

# 日本株式市場における ソートポートフォリオの評価

木 下 亮

## 1 はじめに

株式市場における投資戦略の構築と評価は、実証ファイナンスにおける主要なテーマの一つである。投資戦略の構築とは、あるルールに従ってポートフォリオを組み替えることである。例えば、バリュー株投資戦略とは簿価時価比率（B/M）が大きい株式を購入し、低い株式を空売りする戦略であるが、これは B/M を基にしたルール作りであり、数学的な解釈ではポートフォリオが B/M の関数だということである。本稿では、伝統的なポートフォリオ構築の方法と評価方法について直観的にまとめる。また、国内株式市場に対して代表的な指標を基にポートフォリオを構築し、それらのパフォーマンス評価を行う。

投資戦略には、時期や状況に依らず用いることが出来る汎用性の高いものが望ましいであろう。そのため、絶対的水準よりも相対的水準をもとに評価を行って、戦略の構築に応用することが多い。例えば、B/M がある水準以上の株式に投資するような戦略を考えると、時期によって該当する銘柄数が大きく異なることになり、再現性に欠ける。また、B/M の市場全体の変動と個別株式の B/M の変動の影響を区別することが難しい。ポートフォリオの構築と評価に関する分析では、多くの場合に相対的水準として順位が採用される。例えば B/M が上位 30% 以上の株式に投資するような戦略を考えれば、該当する銘柄数を安定させることができ、銘柄選択による投資戦略の優位性を抽出することができる。他にも分布の不均一性を考慮した統計的方法が考えられるが、主流なものではない。本稿では、企業の特徴として B/M 等の比率を用いた簡便な指標を採用し、それらを基に株式に順位付けを行ってポートフォリオを作成する。本稿における関心は、銘柄選択を通じた同時点での他の株式とのパフォーマンスの比較であり、タイミングに関する分析は対象外とする。例えば、全体の動向を表す株価指数の配当利回りや B/M によって株式の購入するタイミングを考える問題がある。しかし、株式に投資しない場合には債券や不動産、あるいは現金に投資を行うと考えれば、広義では銘柄選択の問題と考えることも可能であろう。

次に、構築された投資戦略の評価について考える。特定の期間において観測された収益率を基に戦略の優位性を評価することになるが、単純に高い収益率を達成した戦略が優れていると結論することはできない。偶然によってその期間に高い収益率を獲得したのかもしれない

いし、偶然ではないとしても潜在的にリスクを負担しているかもしれない。リスクに関する問題を考えるときには、その定義を明確にしなければならない。リスクの測定方法が妥当でなければ、潜在的にリスクのある戦略を優れた戦略だと誤って判断してしまうことになる。最もよく知られたリスクの測定方法は、収益率の標準偏差である。標準偏差の割に期待収益率が高いものであれば、リスクを考慮した上で優れた戦略だと考えることができるかもしれない。このような標準偏差と期待収益率を基にパフォーマンスを評価する指標にシャープレシオがある。負担しているリスクの割にリターンが大きいかどうかを測定する指標である。シャープレシオは、比率による指標であり直観的理解が容易であり、CAPMとも整合的である。しかし、標準偏差のみをリスクの指標として考えるのは必ずしも十分ではない。標準偏差が小さいとしても、収益率が悪化するタイミングが問題になる可能性がある。経済状態によって資金の価値は変動するため、それらを考慮した評価が必要となるのである。例えば、不景気や賃金の低下が訪れる局面で収益率が悪化するような戦略は、リスクが高いと言えるであろう。経済状態といった全体に関するファクターは、ほとんど全ての株式に対して影響を与える。したがって、ファクターによる変動は、十分に分散投資を行ったとしても排除することのできないリスクをもたらす。ある投資家が空売り等を駆使して、ファクターリスクを排除したポートフォリオを構築したとしても、他の誰かが対応するリスクを負担していることになる。期待収益率が高くなる要因には、これらのリスクを負担していることによるリスクプレミアムと戦略の優位性によるものがある。妥当なリスクプレミアムを越えて期待収益率を獲得できているかどうかを評価することが、戦略の評価において重要である。

十分な数の株式があれば、投資ウェイトを上手く調整することでポートフォリオに含まれるリスクをコントロールできる。リスクを調整し、戦略の優位性を抽出できるようなポートフォリオを構築できれば、その収益率を追跡することで戦略の評価が可能である。市場が効率的である場合には、どんなポートフォリオを構築したとしてもリスク調整後の期待収益率は一定となる。投資家は各自の好みに応じて負担するリスクを決めることができ、それに対応したリターンを得る。市場が効率的ではない場合には、上手く調整して十分な数の株式を組み入れてポートフォリオを組むことで、共通のファクターによる変動を排除し、分散を小さくできることになる。リスクを排除した上で、高い収益率を達成できるのであれば、優れた戦略だと解釈することができるであろう。このような戦略を見つけることができれば、市場の効率性に反する証拠となる。リスク調整後の収益率、つまりリスクヘッジを行ったポートフォリオの収益率が安定して正となるかどうかを検証するのである。リスクが十分に小さいのであれば、この収益率は安全資産利率に近くなるはずである。回帰分析の推定値とポートフォリオの関係性について説明し、リスク調整後リターンの図示を行う。本稿では詳細には立入らないが、関連する統計的検定も重要である。

資産価格理論や統計的検定方法が開発される一方で、調整しなければいけないリスク要因

は明らかになっていない。現実の市場において経済学的に解釈可能なファクターに関する明確な実証結果は得られていないのである。消費や GDP 等のマクロ経済変数に関しては、それらに付随するリスクは直観的に解釈可能であるが、実証研究における根拠は少ない。Jagannathan et al. (1998) において、賃金がファクターと機能することが確認されており、これが日本におけるマクロ経済変数に関する統計的有意性を示す、数少ない研究の一つである。多くの国において、資産価格の形成に関するロジックからアドホックに構築された Fama-French ファクター (Fama and French (1993)) の当てはまりが良いことが確認されている。Fama-French ファクターは、時価総額 (Size) と B/M を基に構築されるが、基本的なアイデアは以下の通りである。Size や B/M が小さい株式には、業績や財務状況の割に低い株価がついている (傾向にある) ことになる。これは株価が適正なのであれば、割引現在価値法において割引率が高いことを意味する。投資家はあらゆる資産を見渡して投資先を決定するため、割引率は経済状態等の共通の要因によって変動する。つまり、リスクや経済全体に対して投資家の予想が変化したときに、その影響は多くの株式に共通してもたらされるはずであり、その影響の受け方の違いが Size や B/M に反映されるという考え方である。日本のデータを用いた実証分析には Kubota and Takehara (2018) があり、Fama and French (1993) を拡張した Fama and French (2015) の 5 ファクターモデルの日本株式市場に対する応用が行われている。

