

ESGスコアと低ボラティリティ アノマリーの検証

成瀬善一

慶應義塾大学経済学部4年 沖本竜義研究会

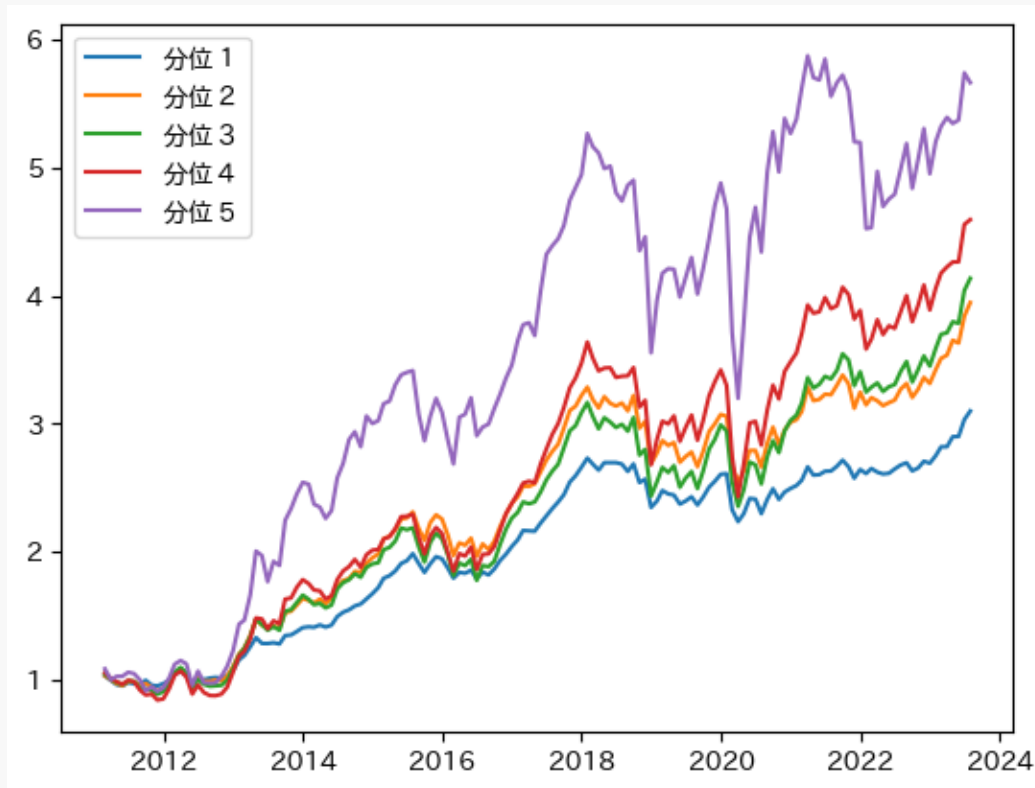
低ボラティリティアノマリーとESGスコアの関係性

- CAPMやファクターモデルとは異なり、実証研究からはリスクとリターンの中に負の関係が見られることが多々指摘されている
- ESGスコアを考慮した上でも低ボラティリティアノマリーは見られるのかを検証
- ESGスコアを考慮した上での低ボラティリティアノマリーの説明として気質効果がどの程度影響するのかを検証
- ESGスコア x 低ボラティリティを利用した戦略のパフォーマンス検証

低ボラティリティアノマリーの存在とその原因

研究概要	
Ang et al. [2006]	1963年から2000年の米国株式において過去1ヶ月の日次リターンを用いて計測したボラティリティが高い銘柄は将来のリターンが有意に低いことを報告。
Blitz and van Vliet [2007]	85年から06年の期間で先進国株式を対象に過去3年間の月次リターンで算出したボラティリティ水準とリターンの関係を分析し、ボラティリティが高いほどリターンが低いと指摘。
石部 [2007]	95年から07年までの日本株式市場においてMin-VarがMPに対するパフォーマンスの点で優位性を示すことを報告。さらに、企業規模、バリュー、モメンタムを調整しても変わらないことを報告。
Baker et al. [2011]	運用ベンチマークに対するリターンの乖離を避ける投資家の存在によってリスクの低い銘柄に十分な裁定が働かないことを低ボラティリティアノマリーの原因の一つと指摘。
Wang et al. [2017]	プロスペクト理論に基づく投資家の心理バイアスの影響から低ボラティリティアノマリーが引き起こされる可能性があることを指摘。

ボラティリティ水準が低い分位ポートフォリオほど リスク調整済みリターンが高く、先行研究と整合的



	平均	標準偏差	シャープレシオ
分位 1	0.09557	0.09681	0.98717
分位 2	0.11912	0.13209	0.90227
分位 3	0.12632	0.15549	0.81260
分位 4	0.13954	0.18301	0.76248
分位 5	0.16760	0.23654	0.70856

分析期間：2011-02-28 ~ 2023-07-31
過去60ヶ月間の月次リターンのボラティリティ水準に基づく分位ポートフォリオのパフォーマンス

ESGスコアの期間内平均値とボラティリティのダブルソートポートフォリオにおいて低ボラティリティが見られた

2013年から2022年のESGスコアを平均して、その数値を元に銘柄を4分位に分け、その後各分位の中で過去60ヶ月の月次リターンのボラティリティ水準を元に5分位に分けた。ポートフォリオの構築に際して使われた銘柄は2560銘柄。

シャープレシオ					Fama French 3 Factor - α				
	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4		ESG1	ESG2	ESG3	ESG4
VOL1	0.80	0.91	1.05	1.01	VOL1	0.342	0.443	0.526*	0.539+
VOL2	0.82	0.88	0.96	0.82	VOL2	0.420	0.462	0.532+	0.348
VOL3	0.85	0.86	0.87	0.77	VOL3	0.438	0.456	0.510	0.302
VOL4	0.82	0.87	0.80	0.76	VOL4	0.414	0.481	0.366	0.298
VOL5	0.58	0.80	0.81	0.64	VOL5	0.107	0.379	0.361	0.100
					VOL1-VOL5	0.384 [0.347]	0.213 [0.315]	0.313 [0.294]	0.588* [0.269]

(図表注)

括弧内は標準誤差を示し、***は0.1%水準、**は1%水準、*は5%水準、+は10%水準で統計的に有意であることを示す

前年度のESGスコアとボラティリティのダブルソートポートフォリオにおいて低ボラティリティが見られた

前年度のESGスコアを元に、銘柄を4分位に分け、その後各分位の中で過去60ヶ月の月次リターンのボラティリティ水準を元に5分位に分けた。（例：2013年のESGスコアを元に組んだPFは2014年に運用）ポートフォリオの構築に際して使われた銘柄は2560銘柄。

