

1 研究目的、研究背景

1.1 ポートフォリオ最適化に関する研究目的、研究背景

近年、金融市場での資産運用は特別に困難な資産運用を強いられているといわれている。そこで、直近で起きたコロナショックにおいても ESG 指標の良い企業同士を組み合わせればボラティリティを抑えられるのではと考えた。なぜなら日本や EU 圏の ESG ファンドがベンチマークと比べ比較的優秀であるからである。それは本論文の表 4.2.1, 4.2.2 の参照を推奨する。そこでコロナが起きる前、コロナ中、コロナ後、の 3 年間とその 3 年間に分けてポートフォリオを作ることにした。ESG 指標とは企業における環境保全、社会性、ガバナンスにおいてどれだけ優良であるかを示した指数で、金融危機を経て、企業が短期的な利益を過剰に追求することへの批判が高まったことや社会的責任を果たしている企業は長期的に見てリターンも大きいという社会の風潮にマッチするものである。本研究で取り扱ったのは業種内で相対的に評価された MSCI ジャパン ESG セレクトリーダーズ指数[1]である。基準として AAA, AA~D まで評価基準が存在する。下にこの指標の業種のウェイトを示す。

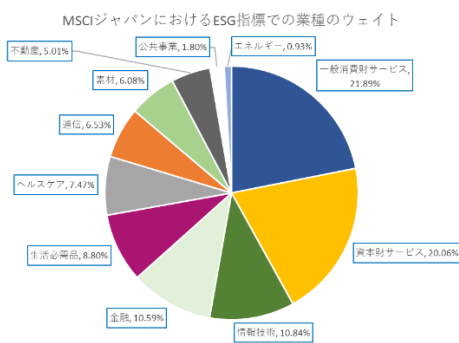


図 1.1 MSCI ジャパンにおける ESG 指数での業種のウェイト

最終的に ESG 指標の悪いものと良いものの特徴を捉え比較し、どのような特徴を持つポートフォリオを組めばよいポートフォリオができるのか、どの程度 ESG 指標が良いものと悪いもので差がでるのか、また ESG 指標の良いもので構築されたポートフォリオには金融危機のさなかでもボラティリティを抑える効果はあるのかを検証した。また、リスクヘッジの意味合いも込めて自身が

作成したポートフォリオでのプット、コールオプションの理論価格を出し、デリバティブを提案した。ESG 指標を用いたファンド作成に関しては世界的に見ても比較的近年始まったファンドの構築方法で、ESG 指標を用いたファンドにおけるプット、コールオプションについては世界的に見てもあまり普及していない。そこで自ら作成した ESG ファンドのプット、コールオプションプレミアムを作成した。

1.2 本研究の位置づけ

ESG 指標の有用性を検証している研究において海外市場は多く存在するが日本の金融市場を対象とした既存研究は、調べた限り多くはなく、白須 (2011) [2]や伊藤 (2016)[3]などの 10 個程度であった。これらは総じていえばポジティブな関係が存在するとの研究結果が多いように見受けられるが、無相関もしくはマイナスとする研究成果 (浅野・佐々木 2011[4]) もみられて更なる研究の蓄積が望まれる。また、MSCI ジャパン ESG セレクトリーダーズ指標を取り扱っている研究は調べた限りだと存在しなかった。その中で日本市場と数多くの投資家が参考にしている王道の評価機関である MSCI における ESG 指標に特化した近年の ESG 指標の株式投資における有用性を検討することは有益であると判断し、これを本研究の位置づけとする。

2 使用する数理モデル

2.1 Markowitz の平均、分散モデル

各資産の収益率を確率変数として考え平均と分散をリターンとリスクの尺度として考える。

$$\begin{aligned} & \text{最大化} && \sum_{i=1}^N r_i x_i \\ & \text{条件} && \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} x_i x_j \leq \sigma_T \\ & && \sum_{i=1}^N x_i = 1 \\ & && 0 \leq x_i \leq u_i, \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned}$$

・変数の説明
N ...市場の資産の数
x_i ... i という資産に対するポートフォリオのウェイト
r_i ... i という資産に対する期待収益率
σ_{ij} ...資産 ij の共分散
σ_T ...ターゲットに対するリスク上限
u_i ...ウェイトの上限
目的関数に対して条件を付けて利益率を最大化（最適化）する。