本稿の構成は以下の通りである。第 2 節では、本稿で用いる収益率に関して説明する。第 3 節では、本稿で採用する企業の特徴に関する指標について述べる。第 4 節ではそれらの指標を基にしたポートフォリオの構築について述べる。第 5 節ではポートフォリオのパフォーマンス評価について述べる。

## 2 収益率

本稿で用いる収益率は

$$R_{i,t+1} = \frac{P_{i,t+1} + D_{i,t+1}}{P_{i,t}} \quad (2.1)$$

として計算する。ただし、 $P_{i,t}$  は  $t$  期における株価、 $D_{i,t}$  は一株当たり配当金を表す。また、超過収益率として、

$$R_{i,t+1}^* = R_{i,t+1} - R_{f,t+1} \quad (2.2)$$

を定義する。ただし、 $R_{f,t}$  は安全資産利子率を表す。超過収益率は、あるポートフォリオを構築する際に、その資金を銀行借入等の安全資産利子率で調達した場合のネットでの収益率を表す。十分に分散投資を行って超過収益率の分散を十分に小さくした上で、正の収益率を

達成できるのであれば、リスクを調整した上で優れた戦略だと言えるであろう。このような戦略があれば、元手がゼロであったとしても収益を得ることができることになる。無リスクで超過収益を発生させる取引は、裁定取引と呼ばれる。多くの資産価格理論では、裁定取引の機会が存在しないことが前提とされている。つまり、正当に価格付けされた市場において、リスクや時間が取引されていると考えるのである。市場が完全に効率的ではないことを想定し、投資戦略の優位性を評価をする際には、裁定取引あるいはそれに近いポートフォリオを構築できるかどうかが焦点となる。戦略を多くの株式に適用してポートフォリオを組み、できる限りリスクを排除した上で評価を行うのである。これによって、戦略の純粋な優位性を抽出できる。現実の市場では株式数は有限である上に、第5節に述べるようなファクターの影響によって、単純に分散投資を行ったとしても分散をゼロにすることはできない。したがって、それらの揺らぎを踏まえた上で戦略の評価を行うことになる。厳密には、適切な統計的推測によって評価を行う必要があるが、本稿ではその領域には踏み込まず、直観的に評価を行うフレームワークに留める。累積収益率には単純に収益率の和として

$$CR_{i,T} = \sum_{t=1}^T R_{i,t} \quad (2.3)$$

を用いることとする。この定義は、得られた収益を再投資せずに常に一定の金額を運用した場合の累積収益率である。他にも、再投資を行うような複利による運用を考えることもできる。その場合には対数収益率が有用である。

### 3 比率による株式評価

比率による株式評価には、配当利回り (D/P)、簿価時価比率 (B/M)、株価利益率 (E/P) が代表的である。本稿では B/M を分析対象としているが、文献によっては B/M の逆数である PBR (Price to Book Ratio) が用いられる場合もある。他の指標に関しても、本稿での定義の逆数が用いられる場合があるが、本質に変わりはない。

配当利回りとは、一株当たり配当金を株価で割ったものであり、一年間で投資金額の何割が配当金として得られるかを表したものである。企業は得られた利益から配当金を分配し、残りを内部留保する。すなわち、配当金として分配されなかったものは企業の内部に蓄積されていることになり、それが株主に帰属することには変わりはない。また、それは将来に投資家に分配されるものである。現時点で配当金を分配しない企業は、事業拡大等の有効な資金の使い道を持っていることになる。したがって、単純に配当利回りが高い株式の期待収益率が高いと考えることはできない。しかし、経営者と投資家の間での情報の非対称性によって企業内部で浪費が行われる可能性もあるであろう。企業は配当金を分配することで、投資家に対する利益還元の意味が強いことを示すことができる。実際の市場でのメカニズムは明ら

かではないが、第4節に示す通り配当利回りが高い株式の方が収益率が高い傾向にあることが確認できる。

簿価時価比率 (B/M) とは、一株当たり純資産を株価で割ったものである。財務諸表において計上されている資産価値が全て適正なのであれば、即座に企業を解散して負債を返済すれば、株主の手元には純資産の金額が残ることになる。したがって、解散した場合の財産価値と株価が同じになる場合には、B/Mは1である。財産価値に加えて、今後生じる利益を上乗せして株価は決定されているため、B/Mは1以下となるはずである。しかし、解散する際の手続きに付随する費用、解散することによって変化する価値、あるいは財務諸表と時価評価の差異の影響のため、必ずしもB/Mは1以下とはならない。財務諸表の作成や制度に関しては、本稿では立ち入らない。財務情報が正しいことを前提とするのであれば、B/Mが1よりも大きい企業は所持している財産よりも低い価格で取引されていることになる。これが一時的なミスプライシングによるものであれば、こういった株式に投資することで高いパフォーマンスを達成できることになる。一方で株価が適正なのであれば、潜在的リスクか今後の低成長が反映されていることになる。株価が財務情報を越えた情報を織り込んでいる状態である。後者の場合には、B/Mによる戦略に優位性は生じないことになる。第4節で示す通り、B/Mが高い企業の方が平均収益率が高いことが確認できる。しかし、第5節で述べるようにリスクプレミアムである可能性は否定できない。また、株価利益率 (E/P) は、当期純利益を株価で割ったものである。