シャープレシオ					Fama French 3 Factor - α				
	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4		ESG1	ESG2	ESG3	ESG4
VOL1	0.64	0.77	0.79	0.82	VOL1	0.240	0.366	0.367	0.412
VOL2	0.68	0.62	0.81	0.60	VOL2	0.320	0.217	0.445	0.169
VOL3	0.63	0.78	0.52	0.55	VOL3	0.262	0.449	0.112	0.122
VOL4	0.57	0.61	0.61	0.54	VOL4	0.159	0.195	0.244	0.109
VOL5	0.47	0.58	0.52	0.43	VOL5	-0.022	0.135	0.022	-0.115
					VOL1-VOL5	0.425 [0.321]	0.394 [0.276]	0.508* [0.233]	0.689** [0.258]

(図表注)

括弧内は標準誤差を示し、***は0.1%水準、**は1%水準、*は5%水準、+は10%水準で統計的に有意であることを示す

検証 1 のまとめ

- シャープレシオを見ると、企業のESGスコアを調整した上でも低ボラティリティ・アノマリーが見られることがわかる
- 平均ESGスコアとボラティリティのダブルソートポートフォリオにおいて、ESGスコアが高くボラティリティが低いポートフォリオにおいて有意に α が存在することがわかる
- ESGスコアが高いPFでは、ボラティリティが最も低いPFと最も高いPFのリターンの差が、リスクファクターを調整した上でも有意に見られることがわかる

(注)

ESGスコアに基づき 5 分位に分けた場合や、Fama French 5ファクターモデルを使用した場合でも概ね同様の結果が得られている。

検証 1 からESGを考慮した上でも低ボラティリティ・アノマリーが見られるという結果が得られた。このアノマリーは何によって説明されるのか検証する。以下は低ボラティリティ・アノマリーの原因として指摘されている代表的なものである。

運用ベンチマークによる制約

- なぜ機関投資家がパフォーマンスが悪いボラティリティ・クオンタイルを空売りしないのか？
高ボラティリティ・クオンタイルは通常、取引が高額な小型株であり、大量に取引するのが難しい
ロングはもちろんショートに関しても、借入可能な株の量が限られており借入コストが高い
- なぜ機関投資家は低ボラティリティのクオンタイルにオーバーウェイトしないのか
機関投資家には、レバレッジを使わずにベンチマークとのInformation Ratioを最大化することが求められることが多く制約となる

心理バイアスの影響

- 投資家が損失局面においてリスク愛好的、利益局面においてリスク回避的となるというプロスペクト理論から導かれる心理バイアスの影響が存在
- 心理バイアスの影響を受け、含み損を抱える銘柄においてボラティリティが低い銘柄ほど将来リターンが高く、含み益を抱える銘柄においてボラティリティが高い銘柄ほど将来リターンが高い傾向が見られる

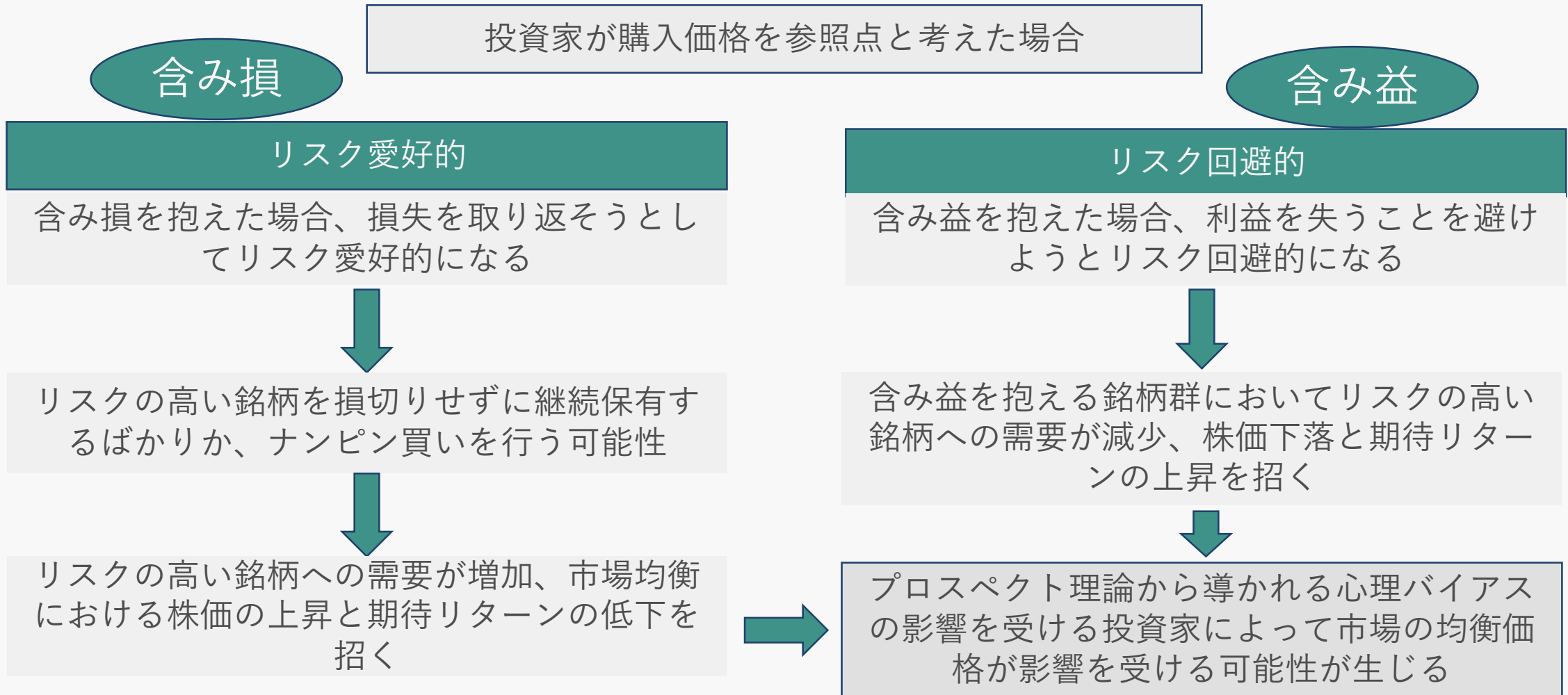
株式市場との共歪度

- 投資家が共歪度リスクに対する見返りを求める際に低ボラティリティ・アノマリーが見られる
- Low risk anomaliesは資産価格に対する謎ではなく、株式リターンと共歪度を考慮した方がうまく説明でき、CAPMが企業の市場リスクを捉える指標として不十分である可能性を示唆

