0.000076	0.000802	0.086514	-0.122236	0.013893	-0.8493	11.3019	9427.56	<0.00001
GSCI 豪ドル	3151	0.000021	0.000494	0.079658	-0.128548	0.013132	-0.6604	11.4329	9565.71	<0.00001
GSCI ユーロ	3151	-0.000155	0.000775	0.076164	-0.126922	0.013780	-0.8376	10.7860	8327.55	<0.00001
GSCI 円	3151	0.000020	0.000475	0.084001	-0.133987	0.013877	-0.7281	12.0068	10929.03	<0.00001
GSCI 豪ドルヘッジ	3151	-0.000119	0.000780	0.077347	-0.125049	0.013662	-0.7994	10.4806	7682.67	<0.00001
GSCI ユーロヘッジ	3151	0.000065	0.000802	0.085589	-0.151423	0.015278	-0.7967	10.4130	7548.26	<0.00001
GSCI 円ヘッジ	3151	-0.000080	0.000786	0.076166	-0.125224	0.013686	-0.8165	10.8624	8466.13	<0.00001
SPJBMI	2910	0.000328	0.000611	0.076074	-0.099098	0.011900	-0.4522	9.0540	4543.06	<0.00001
SP500	3035	0.000462	0.000747	0.089781	-0.127604	0.011196	-0.8557	17.2916	26199.36	<0.00001
SP500 円	3036	0.000591	0.001019	0.103022	-0.141748	0.013516	-0.7195	13.1170	13209.75	<0.00001

(注) JB は Jarque-Bera の検定統計量

がマイナスである。これは図 1 および図 2 からわかるように、標本期間開始日の水準が終了日の水準とほぼ同じことが主因である。

3.1.2 ボラティリティ

表 3 の標準偏差の値をボラティリティとして見ると、コモディティ指数のボラティリティは、ユーロヘッジベースのものが最も大きく、その他は SP500 円も含めてほぼ同等である。これらより株式指数である SPJBMI、SP500 は若干小さく、SP500 が最も小さくなっている。

3.1.3 分布の形

表 3 に示すとおり、歪度の値はコモディティ指数の各系列と SP500 および SP500 円がほぼ同じ値で、SP500 が最もマイナスとなっている。尖度では SPJBMI のみが約 9 でそれ以外は 10 以上で、特に SP500 は大きな値となっている。この結果、各変数共に Jarque-Bera 検定では変数が正規分布に従っているという帰無仮説を棄却することとなっている。

3.1.4 予測可能性

本稿では予測可能性を Lo and MacKinlay (1988) の Variance Ratio Test にワイルド・ブートストラップを適用した Kim (2006) の方法により検証する。その結果を表 4 に示す。この検定の帰無仮説は、変数はマルチンゲールであるとするものであることから、10 系列すべての変数に対して、帰無仮説は棄却できないことを示すこととなっている。なお、日次データであることから、営業日で 5 日が 1 週間に当たるので、個別テストは 5 期、10 期、20 期としている。

表4 日次データによる Variance Ratio Test の p 値
(2010年3月18日—2022年9月16日)

	結合テスト	個別テスト			
		2期	5期	10期	20期
GSCI ドル	0.534	0.772	0.794	0.448	0.253
GSCI 豪ドル	0.196	0.090	0.186	0.533	0.918
GSCI ユーロ	0.880	0.582	0.858	0.898	0.826
GSCI 円	0.686	0.625	0.944	0.562	0.379
GSCI 豪ドルヘッジ	0.471	0.821	0.657	0.376	0.224
GSCI ユーロヘッジ	0.481	0.853	0.708	0.413	0.235
GSCI 円ヘッジ	0.442	0.802	0.710	0.398	0.215
SPJBMI	0.927	0.630	0.898	0.880	0.693
SP500	0.182	0.014	0.182	0.265	0.424
SP500 円	0.188	0.020	0.185	0.264	0.431

(注) 分散の不均一性を考慮。Bootstrap distribution: Two-point, 反復 1000 回。

表4の数値は、トータルリターンの指数の対数の系列に関する帰無仮説のもので p 値である。その結果、コモディティ指数に関しては有意水準 5% で帰無仮説を棄却できるものではなく、GSCI 豪ドルの 2 期のみが有意水準 10% で有意であり、予測が困難であることが示唆されている。一方で、株式指数に関しても総じて帰無仮説を棄却できないが、SP500 および SP500 円の 2 期は有意水準 5% では有意となっており、コモディティ指数に比べて予測可能性がある程度存在することを示唆する結果となっている。