これらの指標は、現時点で観測される財務情報の数値に基づいて計算される。一方で、株価は市場で決定されるものであるから、財務情報以外の情報が利用されているかもしれない。将来の利益を財務情報上では観測することはできないが、投資家やアナリストの間では有効な情報が保有されている可能性があるのである。したがって、単純な指標において割安に評価されるものが、高い収益率をもたらすと断定することはできない。過去のデータにおいて指標による戦略の平均的な特徴を確認することは可能である。個別の株式に関する情報をデータから把握することはできないが、多くの株式に投資した場合を考慮することで、個別の事情を平均化して排除するのである。これによって興味のある指標の分析ができる。

株価が適正なのであれば、現時点での財務情報と比較して株価が割安に見える場合には、今後の低成長やリスクが反映されていることになる。Fama and French (1995) では、B/Mが高い企業の方が低成長である傾向があることが確認されており、Gu and Lev (2011) では、のれんが大きく償却されることによって純資産が減少し、B/Mの高さが修正されることが示されている。

また、B/Mは財務情報の一つである純資産と株価を比較する指標であるが、このような1対1の比較ではなく、純資産と当期純利益を合わせて時価総額と比較できる方法があると有用である。Ohlson (1995) における残余利益モデルでは、純資産と将来の当期純利益、資

本コストを組み合わせて価値評価を行う方法が使われている。その理論価値と時価総額の比率を用いることで、より適切な評価ができる可能性もある。詳細に関しては、須田・竹原(2003)等の企業価値評価と実証分析の研究を参照してほしい。

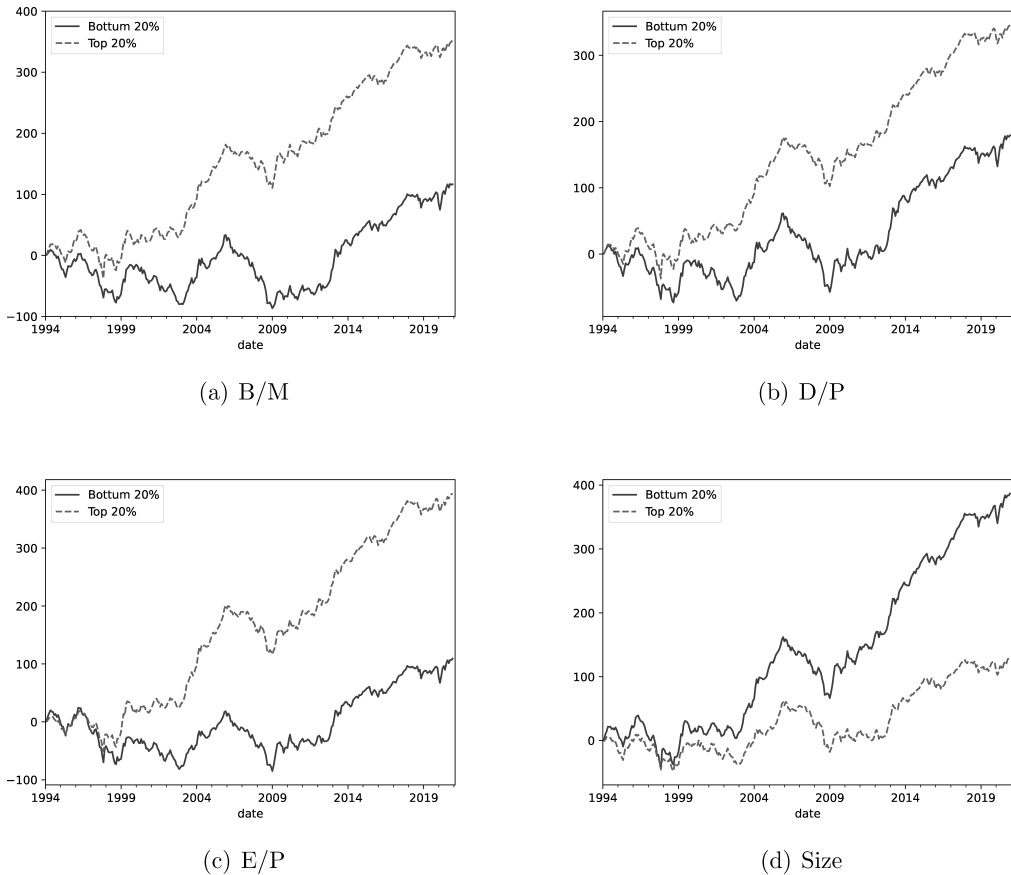
## 4 ソートポートフォリオ

特定の特徴と収益率の関係を調べるには、その特徴ごとにポートフォリオを構築し、それらの収益率を比較するのが一つの方法である。ソートポートフォリオでは、特定の指標の順に株式を並べ替えて、それらをいくつかのブロックに分けることでポートフォリオを構築する。本稿では、上記の指標と時価総額 (Size) の4つの指標を用いたソートポートフォリオを考える。B/Mの計算において、純資産には直近の実績値を用いる。また、D/PとE/Pは会社発表による予想値を用いて計算する。本稿では、金融業を含めた上場企業全てを分析対象とする。分析期間は1980年1月から2021年2月までであり、月次収益率について分析を行う。毎月末にポートフォリオの再構築を行うこととする。多くの先行研究では、年に一度のみポートフォリオの再構築を行う場合を考えているが、本稿では株価の短期的な変動の収益率への影響を捉えるために、月ごとの再構築を考える。現実の市場で戦略を実行する場合には自らの取引によって価格が反動する場合があるため、分析通りの収益率を必ずしも達成できないことには注意が必要である。特に流動性の低い銘柄において、この影響は顕著である。以下では、シングルソートポートフォリオとダブルソートポートフォリオの順に説明していく。