心理バイアスの影響を分析

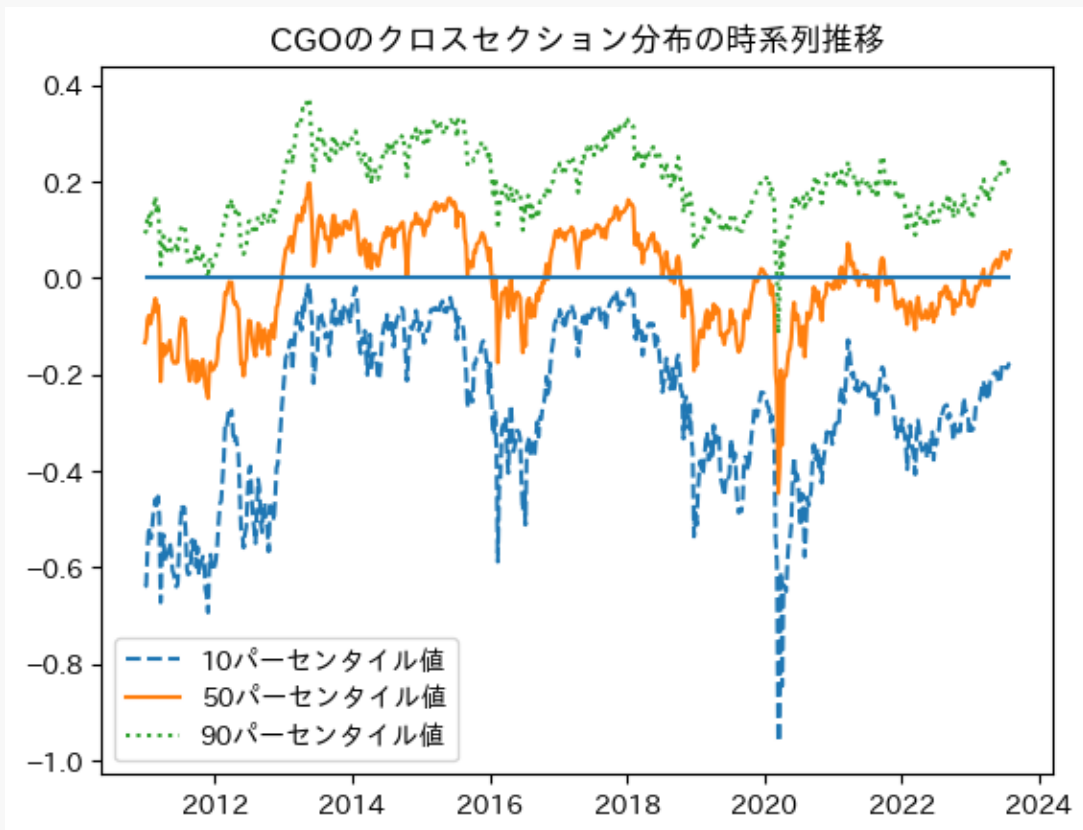
- 入手可能なデータの範囲や、ESGという企業の活動がもつ側面から本論文では、投資家の心理バイアスによる影響を分析する
- ESGスコアが高い銘柄は、危機に強く将来的な成長が見込まれるという側面や、その株主構成は機関投資家比率が高いことが想定される側面など多様な見え方をするため、心理的なバイアスがどう絡んでくるのかは興味深い

プロスペクト理論とリスク・リターンの関係



Capital Gain Overhangの時系列推移

50パーセンタイルはゼロを境に正と負を行き来しているが、コロナウイルスの影響を受けた2020年などは多くの銘柄が含み損を抱えていたことがわかる。バブルや金融危機を含まず、アベノミクスを含むなど先行研究に比べ、含み益を抱えている期間が多いように思われる。



Capital Gain Overhangの計算方法

以下の式から、売買回転率と株価データを用いて投資家の平均的な購入価格を示す参照価格を算出

$$RP_t = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^T \left(V_{t-n} \prod_{\tau=1}^{n-1} (1 - V_{t-n+\tau}) \right) P_{t-n}$$

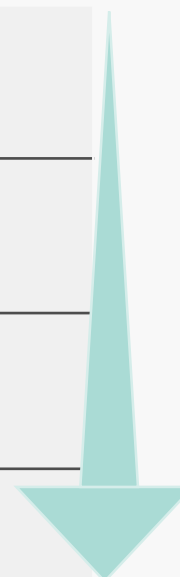
上記参照価格を用いて参照価格と直近の株価を比較しCGOを算出

$$CGO_t = \frac{P_{t-1} - RP_t}{P_{t-1}}$$

累積リターンが示す分布以上に含み損を抱える銘柄が多く存在

過去5年間の週次データに基づいて計算した個別銘柄のCGOと累積リターンを月次でまとめ、ESGスコアによる分位別に統計量を算出した。いずれのESGスコアの分位においても累積リターンの方が正の値となる割合が高く、含み損を抱える銘柄が累積リターンの分布が示す以上に存在する。また、ESGスコアの分位が高くなるほど含み益を抱える割合が増え、CGOと累積リターンの正となる割合の差が縮まることが特徴として見られる。

		平均	標準偏差	歪度	尖度	最大値	中央値	最小値	>0の割合	>0の割合差
ESG1	CGO	1.1	21.4	0.8	2.0	208.3	-0.9	-67.0	0.48	0.22
	累積リターン	83.3	195.4	7.5	116.9	5744.0	34.4	-97.5	0.70	
ESG2	CGO	1.9	21.1	0.7	1.3	152.5	0	-72.3	0.50	0.18
	累積リターン	81.7	221.0	11.2	229.3	7218.7	30.8	-98.6	0.68	
ESG3	CGO	3.0	20.3	0.5	1.0	159.8	1.5	-71.2	0.53	0.17
	累積リターン	76.1	211.8	15.0	391.7	8814.2	34.3	-95.9	0.70	
ESG4	CGO	4.1	18.0	0.4	0.7	130.6	2.8	-63.1	0.57	0.12
	累積リターン	57.1	99.7	2.5	12.1	1629.1	32.9	-92.4	0.69	