3.2 月次データ

3.2.1 リターン

月次データは各月の月末の指数値により作成し、2022年9月は月末のデータがないので8月までとする。各系列の月次データの基本統計量の値を表5に示す。リターンの符号は表3とは異なり、コモディティ指数のドルベースと為替ヘッジベースの4指数がマイナスであり、その他のコモディティ指数も総じて小さなプラスの値である。

3.2.2 ボラティリティ

表5より、コモディティ指数のボラティリティは株式指数と比較するとやや大きい。特に円ベースが最も大きくなっている。

表 5 月次データの基本統計量の値
(2010 年 3 月—2022 年 8 月)

	観測数	平均	中位数	最大	最小	標準偏差	歪度	尖度	JB	p 値
GSCI ドル	149	-0.001367	0.007667	0.151631	-0.348499	0.065540	-1.2380	7.3041	153.07	<0.00001
GSCI 豪ドル	149	0.000591	0.005333	0.141489	-0.296451	0.056553	-1.1559	7.6969	170.14	<0.00001
GSCI ユーロ	149	0.000625	0.008346	0.136185	-0.347407	0.059615	-1.4458	9.7360	333.61	<0.00001
GSCI 円	149	0.001280	0.010243	0.159085	-0.347665	0.070736	-1.0069	6.0348	82.36	<0.00001
GSCI 豪ドルヘッジ	149	-0.001281	0.009879	0.149121	-0.376016	0.066971	-1.4763	8.5859	247.84	<0.00001
GSCI ユーロヘッジ	149	-0.002945	0.007585	0.148280	-0.351779	0.066169	-1.2738	7.2655	153.25	<0.00001
GSCI 円ヘッジ	149	-0.002172	0.007619	0.152595	-0.351281	0.065822	-1.2367	7.3285	154.30	<0.00001
SPJBMI	149	0.006493	0.010802	0.114946	-0.114429	0.046626	-0.4354	3.2461	5.08	0.07874
SP500	149	0.009828	0.015664	0.120618	-0.131833	0.041670	-0.4996	3.8365	10.54	0.00514
SP500 円	149	0.012475	0.021706	0.117312	-0.130999	0.050287	-0.5145	3.1254	6.67	0.03559

(注) JB は Jarque-Bera の検定統計量

3.2.3 分布の形

すべての系列は歪度がマイナスであり、日次の表 3 と比べてマイナス方向に延びている。一方尖度は表 3 と比較するとやや小さくなっている。その中でも特にコモディティ指数の値は株式指数より大きく日次と異なる結果となっている。

3.2.4 予測可能性

月次データであることから、個別テストは 2 期、3 期、6 期および 12 期としている。

表 6 の Variance Ratio Test による予測可能性を見ると、全般的に表 4 よりも p 値は小さくなっており、特に結合テストでは、コモディティ指数のユーロベースが有意水準 5% で有意であり、株式指数に有意なものはない。さらに個別テストの p 値で見ると、コモディティ指数のユーロベースの 2 期は 1% の有意水準で有意であり、コモディティ指数のドルベースおよび豪ドルベースの 2 期および 3 期、ユーロベースと円ベースの 3 期、為替ヘッジの 3 系列の 2 期、円ヘッジの 3 期は 5% の有意水準で有意である。このように月次データになると日次と同じ系列であっても、株式指数よりもコモディティ指数に関して、予測がある程度可能であることが示唆される。

3.2.5 相関構造

月次データによる相関係数行列を表 7 に示す。表 7 のように日米の株式との相関は共にプラスであるが、株式指数相互の相関よりは弱くなっている。なお表 7 にはアセットアロケーションでの参考とするため、円ベースの指標のみ掲載している。

表6 月次データによる Variance Ratio Test

	結合テスト	個別テスト			
		2期	3期	6期	12期
GSCI ドル	0.097	0.043	0.045	0.160	0.132
GSCI 豪ドル	0.063	0.019	0.046	0.106	0.091
GSCI ユーロ	0.020	0.003	0.015	0.064	0.079
GSCI 円	0.053	0.015	0.041	0.146	0.108
GSCI 豪ドルヘッジ	0.101	0.045	0.053	0.173	0.162
GSCI ユーロヘッジ	0.104	0.043	0.060	0.167	0.140
GSCI 円ヘッジ	0.094	0.040	0.043	0.149	0.119
SPJBMI	0.785	0.472	0.559	0.666	0.687
SP500	0.358	0.248	0.263	0.169	0.158
SP500 円	0.735	0.627	0.630	0.424	0.514