### 4.1 シングルソートポートフォリオ

シングルソートポートフォリオは、単一の指標を用いて並べ替え (ソート) を行ってポートフォリオを構築する方法である。例えば、B/Mを用いて株式を並べ替えて5つのポートフォリオを構築する場合を考える。上位20%以上の株式に同じウェイトで投資するポートフォリオ、上位20%未満で上位40%以上の株式に投資するポートフォリオとして、20%ごとに区切って5つのポートフォリオを作成し、それらの収益率を比較する。一方で、順位による区切りではなくB/Mの水準そのもので区切ったポートフォリオも考えることができる。このようなルールでポートフォリオを作成した場合には、B/Mが全体として高くなったり、低くなる時期があるため該当する銘柄数が大きく変動することになる。順位による区切りを用いることで、銘柄数を安定させることができるため、投資戦略の分野では好まれて使われている。日本の株式市場では、D/PやB/Mあるいは時価総額 (Size) によって収益率が異なることが確認されている。図1は、各指標をもとに、各時点で上位20%と下位20%の銘柄に分散投資をおこなった場合の累積収益率の推移を表したものである。

図 1 シングルソートポートフォリオの累積収益率 (%)



D/P や B/M が高い株式、あるいは Size が小さい企業の収益率が高いことが確認できる。これらの高い収益率にはリスクが付随するのか、それとも一時的な市場の非効率性によって株価が割安になっているのかどうかは十分に検証される必要がある。リスクを考慮した上での投資戦略の評価に関しては第 5 節で説明する。

ソートポートフォリオを用いる場合には、ポートフォリオの内部における特徴の差異を無視してしまうことには注意が必要である。より厳密に指標の影響を測定するためには、指標の値に応じて細かく投資ウェイトを決定する方が望ましいであろう。例えば、B/M を指標として用いる場合には、B/M が極めて大きいものには高い投資ウェイトを割り当て、小さくなるにつれて緩やかに投資ウェイトを低下させていくような滑らかな関数を用いるのである。しかし、図表による直観的理解と取り扱いの容易さから、多くの実証分析ではソートポートフォリオが利用されている。Connor et al. (2012) によって提案された統計モデルは、ソートポートフォリオによる分析よりも企業間の距離を適切に評価した上で分析を行えるフ

レームワークとなっているが、実証分析で広く用いられる段階には至っていない。

また、これらの戦略を現実の市場で実行する際には、取引に関する問題（マーケットマイクロストラクチャー）があることには注意が必要である。本稿の分析では、終値で株式を取得することを仮定して収益率を計算している。実際に取引を行う際には、成行注文を出せば想定よりも高い価格で取引が成立する可能性があり、指値注文を出せば取引が成立しない可能性もある。これらを上手く調整した上で平均的に想定した価格で取引ができるかどうか、収益率に大きく影響を与える。取引量の多い大型株では、上記の問題の影響を受けにくい、小型株では到底無視することはできない。マーケットマイクロストラクチャーの問題に関しては、太田他（2011）を参照してほしい。

#### 4.2 ダブルソートポートフォリオ

関心のある指標が二つある場合とする。片方の影響を適切に推定するためにはもう一方の影響をコントロールしなければいけない。例えば、B/M が収益率に与える影響を測定したいとする。B/M 以外の特徴が全く同一であり、B/M だけが異なる株式が十分にあれば、それらを比較することで B/M の純粋な効果を測定することが可能である。しかし、現実には他の特徴が全く同一であるような企業は存在しない。そこで、Size と B/M の順位を求めて、それらを基にグループ分けを行って比較を行うことにする。実際には同じグループの中でも Size に違いはあるが、大まかに考えて同じ Size だとみなすのであれば、Size による影響をコントロールした上で、B/M の影響を測定できることになる。表 1 は、4 つの指標から 2 つを選んで構築された 6 通りのダブルソートポートフォリオの平均収益率である。パネル (a) は B/M と Size の順位を基に株式を  $5 \times 5 = 25$  のグループに分けて、分析期間を通してのそれぞれの平均収益率を表したものである。例えば最も左上の数値は、B/M が下位 20% かつ Size が 20% 以下の株式からなるポートフォリオの収益率である。収益率は小型株の方が高く、B/M が高い株式の方が高い傾向にあることが確認できる。パネル (b) は B/M と D/P でのグループ分けによる結果である。B/M が高く、D/P も高い株式の方が収益率が高い傾向にある。ただし、D/P が最も低いグループでは 2 番目に低いグループよりも収益率が高くなっており、B/M が高い株式であるほど顕著である。この理由に関しては、パネル (d) の説明において述べる。このような非線形性を捉えることができることもクロス表分析の利点である。パネル (c) は B/M と E/P でのグループ分けによる結果である。B/M が高く、E/P も高い株式の方が収益率が高い傾向にある。パネル (d) は Size と D/P によるグループ分けの結果である。Size が小さい、つまり小型株の方が収益率が高く、D/P が高い方が収益率が高い傾向にある。また、小型株では D/P が最も低いグループの方が、2 番目に低いグループよりも収益率が高いことが確認できる。D/P が最も低いグループには、配当を行っていない企業が多数含まれている。第 3 節でも述べた通り、成長への投資機会を



表 1 ダブルソートポートフォリオの平均収益率 (%)

(a) B/M(横軸) と Size(縦軸)						(b) B/M(横軸) と D/P(縦軸)							
	Low			High				Low			High		
Small	1.16	1.26	1.27	1.35	1.72	Low	0.29	0.60	0.84	1.05	1.58		
	0.30	0.53	0.64	0.60	1.02		0.23	0.22	0.17	0.33	0.73		
	0.15	0.25	0.42	0.62	0.98		0.59	0.36	0.41	0.53	0.80		
	0.16	0.26	0.32	0.76	0.92		0.49	0.65	0.62	0.74	0.96		
Large	0.27	0.36	0.56	0.70	0.89	High	0.90	1.17	1.13	1.09	1.42		

(c) B/M(横軸) と E/P(縦軸)						(d) Size(横軸) と D/P(縦軸)							
	Low			High				Small			Large		
Low	-0.15	0.13	0.26	0.52	0.99	Low	1.63	0.30	0.05	0.21	0.29		
	0.15	0.24	0.34	0.40	0.81		0.79	0.17	0.20	0.20	0.30		
	0.58	0.38	0.44	0.61	0.95		0.96	0.55	0.34	0.41	0.47		
	0.77	0.59	0.57	0.83	1.18		1.16	0.73	0.73	0.52	0.67		
High	1.43	1.27	1.24	1.26	1.76	High	1.68	1.19	1.02	0.97	0.89		