気質効果分析

- 全ESG分位において、個別銘柄の累積リターンが示すほど含み益を抱える銘柄が多くなく、含み損を抱える銘柄が多く存在することがわかった
- このことから、含み益を抱えた銘柄を早くに売却し、含み損を抱えた銘柄を保持する傾向がある可能性が考えられる（気質効果）
- 気質効果が存在するのかを分析するとともに、ESG分位によって異なる傾向が見られるのかを分析する

気質効果分析フレームワーク

1. 各銘柄の過去 3 年間に於ける月次売買回転率に基づいて

$$VT_{i,t} = a_i + b_i VTM_t + \varepsilon_{i,t}$$

を推定する。

($VT_{i,t}$ は時点tの銘柄iの売買回転率、 VTM_t は時点tの株式市場の売買回転率)

2. 1で推定された a_i と b_i を用いアブノーマル売買回転率($AVT_{i,t}$)を計算する

$$AVT_{i,t} = VT_{i,t} - (a_i + b_i VTM_t)$$

3. 月末のCGOの正負と2で推定されたアブノーマル売買回転率を用いて以下の回帰式を推定する

$$AVT_{i,t} = \alpha + \beta DCGO_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$$

($AVT_{i,t}$ は時点tの銘柄iのアブノーマル売買回転率、 $DCGO_{i,t-1}$ は時点t-1に於ける銘柄iのCGOが正の時1、負の時0となるダミー変数)

全てのESG分位において気質効果が見られるが、その影響は異なる

CGOが正の銘柄のアブノーマル売買回転率は、 $(\alpha+\beta)$ 、CGOが負の銘柄のアブノーマル売買回転率は α となる。全てにおいて統計的に有意な結果が得られており、前月のCGOの水準によって翌月の売買回転率が異なることがわかる。また、ESG分位が大きくなるほど推定値の絶対値が小さくなっていることがわかる

前年のESGスコアに基づいてESG分位を求めたバージョン

	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4
Intercept(α)	-1.944***	-0.931***	-0.740***	-0.418***
DCGO(β)	2.892***	1.807***	1.333***	0.336***
サンプル数	54101	47794	53912	57846

期間内のESGスコアの平均値によってESG分位を求めたバージョン

	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4
Intercept(α)	-1.343***	-1.130***	-1.156***	-0.441***
DCGO(β)	2.675***	2.066***	1.576***	0.349***
サンプル数	53392	56871	57330	72815

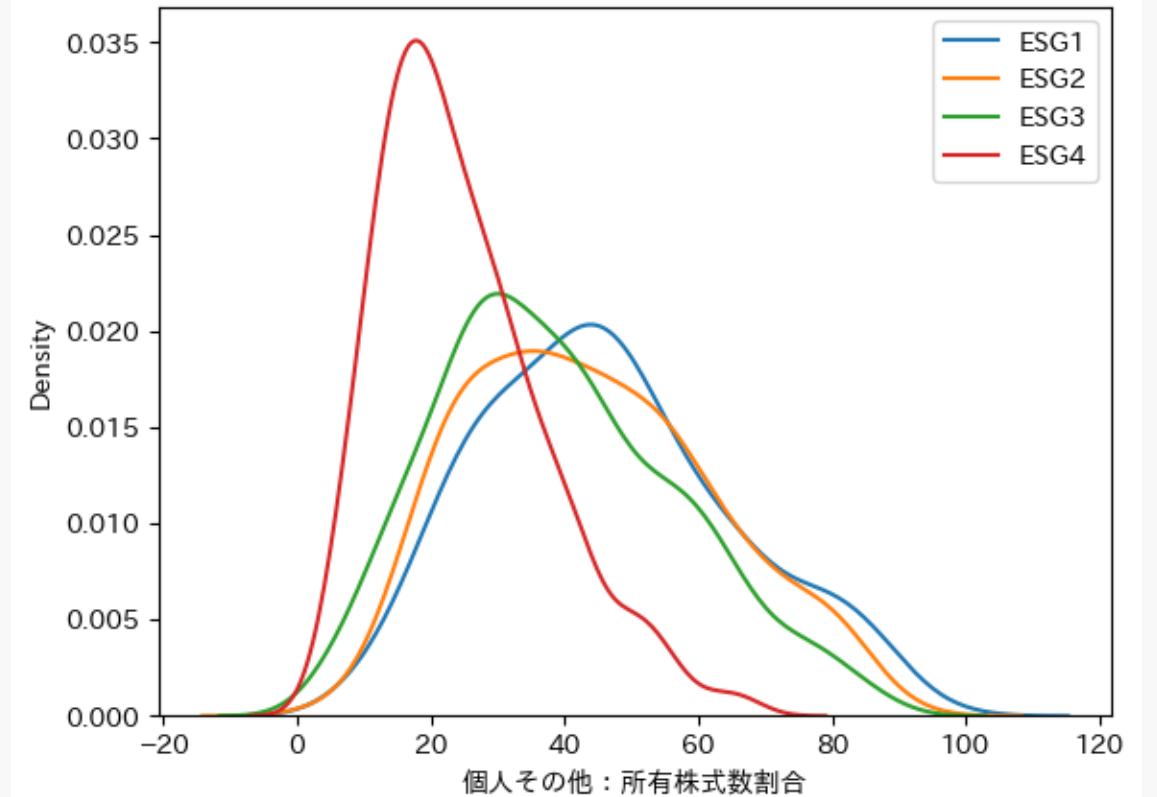
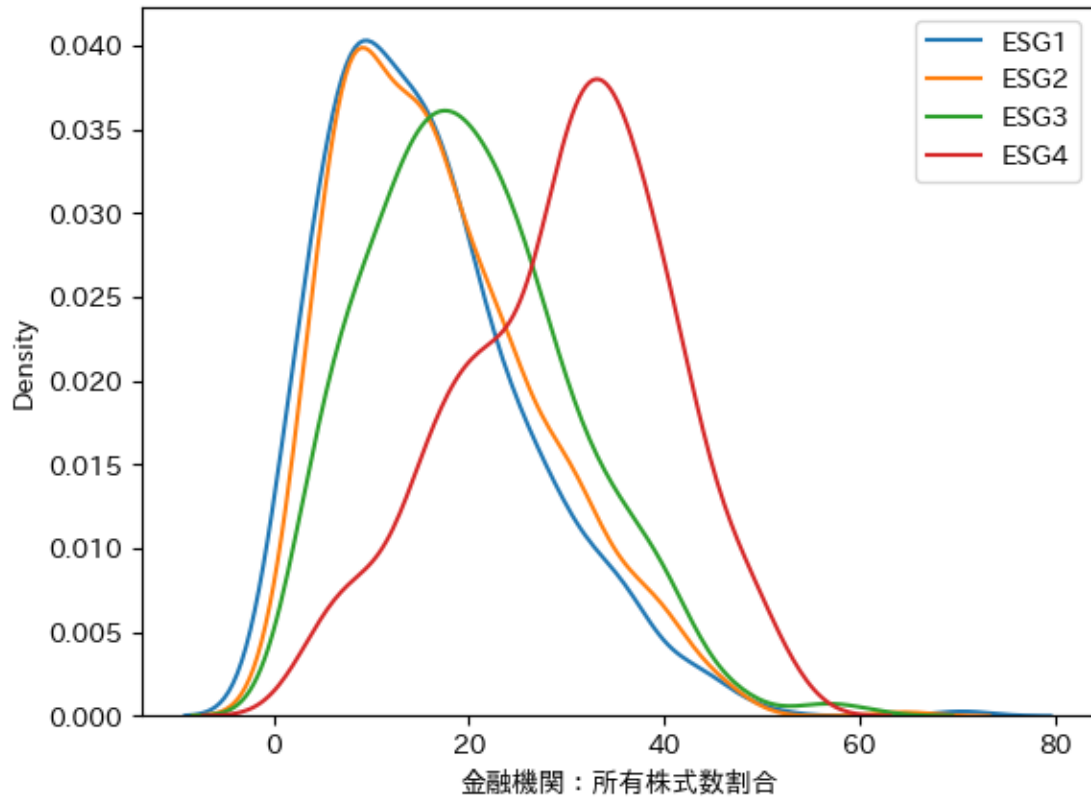
気質効果による売買回転率の影響

