

卒業レポート

マルチ・ファクター・モデルとアクティブ運用

鈴木友紀乃、二宮志帆、山崎来未

2025年12月14日

1. はじめに

本レポートは、証券アナリスト2次試験の問題の一部を取り上げ、それらに対する解答をまとめたものである。

1-1. 問題文

X社は、企業のファンダメンタル・リサーチの成果を用いて、TOPIXに対する超過リターンを源泉にした日本株アクティブ運用を得意とする投信運用会社である。X社の主力商品である追加型投信「ファンド“あるふぁ”」（無分配型）は1999年末の設定時から約5年間は順調にTOPIXをアウトパフォームしてきたものの、2005年中ごろから今日（2008年12月末とする）にかけてはほとんどTOPIXに対する超過リターンが得られていない。（図表1、2参照）。

図表1 ファンド“あるふぁ”の実績リターン

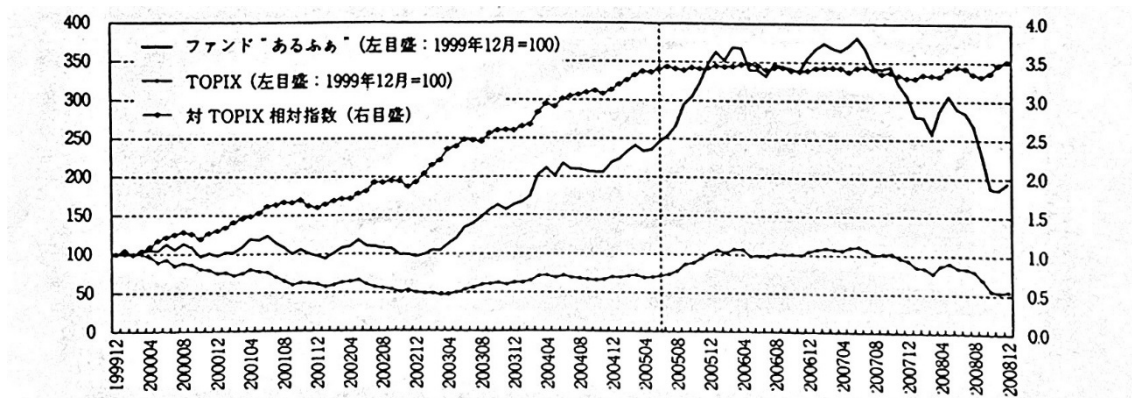
リターン	全期間:2000.1~2008.12		前半:2000.1~2005.6		後半:2005.7~2008.12	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
ファンド“あるふぁ”	9.33%	19.64%	18.08%	18.32%	-4.42%	21.15%
TOPIX	-5.01%	17.53%	-4.75%	15.33%	-5.42%	20.73%
対TOPIX超過	14.34%	8.19%	22.83%	9.26%	1.00%	3.75%

(注1) TOPIXのリターンは配当込み

(注2) 表中の数値は、月次リターンでの集計結果を年率換算したもの。

(出典) 証券アナリスト2次試験過去問題

図表 2 ファンド“あるふぁ”の基準価格と対 TOPIX 相対指数の推移



(注) 対 TOPIX 相対指数=各月末における、ファンド“あるふぁ”の基準価格÷TOPIX の値 (1999 年 12 月=1.0)

(出典) 証券アナリスト 2 次試験過去問題

1-2. 追加型投資信託とは

追加型投資信託は、購入したい時にいつでも購入でき、「オープン型」とも呼ばれ、原則として自由に申込や換金ができる。それに対して、単位型投資信託は、決められた募集期間の間のみ購入可能であり、投資信託の運用が始まると追加購入できない。