(e) Size(横軸) と E/P(縦軸)						(f) D/P(横軸) と E/P(縦軸)							
	Small			Large				Low			High		
Low	1.12	-0.04	-0.04	0.14	0.33	Low	0.41	-0.06	0.21	0.42	0.76		
	0.95	0.25	0.16	0.22	0.29		0.47	0.10	0.32	0.38	0.73		
	1.09	0.59	0.45	0.39	0.44		0.81	0.25	0.39	0.57	1.06		
	1.42	0.82	0.68	0.53	0.56		1.08	0.47	0.58	0.73	1.15		
High	2.15	1.35	1.08	0.99	0.95	High	1.90	1.10	1.01	1.22	1.67		

持っている場合に企業は配当を行わない。小型株でかつ配当を行っていない企業は、その後の業績の成長に伴って株価が上昇し、収益率が高くなったのかもしれない。パネル (b) でも同様の結果が確認されたが、小型株の方が B/M が高い傾向にあることを考えれば整合的である。本稿では詳細には立入らないが、これらの投資に含まれる潜在的なリスクや業績成長と D/P の関係は実証分析のテーマの一つである。パネル (e) は Size と E/P によるグループ分けの結果である。小型株で、E/P が高い株式の方が収益率が高い傾向にある。パネル (f) は D/P と E/P による分割の結果である。D/P が高く、E/P も高い企業の方が収益率が高い傾向にあることが確認できるが、D/P が最も低いグループでは 2 番目に低いグループよりも高くなっている。

重回帰分析に代表されるような多変量における統計分析でも、このような他の変数の影響をコントロールした上で効果を推定することができるが、Size と B/M の分布が時期によって大きく異なるため株価収益率の分析では扱いが難しい。相対的水準として順位を用いてソートポートフォリオによる分析は直観的であり、時点を通じた分布の変化をコントロールできるため投資戦略の分析では広く用いられている。また、重回帰分析では単調な関係性のみ

しか捉えることができないが、ソートポートフォリオでの分析では、D/Pに関する結果のような非線形な関係性を捉えることもできる。

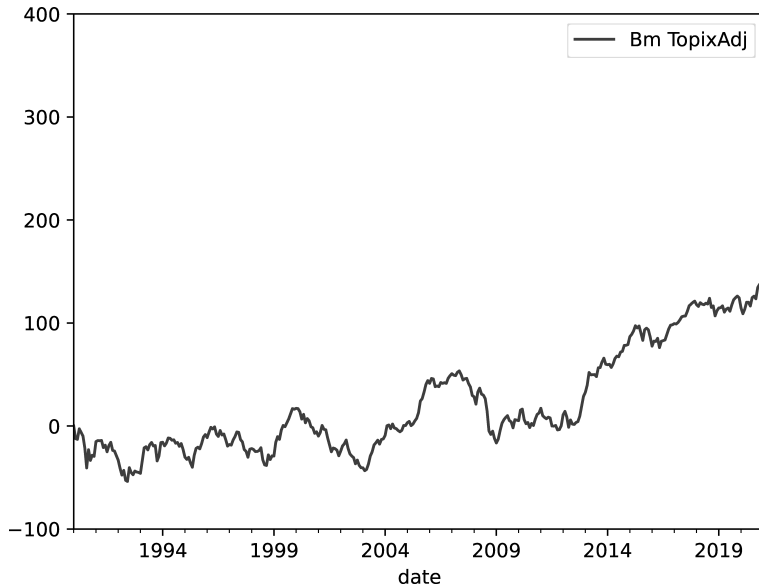
## 5 市場の効率性、パフォーマンス評価

### 5.1 分散投資とファクター

リスクをコントロールするには分散投資を行う必要があるが、多くの株式への分散投資を行ったとしても排除することのできないリスクが存在する。これをシステムティックリスクという。日本国内の全ての資産に分散投資を行ったとしても、不景気によって全体の収益率が悪化する可能性がある。株価収益率に関する実証分析では、全体の変動を反映する変数として上場企業を対象とした株価指数を用いる。いずれの場合でも全体に影響を与えるファクターのリスクを分散投資によって排除することはできない。

先に述べた通り、配当利回りやB/Mが高い株式に投資を行うことで、期待収益率が高くなる傾向にある。全体の変動の影響を受けて、これらのポートフォリオの収益率が変動するのであれば、株価指数に対応するポートフォリオの空売りを行うか、先物を売っておくことでその変動を排除することができる。このような市場全体の影響を排除したポートフォリオは市場中立的（マーケットニュートラル）と呼ばれる。銘柄選択が優位性を持つのであれば、リスクを排除した上で高い収益率を達成できることになる。しかし、洗練された市場でこのような単純な戦略が優位性を持つはずがない。B/Mが高い上位30%の銘柄に分散投資を行って、TOPIXを用いてリスクヘッジを行った場合の累積収益率の推移は、図2のようになる。具体的な方法に関しては、第5節で述べる。完全に変動を排除することはできず、時期によっては極めて収益率が悪化する場合があることが確認できる。B/Mが高い銘柄ばかりに分散投資を行ったとしても、それらは市場全体の変動以外にも共通の要因を持つため、リスクを排除することができないのである。B/Mが高いグループの特有のファクターが存在しているのである。すなわち、B/Mが高い株式の収益率が悪化するときには、それらの銘柄が揃って悪化するのである。配当利回りに関しても同様である。B/Mと時価総額に関して、このような性質を利用して作成されたのがFama-Frenchファクターである。HMLはB/Mが高いグループの収益率から低いグループの収益率を引いたものであり、SMBは小型株の収益率から大型株の収益率を引いたものである。これらのポートフォリオの収益率が悪化するタイミングが、不景気やその他の社会情勢と連動しているのであれば、潜在的にリスクを含んでいることになる。日本のデータを用いた実証分析は少ないが、アメリカのデータでの実証分析にはPetkova (2006) やBoons (2016) があり、これらのポートフォリオの収益率と経済変数との関係性が示されている。