分散投資をもってリスクを極力最小に抑えたうえでリターンを最大にできるポートフォリオを作ることができる。

2.2 プット、コールオプションの理論価格を求める ブラック・ショールズ価格評価式

ブラック・ショールズ・モデル価格式は、ヨーロピアンタイプ（満期日にのみ行使可能）のオプション価格を計算するモデルである。このモデルは実務界で広く利用されている。その式を以下に示す。詳しい導出方法は[5]の参照を推奨する。

$$C = SN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_1)$$

$$P = S\{N(d_1) - 1\} - Ke^{-rt}\{N(d_2) - 1\}$$

ただし $d_1=(\text{Ln}(S/K)+rt))/\sigma\sqrt{t}+\sigma\sqrt{t}/2$

$$d_2=d_1-\sigma\sqrt{t}$$

C	コールオプションの価格
P	プットオプションの価格
$N(d_1)$	標準正規分布に従う確率変数が d_1 以下の値をとる確率を示す。
$N(d_2)$	標準正規分布に従う確率変数が d_2 以下の値をとる確率を示す。
S	原資産価格
K	オプションの行使価格
t	満期時点
r	オプションの満期に対応する無リスク金利
e^{-rt}	割引係数（ディスカウント・ファクター）
σ	原資産収益率の標準偏差

3 研究方法

3.1 ポートフォリオの最適化における手法

MSCI ジャパン ESG セレクトリーダーズ指数に記されている銘柄の数は約 250 項目あり、抜粋した企業は本論文の表 4.1.1 と 4.1.2 の参照を推奨する。期待収益率や分散、 β 値、Jensen 尺度(α 値)、シャープレシオを計算し、2 章で述べた Markowitz の平均分散モデルを使用し値を挿入する。ポートフォリオの条件は、各資産のウェイトの上限を 0.5、期間を 2019～2021 年、ポートフォリオに組み込む企業を 4 つ、リスク上限を 30%とする。なお、ポートフォリオの評価指数は[7]を参照した。

3.2 オプションの理論価格について

ESG ファンドについてのオプションを取り扱っているものは世界的に見ても少数であったが、EURO STOCK 50 ESG[6]というファンドが幅広い権利行使価格でオプション価格も的確に記載されていたので参考にした。オプションの権利行使価格は 5 通りで EURO STOCK 50 ESG ファンドを基に設定した。満期に関しては 2022/3～2024/12 までであり、EURO STOCK 50 ESG ファンドの 9 通りの満期を用いた。

4 分析に使用するデータと企業の選抜方法

国内株式において基準とした指標は日経平均株価を参照した。選抜方法は、MSCI ジャパン ESG セレクトリーダーズ指数における ESG 指標を高い順に抜粋し、指数の占めるウェイトを高い順に並べた後、MSCI ジャパン ESG セレクトリーダーズ指数を構成している業界の比率に近づくように選定した。また、この指数を構成している比重が多くなるように選定した。さらに、ESG 指標の悪い方のポートフォリオに関しても同様に逆の意味で選抜した。次にポートフォリオの組み合わせを行う際の組み合わせ方を以下に示す。ここで記される“h”はハイリスクハイリターン、“l”はローリスクローリターンである。ESG 指標が悪い方の分類 1,3 は本研究では省略した。

表 4.1 ポートフォリオの分類方法

分類1,1	同業(一般消費財、サービス)
分類1,2	同業(資本財、サービス)
分類2	様々な業種(一般消費財、資本財、通信、情報技術)
分類3	景気敏感型
分類4	ディフェンシブ型
分類5	ハイリスクハイリターン (hhhh)
分類6	ローリスクローリターン(llll)
分類7	hhhl
分類8	hhll
分類9	hlll

表 4.2 ブラック・ショールズ価格評価式を用いたオプションのプレミアムを計算する際に用いたデータ

2019～2021 分類"2"									
S(原資産価格)¥	5855								
K(行使価格)¥	5150	5500	5850	6200	6550				
t(年換算)	0.083	0.167	0.333	0.583	0.833	1.333	1.833	2.333	2.833
σ (ボラティリティ)	0.191								
r(短期国債利回り)	-0.0008	-0.0005							

5 分析結果

5.1 Markowitz の最適化を行った結果

ESG 指標が良い場合、悪い場合のポートフォリオのそれぞれについて順位をつけ、順位にのっとった重みづけ

を行うことでどのような組み合わせで組み合わせたポートフォリオが優秀になる傾向になるかを調べる。優秀の定義であるが、重みづけの合算が3以上であれば優良とみなす。重みづけの定義は1位が9点、2位が7点、最下位が-9点となるようにする。順位付けの定義を以下に示す。

- 1. ①~④の条件をすべて満たすものの中で①~④の条件を順番に見ていく。 ↓
 - 2. 1つだけ満たさないものの中で①~④の条件を順番に見ていく。 ↓
 - 3. 2つ満たさないものの中で①~④の条件を順番に見ていく。 ↓
 - 4. 3つ満たさないものの中で①~④の条件を順番に見ていく。
- ① 日経平均より低い標準偏差のポートフォリオを選ぶ。 ↓
- ② それぞれのポートフォリオにおけるシャープレシオを見て日経平均より優れたものに絞る。 ↓
- ③ 日経平均よりリターンの大きいポートフォリオを選ぶ。 ↓
- ④ Jensen 尺度(α 値)の大きい方を選ぶ。