1-3. 図表の解説

図表 1 は、ファンド“あるふぁ”と TOPIX の月次リターンを年率換算した平均値および標準偏差を示している。標準偏差はリターンの変動の大きさ、すなわちリスクを表す指標である。図表 1 から、前半期においてファンド“あるふぁ”の対 TOPIX 超過の平均は 22.83%と大きく TOPIX を上回っており、アクティブ運用が一定の成果を上げていたことが確認できる。一方で、後半期においてはファンド“あるふぁ”の対 TOPIX 超過の平均は 1.00%と、TOPIX とほぼ同水準となっており、超過リターンはほとんど観察されない。また標準偏差に着目すると、後半期におけるファンドのリスクは 3.75%で、前半期 9.26%と比較して低下していることも分かる。

図表 2 は、ファンド“あるふぁ”の基準価格と TOPIX に対する相対指数の推移を示したものである。横軸は年数、縦軸の左目盛は 1999 年 12 月を 100 円としたファンド“あるふぁ”の基準価格、右目盛は対 TOPIX 相対指数を示す。図表 2 をみると、設定当初から 2005 年中頃にかけては相対指数が上昇基調にあり、ファンド“あるふぁ”は TOPIX に対して安定的に超過リターンを獲得していたことが確認できる。しかし、2005 年中頃以降は相対指数の上昇が止まり、その後 2008 年 12 月末にかけてはほぼ横ばいで

推移している。

以上より、2005年中頃以降の期間においては、ファンド“あるふあ”はTOPIXに対する明確な超過リターンを継続的に獲得できていなかったことが分かる。

2. 問1

2-1. 問題文

ファンダメンタル・リサーチに基づくアクティブ運用が有効であるためには、市場がほどほどに効率的であることが必要であるとの見方がある。なぜ、市場の効率性が(1)高すぎたり、(2)低すぎたり、した場合には有効でないと考えられるのか、その理由を述べなさい。

2-2. 解答

ファンダメンタル・リサーチに基づく日本株アクティブ運用の有効性について、市場効率性との関係から理論的に検討する。まず、ファンダメンタル・リサーチに基づくアクティブ運用とは、企業の財務状況や経済指標、政治的な要因を分析し、株式の本源価値と市場価格の乖離に着目して投資判断を行う運用手法である。主な指標として、PER、PBR、ROEなどが用いられる。この手法が有効に機能するためには、市場が「ほどほどに効率的」であることが必要であると考えられている。ファンダメンタル・リサーチに基づくアクティブ運用の有効性は、アクティブ・リターン R_A およびインフォメーション・レシオ IR を用いて理論的に説明することができる。 R_A は次式で求められる。

$$R_A = R_p - R_f \quad (1)$$

ここで、 R_p は運用ポートフォリオのリターン、 R_f はベンチマークのリターンを表す。また、アクティブ・リスクは R_A の分散で測定され、その標準偏差はトラッキング・エラー TE として、

$$TE = \sqrt{\text{Var}(R_A)} \quad (2)$$

で表される。 IR は、期待アクティブ・リターン $E(R_A)$ を TE で除したものであり、次式で定義される。

$$IR = E(R_A) / \sqrt{\text{Var}(R_A)} \quad (3)$$

効率的市場仮説が成立する世界では、すべての公開情報が株価に即時かつ完全に反映される。このため、株価にミスプライシングは存在せず、ファンダメンタル・リサーチを通じて超過収益機会を発見することはできない。その結果、 $E(R_A)$ は0となり、アクティブ運用によって得られる α もゼロとなる。このとき、(3)式によると IR は0となり、アクティブ運用の有効性は消滅する。さらに、実際の運用においては調査コストや取引コストが発生するため、リターンが市場平均に等しいにもかかわらずコスト負担のみが増加し、結果としてパッシブ運用に劣後することになる。

一方、市場効率性が低すぎる場合には、情報の信頼性や価格形成の合理性が損なわれ、 TE が過度に大きくなる可能性がある。この場合、たとえ $E(R_A)$ が正であったとしても、 TE の増大によって IR は必ずしも高まらず、安定的な α の獲得は困難となる。