図 2 バリューストック投資の TOPIX リスク調整後の累積収益率 (%)



## 5.2 市場の効率性

市場が効率的なのであれば、リスクとリターンの中に完全なトレードオフが成立することになる。リターンを高めるためには、必ずリスクを負担しなければいけない。あらゆる情報は株価に反映されており、一見割安に見える株式であったとしても、リスクや今後の低成長が株価に反映されている状態である。多くの資産価格理論に関する研究では、市場の効率性や無裁定取引が仮定される。市場の効率性には、いくつかの段階が考えられている。公開情報や非公開情報等の段階で情報を分類し、どの段階まで情報が反映されているかを分けて分析のフレームワークを考えるものである。本稿では、これらの分類には立ち入らないが、詳細は Campbell and Lo (2003) を参照してほしい。

ある情報集合のもとで、市場が効率的ではないとすれば、同じリスクで期待収益率の異なる株式が存在することになる。十分な数の株式がある場合の無裁定取引に関するモデルが Ross (1976) による APT (Arbitrage Pricing Theory) において提案されている。多数の同じリスクの株式が存在するのであれば、期待収益率の高い銘柄を購入し、低い銘柄を空売りすることで裁定取引を行えることになる。このような裁定取引が存在しない状態をモデル化したものである。市場の効率性は、投資家が競争的に行動する市場を考えれば妥当な帰結であり、実証分析においても効率性を否定する結果を主張するものは少ない。しかし、情報を収集して活用するファンドマネジャー、アナリスト、投資家には報酬が発生していることには注意が必要である。つまり、市場が効率的になるのは誰かの働きが必要であり、その人は妥当な報酬を受け取っているはずである。したがって、市場は完全に効率的ではなく、働き

に見合った程度の報酬が期待できる非効率性が残されている可能性は十分にある。このように労働市場まで含めて考えれば、全体として市場は効率的であるかもしれない。更に詳細な議論に関しては Pedersen (2015) を参照してほしい。

市場が効率的ではないことを強く主張するためには、リスクを調整した上で継続して高い収益率を上げる戦略を提案する必要がある。つまり、銀行金利と同程度のリスクでそれ以上の収益率を達成できる戦略である。競争的な市場において、当然これは極めて困難なものであり、そういった研究は少ない。また、研究成果として公表されて広く受け入れられたときには、それを利用した取引が行われることになり、短期間で戦略の優位性は失われることになる。そのため、優位性のある戦略が発見されたとしても公表される可能性は低い。現実の市場において、安直な戦略が優位性を持つとは考えられない。ある投資機会にリスクが無いことが誰の目にも明らかなのであれば、あらゆる投資家が銀行から借入を行って投資を行うからである。それが行われていないということは、その投資が何らかのリスクを含んでいると判断されていることになる。

当然のことではあるが、これまで得られたデータの特性と同じものが将来にも発生されるかどうかは分からない。構造が変化しないのであれば、データを用いて評価された予測は妥当なものとなるはずであるが、政策や情勢の変化によって適切なモデルが変化することには注意が必要である。

### 5.3 シャープレシオ

ある戦略が他の投資と比べて優位性を持つかどうかを判断するには、パフォーマンスを測定するための指標が必要である。指標の一つであるシャープレシオは、

$$s = \frac{E[r_i] - r_f}{\sigma_i} \quad (5.1)$$

として定義されるパフォーマンスの尺度の一つである。真の期待値  $E[r_i]$  や標準偏差  $\sigma_i$  は未知であるから、実用上はデータからの推定値で置き換えることになる。本稿では、超過収益率の標本平均  $1/T \sum_{i=1}^T R_{i,t+1}^*$  と標本標準偏差を推定値として用いる。シャープレシオは、リターンである期待超過収益率とリスクである標準偏差の比率を取るものであり、リスクとリターンを比較する直観的な指標である。平均分散ポートフォリオの最適化において、シャープレシオは接点ポートフォリオで最大となる。CAPM が正しい、つまり全ての投資家が適切な期待収益率と分散共分散の予測の下で平均分散ポートフォリオ最適化を行っている場合には、市場ポートフォリオにおいてシャープレシオは最大になる。したがって、市場ポートフォリオよりもシャープレシオが高い投資戦略を見つけることができたならば、市場の効率性に関する証拠となり得る。表2は、ダブルソートポートフォリオのシャープレシオを表している。また、同時期における TOPIX のシャープレシオは 0.05 である。表1での平均収

表 2 ダブルソートポートフォリオのシャープレシオ

(a) B/M(横軸) と Size(縦軸)						(b) B/M(横軸) と D/P(縦軸)							
	Low			High				Low			High		
Small	0.13	0.17	0.20	0.22	0.26	Low	0.03	0.07	0.11	0.12	0.17		
	0.03	0.07	0.10	0.10	0.16		0.03	0.04	0.02	0.05	0.11		
	0.01	0.04	0.07	0.10	0.15		0.08	0.06	0.07	0.10	0.14		
	0.02	0.04	0.05	0.12	0.13		0.07	0.12	0.11	0.13	0.17		
Large	0.05	0.07	0.10	0.12	0.12	High	0.16	0.21	0.20	0.19	0.23		

(c) B/M(横軸) と E/P(縦軸)						(d) Size(横軸) と D/P(縦軸)							
	Low			High				Small			Large		
Low	-0.03	0.01	0.03	0.07	0.13	Low	0.19	0.03	0.00	0.02	0.04		
	0.02	0.03	0.06	0.07	0.13		0.11	0.02	0.03	0.03	0.05		
	0.08	0.07	0.07	0.11	0.16		0.15	0.09	0.06	0.07	0.09		
	0.11	0.10	0.11	0.15	0.20		0.20	0.13	0.13	0.09	0.12		
High	0.17	0.19	0.21	0.21	0.27	High	0.28	0.20	0.17	0.16	0.16		