(注) 分散の不均一性を考慮。Bootstrap distribution: Two-point, 反復 1000 回。

表7 月次データによる相関係数行列の推計結果
(2010年3月—2022年8月)

	GSCI 円	SPJBMI	SP500 円
GSCI 円	1.0000	0.4883	0.5946
SPJBMI	0.4883	1.0000	0.7861
SP500 円	0.5946	0.7861	1.0000

4. まとめ

本稿では S&P GSCI 商品指数トータルリターンの各通貨ベースおよび為替ヘッジベースのリターンと、日本国内の株式指数である S&P グローバル総合指数の日本株式トータルリターン（グロス）、米国の代表的株式指数である SP500 トータルリターン（グロス）、およびその円ベース指数の統計的な特性を比較した。

その結果、コモディティ指数は日次データでは日米の株式指数と大きく異なる特性は見当たらないが、月次データではボラティリティがやや大きい一方で、予測可能性がある可能性が得られた。また、月次データによる相関係数は、日米の株式指数共にプラスであるが、コモディティ指数と株式指数の相関は若干弱い。さらに日次と月次でコモディティ指数は株式指数よりも特性の差が大きいものが多いという結果が得られている。このことはアセットアロケーションに際してその特性を別途考慮すべきアセットクラスであると言えよう。

以上の特性の差が発生する原因は本稿では解明できていないが、より高度な時系列モデルの推計や日次データを用いた Dynamic Conditional Correlation モデルにより、さらなる分析の必要がある。また、アセットアロケーションを行った場合のパフォーマンス比較を行うことも今後の課題である。

最後に、本稿での分析対象とした S&P GSCI 商品指数は世界的なコモディティの取引データから算出されているものの、取引市場の規模や先物市場の存在などの影響により、実質的には米国の指数であり、したがって日本の年金運用におけるインフレヘッジ資産としてのアセットクラスの役割を本指数に求めることは、原油や為替レートとの連動性を除けば困難である可能性がある。これに対しては、日本国内の物価上昇率との連動性の高いコモディティ指数を構築することがその対策ではあるが、国内の先物市場は一部の貴金属と原油など以外の取引規模は小さいのが現状であり、特に農産物を含めたコモディティ指数を構築することは困難となっている。この点の解決は年金の運用目標として、賃金の上昇率を上回ることを掲げている以上、必要なことであり、特に最近はインフレーションに対する懸念も高まっており、インフレーションに連動する投資可能なアセットクラスの必要性は長期的にも高まっていると考えられる。

謝辞

本研究は JSPS 科学研究費 基盤研究 (C) JP19K01758 による助成、統計数理研究所共同研究プログラム 2022-ISMCRP-1015 による助成および東京経済大学共同研究助成費課題番号 D21-02 による助成を受けたものです。

参考文献

- Baur, D. G. and Lucey B. M. [2010] Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold, *Financial Review* 45 (2), 217-229.
- Baur D. G. and McDermott T. K. [2010] Is gold a safe haven? International evidence, *Journal of Banking & Finance* 34, 1886-1898.
- Kat, H. M. and Oomen, R. C. A. [2007a] What every investor should know about commodities Part I: Univariate return analysis, *Journal of Investment Management* 5 (1).
- Kat, H. M. and Oomen, R. C. A. [2007b] What every investor should know about commodities Part II: Multivariate return analysis, *Journal of Investment Management* 5 (3).
- Kim, J. H. [2006] Wild bootstrapping variance ratio tests, *Economics Letters* 92, 38-43.
- Lo, A. W., MacKinlay, A. C. [1988] Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *The Review of Financial Studies* 1, 41-66.
- Reboredo, J. C. [2013] Is gold a safe haven or a hedge for the US dollar? Implications for risk management, *Journal of Banking & Finance* 37 (8), 2665-2676.
- S&P Dow Jones Indices [2021a] *S&P Dow Jones Indices Announces* 2022.

コモディティ投資インデックスと伝統的アセットクラスのリスク・リターン特性比較

S&P Dow Jones Indices [2021b] *S&P GSCIWeights*.

S&P Dow Jones Indices [2022] *S&P GSCI Methodology*.

年金積立金管理運用独立行政法人「基本ポートフォリオの変更について（詳細）」, <https://www.gpif.go.jp/gpif/portfolio.html>, 最終アクセス日：2022年11月3日

年金積立金管理運用独立行政法人「用語集」, <https://www.gpif.go.jp/gpif/words/a.html>, 最終アクセス日：2022年11月3日

吉田靖 [2016] 「第9章金とアセットアロケーション」『コモディティ市場のマイクロストラクチャー』176-193, 中央経済社