以上より、ファンダメンタル・リサーチに基づくアクティブ運用が有効であるためには、市場が完全に効率的でも非効率的でもなく、ほどほどに効率的であることが必要である。

3. 問2

3-1. (1) 問題文

図表3にみられるリスク・リターン特性について、後半期の特徴を述べなさい。

図表3 TOPIXによる回帰分析の結果

	α 値	β 値	残差標準偏差	決定係数
全期間	1.20% (5.25)	1.02 (22.47)	2.37%	0.83
前半	1.92% (5.76)	1.03 (13.69)	2.69%	0.75
後半	0.08% (0.50)	1.00 (35.08)	1.1%	0.97

(注1) 被説明変数はファンド“あるふぁ”の安全資産に対する月次超過リターン、説明変数は配当込みのTOPIXリターンの安全資産に対する月次超過リターンである。

(注2) 表中の数値は月次データを用いての推定値であって、年率換算等を行っていない。

(注3) カッコ内は t 値。 t 値については補論1を参照。

(出典) 証券アナリスト2次試験過去問題

3-2. 解答

図表3は TOPIX をベンチマークとしたマーケットモデルを用いて、ファンド“あるふぁ”リスクとリターンの特徴を全期間（2000年1月～2008年12月）、前半期（2005年6月まで）、後半期（2005年7月以降）の期間別に分析したものである。 α は市場ファクター（TOPIX）とは無関係な超過リターンである。 β は TOPIX に対する感応度を表し、 $\beta=1$ であれば市場と同じ動きをし、 $\beta>1$ なら市場よりも変動が大きいと言える。残差標準偏差は市場ファクターでは説明できないファンド独自のリスクである。この値が低いほど市場と似た動きをしており、回帰分析において回帰直線からのデータの散らばり具合を表す指標である。決定係数については補論2を参照。ここでは、2005年7月以降の後半期に焦点を当て、リスク・リターン特性について考察する。

後半期における α は 0.08% と、前半期の 1.92% と比べて極めて小さい。また、 t 値は 0.5 なので帰無仮説 $\alpha=0$ が棄却できず統計的にも有意ではない。このことは、TOPIX の動きとは無関係に得られる超過リターンが観測されていないことを意味しており、アクティブ運用による成果がほぼ消失している状況を示している。また、 β は 1.00 であり、TOPIX とほぼ同程度の市場感応度を有していることが分かる。このとき t 値は 35.08 で、帰無仮説 $\beta=0$ を棄却でき、統計的にも有意だと言える。これは、ファンドの価格変動が TOPIX の動きとほぼ一致していることを示しており、市場連動的な運用、すなわちパッシブ運用に近い性格を帯びていることを意味する。さらに、残差標準偏差は 1.10% と前半期 2.69% に比べて大幅に低下している。この結果は、市場ファクターでは説明できないファンド固有のリスクが縮小していることを示している。加えて、決定係数は 0.97 と非常に高く、ファンドのリターンのほとんどが TOPIX のリターンで説明可能だといえる。

以上の分析結果から、後半期のファンド“あるふぁ”は、市場との連動性が非常に高まり、アクティブ運用としての特徴を失い、インデックス運用に近いポートフォリオ特性へと変化したと結論づけられる。

3-3. (2) 問題文

設定後の資金の流入により、ファンドの規模が大きくなりすぎた場合には、図表3にみられるようなポートフォリオの特性変化が起こりやすい傾向がある。そのような傾向が生じる理由を考察し、簡潔に述べなさい。

3-4. 解答

ファンドの規模が過度に拡大した場合、図表3にみられるようなポートフォリオの特性変化が生じやすい傾向がある。その主要因として、以下の3点があげられる。

第一に、流動性制約の増加である。ファンド規模が拡大すると、流動性の低い中小型株やニッチな銘柄に十分な金額を投じることが難しくなる。中小型株では大口取引が成立しにくく、売買に要する時間やコストも増大するためである。その結果、投資対象は大型株など流動性の高い銘柄に偏りやすくなり、ファンド全体の動きは TOPIX と類似する傾向が強まる。そのため、アクティブ運用によって得られる α の縮小が生じやすくなる。