(e) Size(横軸) と E/P(縦軸)						(f) D/P(横軸) と E/P(縦軸)							
	Small			Large				Low			High		
Low	0.14	-0.02	-0.02	0.01	0.05	Low	0.04	-0.03	0.03	0.06	0.12		
	0.14	0.03	0.02	0.03	0.05		0.06	0.00	0.05	0.07	0.13		
	0.18	0.09	0.08	0.07	0.09		0.11	0.04	0.06	0.10	0.20		
	0.23	0.14	0.12	0.09	0.10		0.14	0.08	0.10	0.13	0.20		
High	0.32	0.21	0.17	0.15	0.14	High	0.22	0.16	0.16	0.20	0.27		

益率の傾向と同様に B/M, D/P, E/P が高く、Size が小さい株式の方がシャープレシオが大きい傾向にあることが確認できる。また、D/P が低い株式においてシャープレシオが高くなる傾向にある。標準偏差を考慮したとしてもポートフォリオ間でパフォーマンスに差があることになる。本稿では立入らないが、銘柄数が小さい場合や、分析の対象期間が短い場合には、偶然によってシャープレシオが高くなることもあり得るため、適切な統計的推測を基に判断する必要があることは言うまでもない。また、市場ポートフォリオとして採用される指数は十分に吟味される必要がある。Roll (1977) で指摘されているように、投資家にとって株式のみが投資対象ではないため、市場ポートフォリオには不動産、債券、商品等を考慮したものを採用しなければならない可能性もある。日本の株式市場における実証分析では TOPIX や日経平均株価等が用いられることが多い。市場ポートフォリオを基準として超過パフォーマンスを計測する場合には、シャープレシオは極めて有用な指標であるが、先に述べた通り、CAPM 以外にも APT といった資産価格理論が存在する。APT が適切な場合には市場リターンのみがファクターとは限らない。

#### 5.4 マルチファクターモデルのアルファ

次に、複数のファクターに対するリスクを調整した上でのパフォーマンス評価の方法を紹介する。超過収益率が以下のモデルから生成されるとする。

$$R_{i,t}^* = \alpha_i + \beta_{1,i}f_{1,t} + \beta_{2,i}f_{2,t} \cdots + \beta_{k,i}f_{k,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (5.2)$$

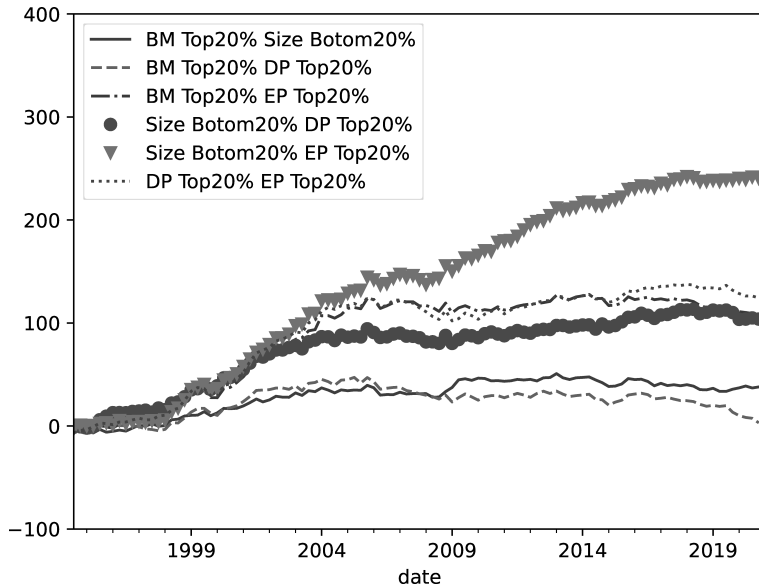
ファクターである  $f_{j,t}$  は、あらゆる株式に影響を与える共通要因であり  $\beta_{j,i}$  はそのファクターに対する株式  $i$  の感応度である。また、 $\varepsilon_{i,t}$  は株式  $i$  特有の変動であり、 $\alpha_i$  はリスク調整後の期待収益率である。すなわち、 $\varepsilon_{i,t}$  の変動は分散投資によって排除することができる。ファクターである  $f_{j,t}$  は、多くの株式に影響を与える変数であるから、これらの変動を除去した上で分散投資を行うことができれば、収益率の分散をゼロにすることができる。市場が効率的であれば、このようなポートフォリオの収益率は安全資産利子率と一致しなければならない。現実の市場では、資産数が有限であるため  $\varepsilon_{i,t}$  の変動を完全に排除することはできない。また、ファクターのリスクを市場から完全に排除することはできないことには注意が必要である。ある投資家がファクターのリスクを排除するとき、他の投資家はそのリスクを負担することになる。

本稿において、ファクターはウェイトの総和がゼロであるポートフォリオの収益率であることを仮定する。超過収益率や Fama-French ファクターは、この仮定に該当する。超過収益率は、ポートフォリオに投資するための資金を銀行借入で調達した場合の収益率であるから、銀行借入を含めて考えればウェイトの総和はゼロである。また、SMB では小型株を購入して同額の大型株を空売りするためウェイトの総和はゼロである。市場が効率的ではないのであれば、同じリスクで期待収益率の異なる株式が存在することになる。これらの内で有利な方を購入する戦略を取れば、相対的に低リスクで高い収益率を達成できることになる。ここで、リスク調整後の収益率として

$$R_{i,t}^a = R_{i,t}^* - \beta_{1,i}f_{1,t} - \beta_{2,i}f_{2,t} - \cdots - \beta_{k,i}f_{k,t} \quad (5.3)$$

を考える。これは、ファクターによる共通変動を排除した上で、かつ必要な資金を銀行借入で調達した場合の収益率に対応する。戦略に基づくポートフォリオを 1 単位購入し、ファクターに対応するポートフォリオを  $\beta_{j,i}$  単位ずつ空売りすれば、リスク調整後のポートフォリオを構築できる。実証分析では、パラメータである  $\alpha_i, \beta_{j,i}$  は最小二乗法によって推定を行う。 $R_{i,t}^a$  の挙動を確認することで、戦略のリスク調整後のパフォーマンスを評価することができる。また、 $R_{i,t}^a$  の時間を通じての平均  $1/T \sum_{t=1}^T R_{i,t}^a$  は最小二乗法による  $\alpha_i$  の推定値と一致する。したがって、 $\alpha_i$  はリスク調整後の平均収益率であり、この値を基に戦略の評価を行うことができる。図 3 は、6 種類のダブルソートポートフォリオの中で最も収益率の高いポートフォリオの  $R_{i,t}^a$  の累積収益率を表したものである。例えば、BM Top20% Size Botom20%