2019, 2020, 2021, 2019~2021 年ごとの重みづけされた分類ごとの合算を求めると、詳しい順位と得点は論文参照だが ESG 指標が良い場合も悪い場合も分類“5, 7, 2”が上位に来ており、これより“h”の企業を多めに、“l”な企業を少なめな分類方法と親指数に基づいた業界のウェイト構成で組んだ異業種同士のポートフォリオが優秀な結果をもたらすことが分かった。反対に、悪い方では同業種、景気に敏感な企業同士やローリスクローリターン企業を多く盛り込んだポートフォリオが悪い傾向があることが判明した。

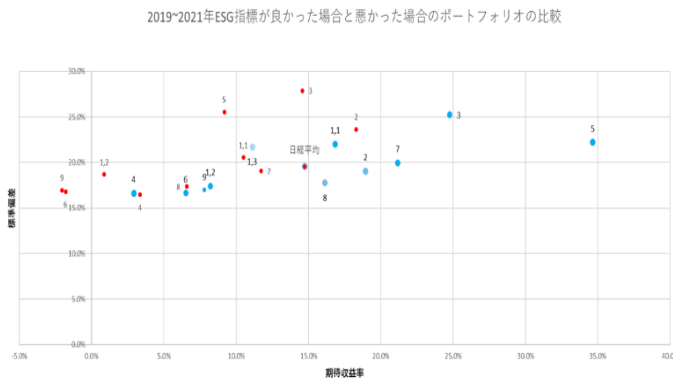


図 5.1.1 2019~2021 年 ESG 指標が良い場合、悪い場合のポートフォリオの比較

上の図より ESG 指標の悪いポートフォリオと良いポートフォリオを見比べてみた結果、比較的 ESG 指標の良い企業群の方が良いポートフォリオを組んでいることがわかる。これは 2021 年を例外としてすべての年代に共通する結果になった。

5.2 作成したポートフォリオでのプット、コールオプション価格の結果

表 5.2.1 2019~2021 年の分類 2 のコールオプション価格(円)

		2022年3月	2022年4月	2022年6月	2022年9月	2022年12月	2023年6月	2023年12月	2024年6月	2024年12月
call	5150	706.64	714.11	740.95	786.77	830.93	910.73	981.04	1044.27	1102.06
	5500	375.43	407.87	465.38	535.75	594.48	691.99	773.38	844.60	908.62
	5850	131.23	184.21	258.98	341.20	406.79	512.82	599.85	675.35	742.86
	6200	25.61	63.00	126.70	203.21	266.57	371.25	458.37	534.47	602.82
	6550	2.61	16.10	54.52	113.46	167.69	263.02	345.55	419.10	485.96

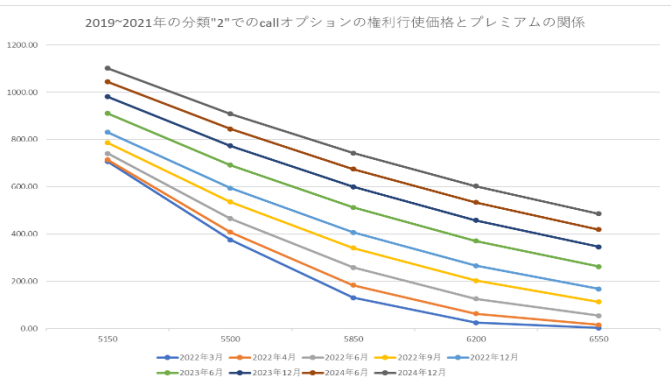


図 5.2.2 2019~2021 年の分類 2 でのプットオプションの権利行使価格とプレミアムの関係

紙面の都合上コールオプションのみであるがこのようにオプションのデリバティブを自ら作成したポートフォリオに対して作ることによってリスクヘッジを行うことも目的の一つであり、それを提案できた。