第二に、分散投資の拡大による超過リターンの希釈化が起こる。規模が大きくなるほど、リスク管理の観点から多くの銘柄に資金を分散させる必要が生じ、特定の high リターン銘柄に集中投資することが困難になる。特に中小型株では、一銘柄あたりに投じることのできる金額に上限があるため、収益源として期待される銘柄の寄与度が相対的に低下する。これにより、ポートフォリオ全体としての α の希薄化が進む。

第三に、取引コストの上昇があげられる。大規模ファンドでは、取引規模自体が市場価格に影響を与えやすく、売買に伴う価格インパクトが大きく、その結果、取引コストが増加する。大量の買い注文は株価を押し上げ、反対に大量の売り注文は株価を押し下げため、意図しない高値掴みや安値売却が発生し、結果としてパフォーマンスを押し下げる要因となる。

以上のことから、ファンド規模が過度に大きくなると、流動性の制約、超過リターンの希釈化、取引コストの上昇といった要因によってアクティブ運用の自由度が低下し、ベンチマークとの差異が縮小する傾向がある。その結果、図表 3 に示されるようなポートフォリオ特性の変化として、 α の低下が生じやすくなる。

3-5. (3) 問題文

ファンド“あるふぁ”の運用資産額を調べたところ、(2) で考えた理由が影響するほどの規模ではなかった。そこで X 社に問い合わせたところ、意図的にそのようなポートフォリオ特性を持たせたとの回答であった。X 社が、ポートフォリオ特性変更を行った意図と背景を推測し、簡潔に述べなさい。

3-6. 解答

このポートフォリオ特性変更の背景として、以下の 3 点があげられる。

第一に、市場環境の変化への対応があげられる。2000 年代半ば以降、市場の効率性が高まり、ファンダメンタル分析に基づく銘柄選択によって α を獲得することが徐々に困難になった可能性がある。市場全体のボラティリティ低下や情報伝達速度の向上によって、アクティブ運用の優位性が低下した。このような市場構造の変化を踏まえ、X 社は積極的なアクティブ運用を抑制し、市場連動的な運用へシフトしたと推察される。

第二に、コストおよびリスク管理の観点からの方針転換がある。特に 2008 年の金融危機前夜にみられるような不透明な市場環境では、高い α を追求する運用は下落局面での損失リスクを高める可能性がある。そのため、ファンドの β を 1 前後に維持しながら安定性を重視する「守りの運用」へ転換したと考えられる。この方針によって、ベンチマークとの差異を抑制し、市場全体の変動に対して過度なリスクを負わない体制が整えられたと推測される。

第三に、顧客ニーズや評価基準の変化への対応があげられる。顧客のリスク許容度が低下していた可能性や、評価基準が TOPIX との乖離を小さく抑えることを重視する方向へ変化したことにより、安定的な運用成果が求められるようになった。その結果、X 社は市場平均に近いパフォーマンスを確保しつつ、大きな乖離を生じさせないポートフォリオ構築を選択した可能性が高い。

したがって、ファンド“あるふあ”にみられたポートフォリオ特性の変化は、運用規模の問題ではなく、X 社の戦略的判断によるものであり、市場環境の構造変化、リスク管理上の要請、顧客ニーズの変化を背景として、X 社は安定性を重視した運用方針へ意図的に移行したと推察される。

4. 問 3

4-1. 問題文

図表 4 はファーマ・フレンチの 3 ファクターモデルに準拠した手順で作成した市場ファクター、サイズ・ファクター (*SMB* ファクター; 小型株ポートフォリオのリターンから大型株ポートフォリオのリターンを差し引いたもの)、バリュー・ファクター (*HML* ファクター; 低 *PBR* 株ポートフォリオのリターンから高 *PBR* 株ポートフォリオのリターンを差し引いたもの) の 3 ファクターモデルを用いて、ファンド“あるふあ”のリスクとリターン特性の変化について調べた結果である。