図 3 Fama-French ファクター調整後の累積収益率 (%)



は B/M が上位 20% であり Size が下位 20% である株式からなるポートフォリオのリスク調整後の累積収益率を表す。Size が小さく E/P が高い株式を除いて、2005 年以降には傾きが平らになっていることが確認できる。Fama-French ファクターによるリスク調整後の収益率では、それらの戦略に優位性があるとは判断できないのである。Size が小さく E/P が高い株式では、継続してリスク調整後で高い収益率を達成しているが、投資戦略を実行する場合にはマーケットマイクロストラクチャーの問題が付随することを再度強調しておく。また、本稿では 5×5 のダブルソートポートフォリオを分析対象としたが、分割を細かくするにつれて銘柄数が小さくなって分散が大きくなるため、図表による直観的な判断に加えて統計的推測が重要になる。

## 6 おわりに

本稿では、代表的な指標を用いて国内株式市場でのソートポートフォリオの収益率の要約と評価を行った。指標に応じて収益率が異なるが、ファクターリスクを調整した場合には明確な優位性は確認されなかった。これは競争的な市場では妥当な帰結である。時価総額が小さく、利益の大きい株式ではリスク調整後の収益率が高い傾向にあったが、これらの株式には高い流動性コストが付随することが予想される。本稿では簡便な分析のみを行ったが、適切な統計的推測による検証も重要である。特定の戦略に関する統計的検定には  $\alpha$  に関する  $t$  検定を行えばよいが、ファクターとして採用する変数は十分に吟味される必要がある。また、

日本株式市場におけるソートポートフォリオの評価

複数のポートフォリオを用いた APT に関する統計的検定方法が Gibbons et al. (1989) や Shanken (2015) 等によって提案されているが, Lewellen et al. (2010) で指摘されている通り, 仮定次第では適切な修正が必要な可能性がある。

附記 本稿は東京経済大学 2020 年度共同研究助成費 受給番号: D20-02 及び JSPS 科研費 19K13672 の助成を受けたものである。

#### 参 考 文 献

- Boons, Martijn (2016) “State variables, macroeconomic activity, and the cross section of individual stocks,” *Journal of Financial Economics*, Vol. 119, No. 3, pp. 489-511.
- Campbell, John Y and Andrew Wen-Chuan Lo (2003) 『ファイナンスのための計量分析』, 共立出版。
- Connor, Gregory, Matthias Hagmann, and Oliver Linton (2012) “Efficient Semiparametric Estimation of the Fama-French Model and Extensions,” *Econometrica*, Vol. 80, No. 2, pp. 713-754.
- Fama, Eugene F. and Kenneth R. French (1993) “Common Risk factors in the returns on stocks and bonds,” *Journal of Financial Economics*, Vol. 33, No. 1, pp. 3-56.
- (1995) “Size and Book-to-Market Factors in Earnings and Returns,” *The Journal of Finance*, Vol. 50, No. 1, pp. 131-155.
- (2015) “A five-factor asset pricing model,” *Journal of Financial Economics*, Vol. 116, No. 1, pp. 1-22.
- Gibbons, Michael R., Stephen A. Ross, and Jay Shanken (1989) “A Test of the Efficiency of a Given Portfolio,” *Econometrica*, Vol. 57, No. 5, pp. 1121-1152.
- Gu, Feng and Baruch Lev (2011) “Overpriced Shares, Ill-Advised Acquisitions, and Good-will Impairment,” *The Accounting Review*, Vol. 86, No. 6, pp. 1995-2022, 07.
- Jagannathan, Ravi, Keiichi Kubota, and Hitoshi Takehara (1998) “Relationship between Labor-Income Risk and Average Return: Empirical Evidence from the Japanese Stock Market,” *The Journal of Business*, Vol. 71, No. 3, pp. 319-347.
- Kubota, Keiichi and Hitoshi Takehara (2018) “Does the Fama and French Five-Factor Model Work Well in Japan?” *International Review of Finance*, Vol. 18, No. 1, pp. 137-146.
- Lewellen, Jonathan, Stefan Nagel, and Jay Shanken (2010) “A skeptical appraisal of asset pricing tests,” *Journal of Financial Economics*, Vol. 96, No. 2, pp. 175-194.
- Ohlson, James A. (1995) “Earnings, Book Values, and Dividends in Equity Valuation\*,” *Contemporary Accounting Research*, Vol. 11, No. 2, pp. 661-687.
- Pedersen, Lasse Heje (2015) *Efficiently Inefficient*: Princeton University Press.
- Petkova, Ralitsa (2006) “Do the Fama-French Factors Proxy for Innovations in Predictive Variables?” *The Journal of Finance*, Vol. 61, No. 2, pp. 581-612.
- Roll, Richard (1977) “A critique of the asset pricing theory’s tests Part I: On past and potential



- testability of the theory,” *Journal of Financial Economics*, Vol. 4, No. 2, pp. 129-176.
- Ross, Stephen A. (1976) “The arbitrage theory of capital asset pricing,” *Journal of Economic Theory*, Vol. 13, No. 3, pp. 341-360, December.
- Shanken, Jay (2015) “On the Estimation of Beta-Pricing Models,” *The Review of Financial Studies*, Vol. 5, No. 1, pp. 1-33, 05.
- 須田一幸・竹原均 (2003) 「フリーキャッシュフローモデルと残余利益モデルの比較」, 『筑波大学社会工学系データベース (2003 年度)』, 1-21 頁。
- 太田亘・宇野淳・竹原均 (2011) 『株式市場の流動性と投資家行動』, 中央経済社。