以下は、各ユニバースの期間内平均売買回転率を基準としてCGOが正の時と負の時の売買回転率とその差の度合いを示したものである。気質効果の影響はESGスコアが低いほど大きく、ESGスコアが高いほど小さい傾向が見られる。

期間内のESGスコアの平均値によってESG分位を求めたバージョン				
	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4
CGO正	13.4	12.4	10.7	9.3
CGO負	10.7	10.4	9.1	8.9
平均	12.1	11.5	10.3	9.3
差の度合い	25.2	19.2	17.6	4.5
前年のESGスコアに基づいてESG分位を求めたバージョン				
	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4
CGO正	10.7	10.3	9.2	9.0
CGO負	7.8	8.4	7.8	8.7
平均	9.7	9.4	8.6	9.1
差の度合い	37.2	22.6	17.9	3.4

気質効果がESG銘柄において小さい要因

ESGスコアが高い銘柄では機関投資家の割合が高く、個人投資家の割合が低いことが気質効果の影響度の違いの要因と考えられる。これは洗練されていない投資家ほど心理的バイアスを受けるという先行研究と整合的。



気質効果分析のまとめ

- 個別銘柄が抱える含み損益の代理変数であるCGOが高い銘柄は、翌月売買回転率が上昇することから、気質効果の影響が観察された
- ESGスコアが高い分位では低い分位に比べて、気質効果の影響度合いが小さいことがわかった
- 気質効果が見られることはCGOと累積リターンの分布の差の原因の要素と考えられる。
- ESG分位によるCGOと累積リターンの分布の差とESG分位によるそれぞれの気質効果の見え方は整合的であり、ESGスコアが高いユニバーズにおいて気質効果の影響は比較的小さい

含み損益と低ボラティリティアノマリー

これまでの分析で気質効果が見られ、心理的なバイアスがデータから観測された。ここでは含み損を抱える銘柄ではリスクが高い銘柄への需要が増加、含み益を抱える銘柄ではリスクが高い銘柄の需要が減少する帰結として考えられる、含み損を抱える銘柄群においてローリスクハイリターン、含み益を抱える銘柄においてハイリスクハイリターンという関係が見られるのか分析する。

分析手法：Fama MacBeth Regression

以下の回帰式を用いて、含み損益(CGO)、ボラティリティ、将来リターンの関係を分析し、低ボラティリティアノマリーの一因を示唆する結果が得られるか検証する

$$R_{t+1} = \alpha + \beta_1 \times DCGO_t + \beta_2 \times VOL_t + \beta_3 \times VOL_t \times DCGO_t + \beta_4 \times LOGBM_t + \beta_5 \times LOGME_t + \beta_6 \times MOM_{t-1,t} + \beta_7 \times MOM_{t-12,t-1} + \beta_8 \times VOL_{t-36,t-12} + \beta_9 \times TURNOVER_t + \varepsilon$$

R_{t+1} : 時点t+1の月次リターン
 $DCGO_t$: 時点tのCGOのダミー変数 (正:1,負:0)
 VOL_t : 時点tのボラティリティ
 $LOGBM_t$: 時点tの対数簿価株価比
 $LOGME_t$: 時点tの対数時価総額
 $MOM_{t-1,t}$: 時点tの月次リターン
 $MOM_{t-12,t-1}$: 時点t-12から時点t-1の月次リターン
 $MOM_{t-36,t-12}$: 時点t-36から時点t-12の月次リターン
 $TURNOVER_t$: 時点tの売買回転率

上記含み損益と低ボラティリティアノマリーの関係が見られる場合に得られるべき係数

- ボラティリティの係数が有意に負
- CGOとボラティリティの交差項が有意に正

含み損益と低ボラティリティアノマリーの推定結果

推定された係数は、どれも統計的に有意ではなかった。この結果に関しては、アノマリーの分析であるため必ずしも先行研究通りの結果が得られないことや、分析期間がアベノミクスによる影響を受けていること、分析に際して使用可能なデータの制限などによりバイアスを受けているなどの可能性が考えられる。

	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4
DCGO	-0.007	0.002	-0.007	-0.001
VOL	-0.027	-0.054	-0.070	0.010
DCGO × VOL	-0.087	-0.033	-0.119	-0.013
LOGBM	0.050	0.045	0.054	0.061
LOGME	-0.036	-0.033	-0.040	-0.048
MOM(t-1,t)	0.041	-1.664	-0.928	-1.222
MOM(t-12,t-1)	-4.142	-1.178	-4.433	-5.245
MOM(t-36, t-12)	-0.142	0.010	-2.305	-4.651
TURNOVER	0.001	0.001	-0.001	-0.001

検証 2 のまとめ

- データから気質効果による影響を支持するような結果が得られた
- 気質効果はESGスコアが高い分位では影響が小さくなる傾向があること、ESGスコアが高い分位の銘柄は機関投資家が多く、個人投資家が少ないことから、気質効果は洗練されていない投資家に見られやすいという先行研究と整合的な結果と言える
- 気質効果を踏まえたアノマリーの検証では、将来リターンに影響を与えていることを支持する結果は得られなかった