図表 4 ファーマ・フレンチ型 3 ファクターモデルによる分析

	α 値	β 値(回帰係数)			残差 標準偏差	決定係数
		市場ファクター	<i>SMB</i> ファクター	<i>HML</i> ファクター		
全期間	0.68% (4.52)	1.11 (38.20)	0.48 (9.49)	0.42 (8.43)	1.47%	0.94
前半	0.93% (4.00)	1.04 (21.28)	0.54 (7.16)	0.41 (6.75)	1.68%	0.90
後半	0.21% (2.06)	1.11 (51.22)	0.33 (8.26)	0.27 (3.91)	0.62%	0.99

(注 1) 被説明変数はファンド“あるふあ”の安全資産に対する月次超過リターンである。

(注 2) 表中の数値は、月次リターンでの集計結果を年率換算したもの。

(注3) カッコ内は t 値。

(出典) 証券アナリスト 2 次試験過去問問題

4-2. 用語解説

ファーマ・フレンチの 3 ファクターモデルとは、市場要因に加えて企業規模と割安度という二つのスタイル要因を組み込むことで、従来の CAPM では説明不足であった株式リターンの特徴をより正確に説明しようとするモデルである。分析に用いる 3 ファクターモデルは次式で表される。

$$R_i - r_f = \alpha + \beta_{MKT}(R_m - r_f) + \beta_{SMB}SMB + \beta_{HML}HML + \varepsilon \quad (4)$$

ただし、 $R_i - r_f$ はファンド i の安全資産に対する超過リターン、 $(R_m - r_f)$ は市場ポートフォリオの超過リターン、 SMB は小型株と大型株のリターン差、 HML はバリュー株とグロース株のリターン差である。また α は市場ファクター、 SMB ファクター、 HML ファクターの 3 ファクターとは無関係な超過リターン、各 β はそれぞれのファクターに対する感応度を表す。3 ファクターモデルに基づく回帰分析を行うことでファンドがどのような投資スタイルを持ち、どのファクターに強く依存しているかを定量的に評価することができる。

4-3. (1) 問題文

図表 4 から推測される、全期間を通してみたときのファンド“あるふあ”の構成銘柄の特徴をサイズ特性およびバリュー特性の変化からあげなさい。

4-4. 解答

全期間の推計結果によると、対象ファンドは市場ファクター β が 1.11 と高く、市場変動に対する感応度が大きい。また SMB ファクターの β が 0.48、 HML ファクターの β が 0.42 といずれも正の値を示しており、小型株およびバリュー株に偏って運用されていたと判断できる。決定係数は 0.94 と高く、3 つのファクターがファンドのリターンの大部分を説明している。残差標準偏差は 1.47% と低く、個別銘柄選択に伴う固有リスクは限定的であった。

以上より、本ファンドは市場要因の影響を強く受けつつ、小型・バリュー寄りのスタイルを一貫して保持していたことが確認できる。

4-4. (2) 問題文

前半期から後半期へのスタイル特性の変化をあげなさい。

4-6. 解答

前半期では *SMB* ファクターの β が 0.54、*HML* ファクターの β が 0.41 と高く、小型株およびバリュー株への強い傾斜が見られる。また、残差標準偏差は 1.68% と大きく、個別銘柄選択に基づくリスクを積極的に取りにいくスタイルであったと推測される。後半期に入ると、*SMB* ファクターの β は 0.33、*HML* ファクターの β は 0.27 と感応度が弱まる一方、市場ファクターの β は 1.11 と高まり、市場全体との連動性が強まった。残差標準偏差は 0.62% に大幅に低下し、決定係数は 0.99 に上昇したことから、3 ファクターによってほぼすべてのリターン変動が説明可能となった。