6 考察

6.1 2021 年 ESG 指標が悪い場合だけ日経平均を上回るポートフォリオが非常に多くなることへの考察

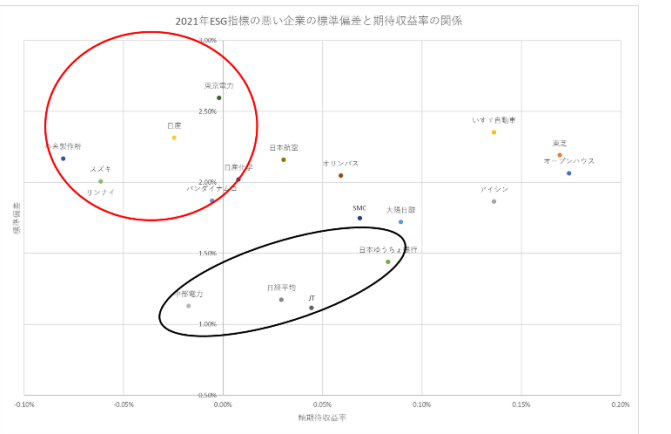


図 6.1.1 2021 年 ESG 指標が悪い企業のリスクとリターンの関係
2019~2021 年 ESG 指標の良い企業の期待収益率と標準偏

差の関係を例として挙げるが、相関係数は 0.343 となりある程度の相関関係があるとわかった。しかし、2021 年の ESG 指標の悪い企業でのポートフォリオでは相関係数が 0.006 とリスクとリターンの相関関係がないこと、さらに図 6.1 にて**赤**枠で囲った部分にはリターンが少ない、もしくはマイナスかつ標準偏差も非常に高い企業群が 7 つも存在するのに対し、特に**黒**枠で囲った企業が標準偏差も比較的安くリターンが良い企業が数多く存在している。つまり、“h”にも“l”という項目にも該当しない企業が多く、その分比較的回リターンも標準偏差も良い企業同士だけでポートフォリオを組んでしまい、結果、日経平均を超えてくるポートフォリオが多くなったと考えた。

6.2 ESG 指標の良いポートフォリオに金融危機時のボラティリティを抑える効果があるかの考察



図 6.2.1 2020 年 ESG 指標が良い分類 7 のポートフォリオ

2020 年はボラティリティを抑えることが出来ていることは明白だが 2019~2021 年の方では視覚的に抑えているか判断できなかったの、ボラティリティがコロナの影響で大きい 2020 年 2 月 26 日~2020 年 4 月 23 日について日経平均と 2019~2021 年 ESG 指標が良い場合の分類“2”の標準偏差をとったところ日経平均は 0.85%で分類“2”では 1.1%とボラティリティを抑えられていない。また、2 番目によいポートフォリオである分類“8”でも同様の計算をしたところ 1.2%と分類“2”の方より大きいことが分かった。この分類“2”と“8”は 2019~2021 年の間で図 5.1 を見るとわかるが日経平均より低い標準偏差である。さらに 2019~2021 年 ESG 指標が良い場合のすべてのポートフォリオに対して同様の計算を行ったところ、分類“4, 9”が微小であるがボラティリティを抑えられている結果となった。また、2020 年でも同様に計算した結果、分類“2”の他に分類“4, 8, 9,”がボラティリティを抑えることが出来ていた。これらより、1 年単位でのポートフォリオや 3 年単位の長期的なポートフォリオでもボラティリティを抑える効

果があったが、一部のみで効果は薄く、ボラティリティを抑える効果のあったポートフォリオでもそのポートフォリオ自体優秀でないものもあった。そのうえでボラティリティを確実に抑えたいのなら分類“4, 8, 9”のようにディフェンシブ型やローリスクローリターンな企業を多く含んだ企業での運用を行えばよいのではと考えた。

7 今後の課題、結論

- ① 5 章の研究結果より比較的優秀なポートフォリオの ESG 指標が悪い場合より良い場合が多くなることが確認されたがコロナ禍での金融危機のようなボラティリティの変化には耐えられない傾向にある。
- ② ESG 指標の良し悪しに関係なく、分類 5,7,2 の順で“h”を多めに含んだポートフォリオと MSCI ジャパン ESG セレクトリーダーズ指標に沿った構成比率の異業種同士の組み合わせが良い。
- ③ MSCI ジャパン ESG 指標の構成比率にのっとった異業種同士のポートフォリオにおいて優秀な成果が出たが異業種間の分類を一種類しか構築しなかったことが課題である。そこで様々な業種を入れ替えてどうなるかが今後の展望である。

参考文献

- [1] <https://www.msci.com/msci-japan-esg-select-leaders-index-jp>
- [2] 白須洋子「SRI 関連株の中長期パフォーマンスの特徴について」『証券アナリストジャーナル』49.5 (2011): 19-28
- [3] 伊藤正晴「ESG ファクターと株式リターンとの関係」『証券アナリストジャーナル』54.7 (2016): 39-48
- [4] 浅野礼美子・佐々木隆文「社会的責任投資 (SRI) ファンドのパフォーマンスに関する実証研究」『証券アナリストジャーナル』49.5 (2011): 29-38
- [5] <http://hooktail.sub.jp/contributions/bsm160812.pdf>
- [6] <https://www.stoxx.com/index-details?symbol= SX5EESG&stoxxindex=sx5eesg&searchTerm=euro+Stoxx+50+esg>
- [7] 田岡吉雄 2001 金融工学入門 エコノミスト社