検証 1・2 を元にした運用戦略

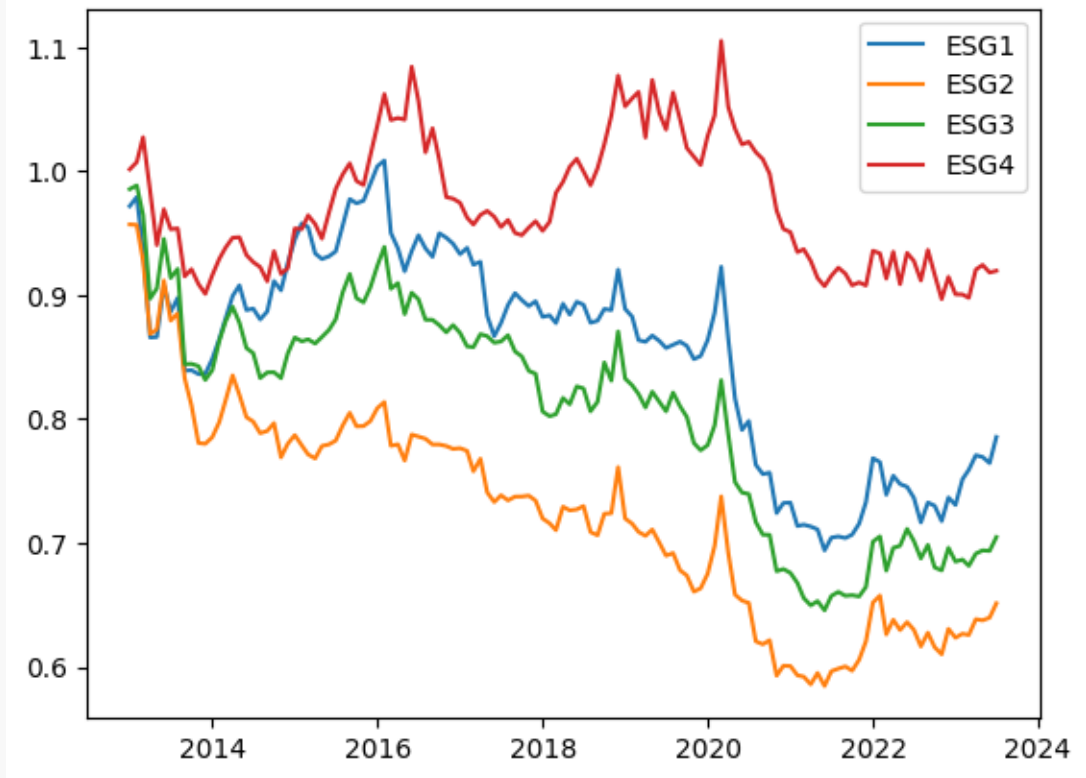
- 検証 1 からは、ESGスコアが高い銘柄群においてボラティリティが低い銘柄群のリスク調整済みリターンが、ボラティリティが高い銘柄群に比べて高いことがわかった
- そこで、ESGスコアが高い銘柄群においてボラティリティが最も低い分位のポートフォリオを買い、ボラティリティが最も高い分位のポートフォリオを売る戦略を考え、そのパフォーマンスを検証する

運用戦略としては機能しないが、ESGスコアが高い分位ポートフォリオにおいてボラティリティの差が大きく影響していないことがわかる

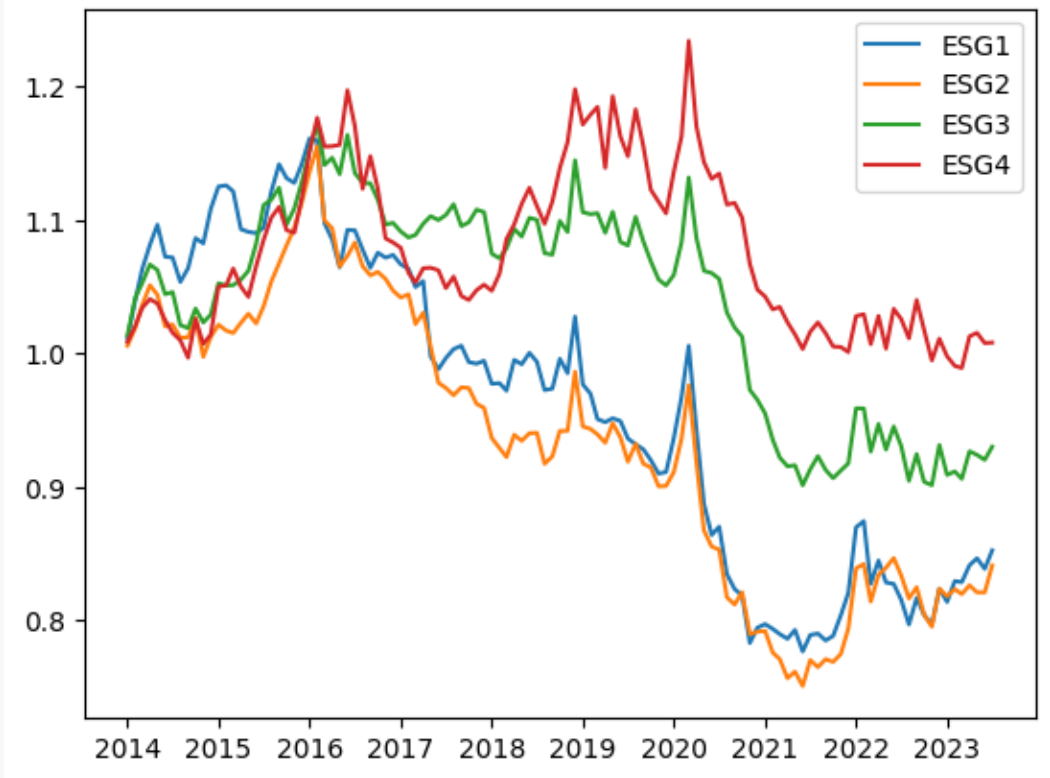
ESGスコアが高くボラティリティが低いポートフォリオで、有意にアルファが得られていたことや低ボラティリティと高ボラティリティのリターン差がFamaFrenchのファクターで調整したところ見られたことは、直接的なリターンから計算される累積リターンのパフォーマンスとは別の議論であり、本運用戦略は機能しないことがわかった。