これらの変化より、前半期のアクティブでスタイル主導の運用から、後半期にはベンチマークに近い運用へと移行したことが推察される。

4-7. (3) 問題文

(2) で確認した特性変化が図表 4 における α 値の低下と結びついている可能性がある。そのように考えられる理由をあげなさい。

4-8. 解答

前半期の α は 0.93% と高く、3 ファクターでは説明できない超過収益が存在していたと考えられる。しかし、後半期には α が 0.21% まで低下しており、3 ファクター以外の付加価値が大きく縮小している。 α 低下の主因は、小型株・バリュー株へのスタイル傾斜が後半期に弱まったことによりアクティブ度が低下した結果、銘柄選択リスクを抑える方向へ運用方針が変化したことで残差標準偏差が大幅に減少したことである。また、決定係数の上昇により、3 ファクターで説明できる割合が増えた結果、切片に残る「3 つのファクターでは説明できない超過リターン」が構造的に小さくなった点も α 低下に寄与している。

以上より、運用のアクティブ度を抑えるほど α は減少するという関係が示された。

5. 問4

5-1. 問題文

図表1～図表4から読み取れる情報をもとに、今後どのようにしたらファンド“あるふぁ”のTOPIXに対する超過リターンを向上させることができるかを考察し、簡潔に記述しなさい。

5-2. 解答

図表1から図表4の情報を総合すると、ファンド“あるふぁ”の超過リターンは前半期と比較して、後半期でその優位性が大きく低下していることが読み取れることから、以下3つの方策が有効であると考えられる。

第一に、投資スタイルの再強化である。前半期の高いパフォーマンスは、小型株および割安株への積極的な投資によって実現していた。この投資スタイルを適切に再導入し、流動性やリスク許容度を考慮しつつ一定の比率で小型株・割安株を組み入れることは、TOPIXとの差別化と α 創出力の向上につながると考えられる。

第二に、環境変化に対応できるアクティブ戦略の徹底があげられる。後半期においてスタイルが弱まった要因の1つとして、顧客ニーズの多様化や金融危機など市場環境の構造変化が考えられる。それに伴い、消極的な投資をせざるを得なかった可能性が高い。そのため、市場環境の変化に対して柔軟にアクティブ運用を実施できる運用体制を維持することが重要である。

第三に、新たなリターン源泉の探索が必要である。市場効率性が高まるなかでは、従来のバリュー要因やサイズ要因のみでは持続的な α の確保が難しくなる可能性がある。成長性、収益性、企業の非財務情報であるESG要素や無形資産など、多様な要因を組み込むことで、新たな超過リターンの源泉を開拓することが必要である。また、データ分析や量的手法を活用したリサーチの強化も有効である。代表的な投資手法の一つにESG投資があげられる。ESG投資とは、定量的な財務情報（損益計算書と貸借対照表）に加えて、環境（Environment）、社会（Social）、ガバナンス（Governance）の三要素を考慮して行う投資のことを指す。

したがって、ファンド“あるふぁ”が再び高い超過リターンを実現するためには、前半期に効果を発揮した投資スタイルの再評価に加え、運用体制の改善と新しい投資機会の積極的な探索が不可欠であると考えられる。

6. おわりに

本レポートでは、ファンド“あるふぁ”が前半期には高いアクティブ性と α を示していた一方で、後半期には市場連動的な運用へ移行し、 α が消失した理由を多角的に分析した。市場効率性の観点からは、完全効率市場ではアクティブ・リターンの期待値がゼ

ロとなり、非効率すぎる市場ではリスクが過度に増大するため、アクティブ運用が成功するためには中程度の効率性が必要であることが明らかとなった。また、マーケットモデルおよび3ファクターモデルの分析から、後半期におけるアクティブ性の低下は、投資スタイルの変化や個別銘柄リスクの縮小に起因していることが確認された。さらに、運用会社が意図的に市場連動型の運用へ移行した可能性も示唆された。今後ファンド“あるふぁ”が再び α を獲得するためには、小型株や割安株といった有効な投資スタイルの再活用、環境変化に対応できるアクティブ戦略の徹底、さらには新たなリターン源泉の探索が重要であると考えられる。以上の議論を通じて、アクティブ運用の有効性とその限界を総合的に示すことができた。