しかしこのグラフからもわかるように、ESGスコアが高い分位ではリスクとリターンの間に正の関係は存在しにくいことがわかる

期間内平均の**ESG**スコアによる分位&ボラティリティの分位

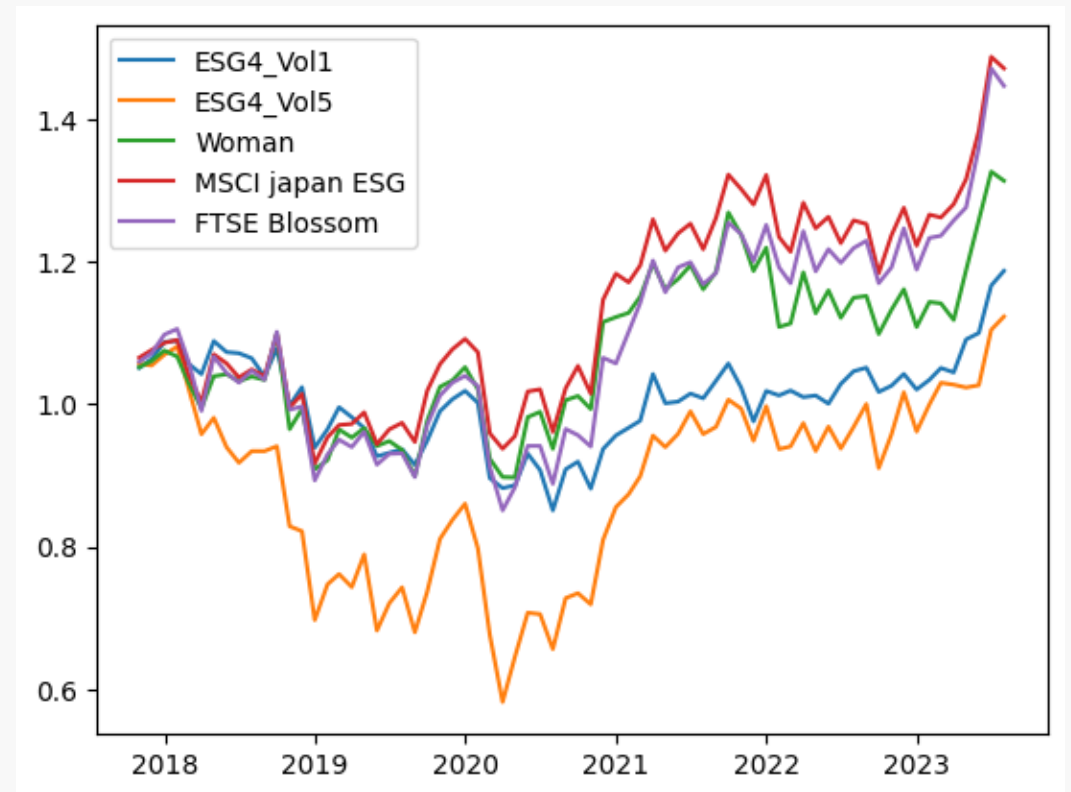
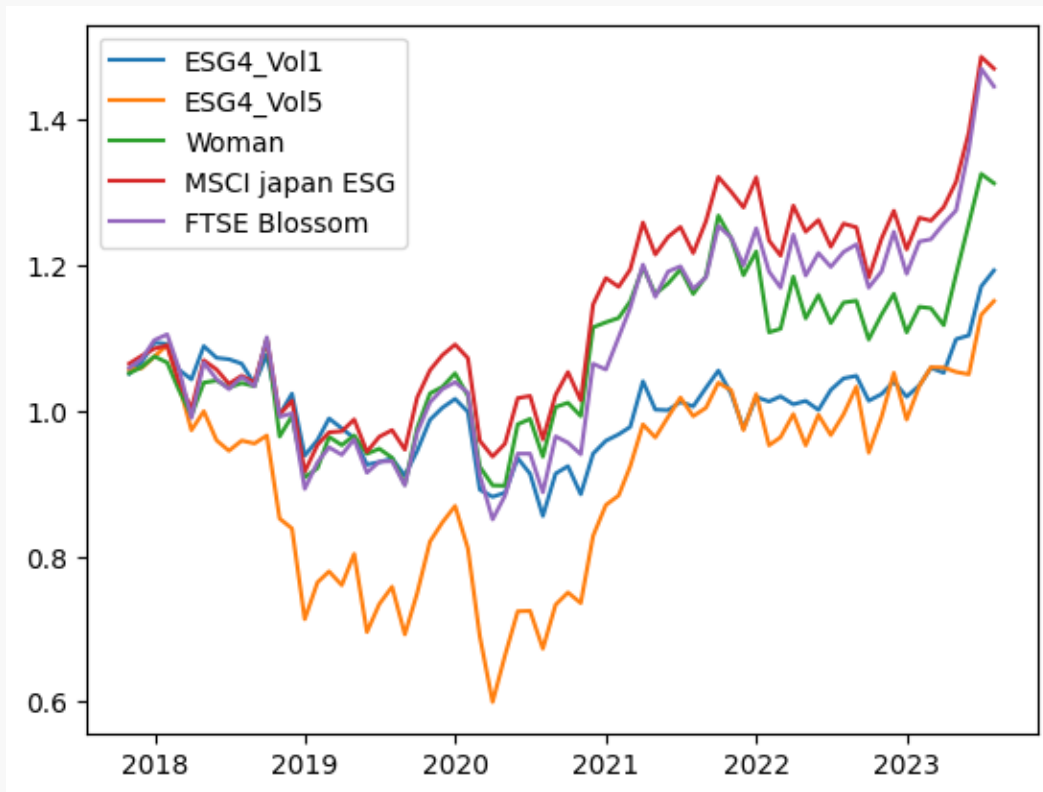


前年の**ESG**スコアによる分位&ボラティリティの分位



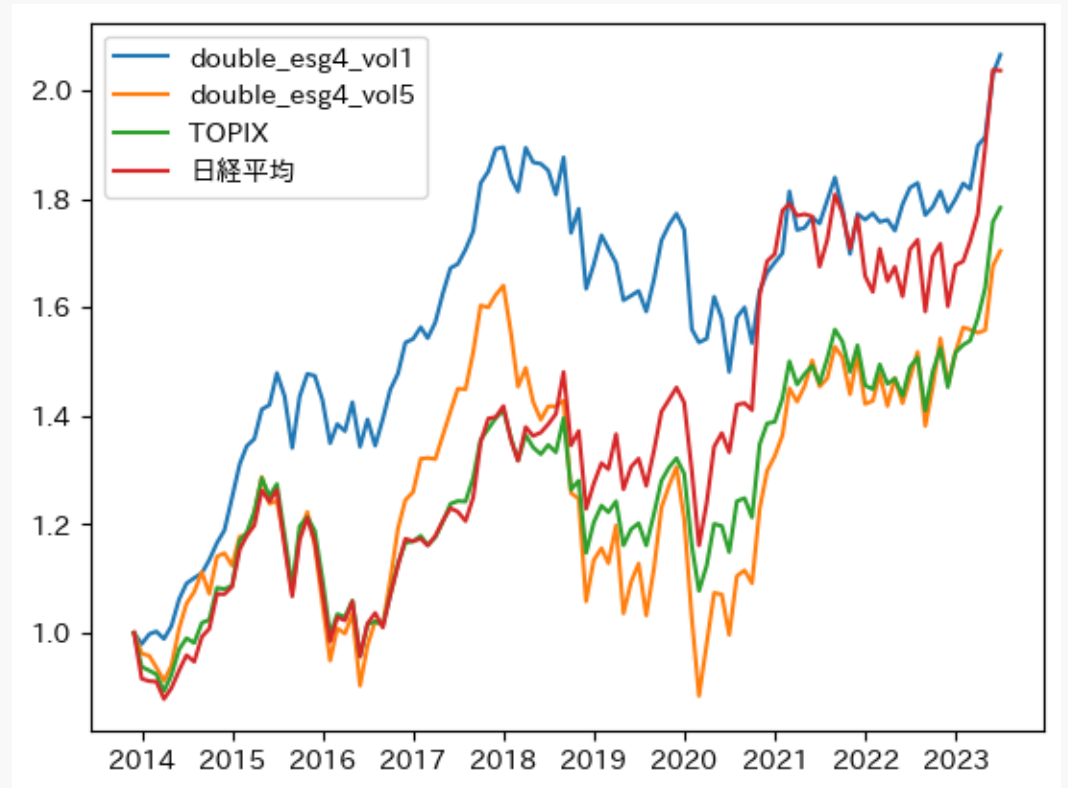
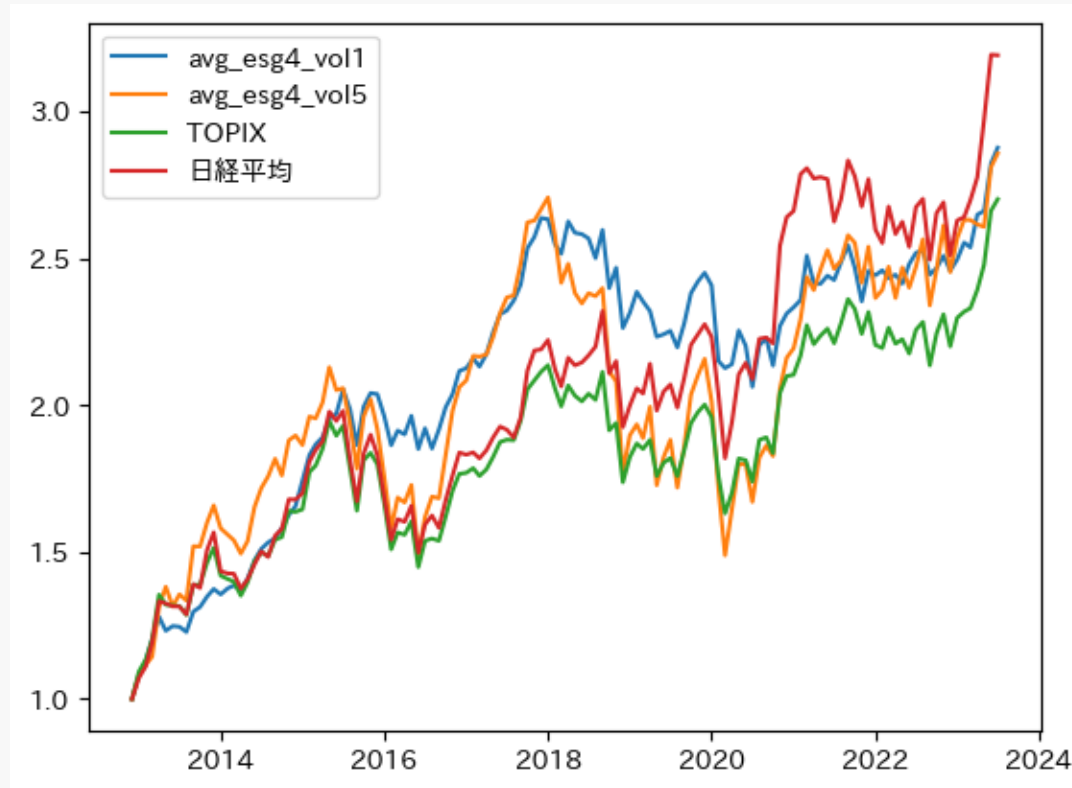
分位ポートフォリオとベンチマークの比較(2017～)

iFreeETF MSCI日本株女性活躍、iFreeETF MSCIジャパンESG、iFree ETF FTSE Blossomをベンチマークとしてパフォーマンスを比較した。ESG4_Vol1においてもコロナ後の戻りがベンチマークに比べて弱い。



分位ポートフォリオとベンチマークの比較(2013～)

前スライドでは、2017年10月からのパフォーマンスであり、ベンチマークをアウトパフォーマンスする様子は見られなかった。しかし、その要因としてコロナ後の株価上昇を低ボラティリティ株に限定された状態では十分に得られなかったため、高ボラティリティ株に有利に働いた可能性がある。ESGスコアを入手可能な期間からフルでパフォーマンスを検証したところ、特にコロナ前の期間においてはベンチマークをアウトパフォーマンスする様子が見られる



高ESGスコアと低ボラティリティの掛け合わせは望ましい性質を持ちうる

- 高いESGスコア群において顕著に、低ボラティリティアノマリーが見られた
- 気質効果はESGスコアの高低に関わらず全ての分位で見られたが、その影響度合いはESGスコアが高い銘柄群においては小さかった
- コロナ前の高ESG×低ボラティリティのパフォーマンスは良いが、コロナ後は全体的な株の戻しと比較して弱かった。

ESGスコアを考慮した上でのアノマリーの原因追及 および運用特性の研究

- 気質効果を示す結果は得られたもののその影響度合いは、小さいため、他の要素も絡み合って低ボラティリティーアノマリーが生じていると考えられる
- コロナ以前はパフォーマンスがよく、以後は芳しくない理由を追究