補論1. 平均値に対する t 値と t 検定について

補論1-1. t 検定の必要性について

t 検定は、母集団の平均値に関する仮説検定を行うための手法である。母集団の分散が既知である場合、標準正規分布を用いて平均値に関する検定を行うことができる。しかし、実務において母集団の分散が既知であることは極めて稀である。この場合、母分散の代わりに標本分散を用いる必要があり、標本分散には誤差が含まれるため、検定統計量は標準正規分布ではなく t 分布に従う。このような背景のもと、母集団の分散が未知である場合の平均に関する仮説検定には t 検定を用いるべきである。

補論1-2. 帰無仮説について

佐野（2022年）によると、帰無仮説とは、自分の立場から見て反駁したいと考えている相手方の主張を式に表わす仮説のことである。具体的に、母集団の本来の期待値が7%だと主張する人がいたとする。ところが読者としては、「7%は高すぎる。期待値はもっと低いに違いない」という悲観的な意見だとしよう。こういう場合には、自分としては否定したい「母集団の本来の期待値が7%だ」という相手の意見を、帰無仮説として議論を始めるものである。

補論1-3. t 値の定義について

t 値は

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \sim t(n-1) \quad (5)$$

と表わせる。ただし、 \bar{X} は標本平均、すなわち、無作為に抽出した標本のデータの合計をその個数で割ったもので、確率変数となる。 μ は母平均、すなわち母集団全体の平均とする。 s は不偏標準偏差、すなわち母集団の標準偏差を推定する際に標本データから計算される「標本標準偏差」の持つ偏りを補正したもので、確率変数となる。 n は標本数であり、(5) 式の t 値は、自由度 $n - 1$ の t 分布に従う。

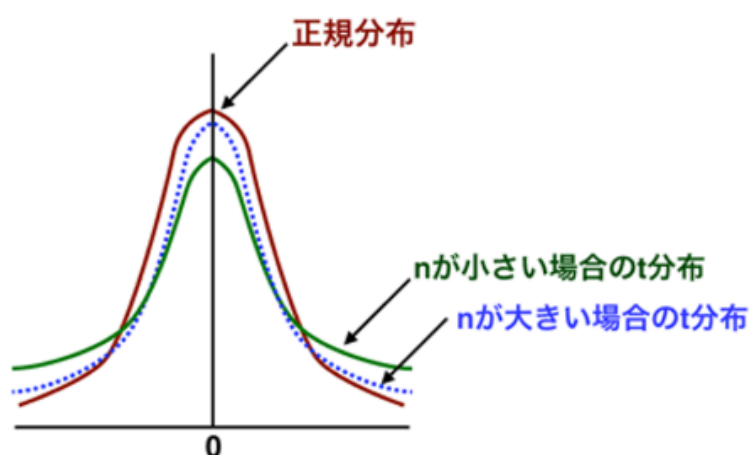
t 値がより大きいと標本平均が「偶然のばらつき」だけでは説明できないほど母平均から離れていると判断でき、母平均 μ が標本平均 \bar{X} と等しいという帰無仮説が棄却される。

補論 1 - 4. t 分布の特徴とは

図表 5 より、 t 分布は標準正規分布と比較して裾が厚く、極端な値を取りやすい特徴を持つ。これは標本分散を用いることにより誤差が大きくなるためである。したがって、自由度が小さい場合には標準正規分布よりも慎重な判断が求められる。

自由度が大きくなるにつれ、 t 分布は標準正規分布とほぼ同じ形状となる。一般に、自由度が 30 を超えると、実務上は標準正規分布とほぼ同等と扱っても大きな問題はないとされる。また、図表 5 の t 分布は、確率密度関数として定義され、各 t 値に対する出現の相対的な頻度を示す。特定の t 値の区間において、この確率密度関数を積分した値、すなわち曲線下の面積がその区間内に t 値が現れる確率を表す。

図表 5 標準正規分布と t 分布の違いの模式的図



(出典) 改訂増補版：統計検定を理解せずに使っている人のために II より

補論 1 - 5. なぜ t 値が 2 以上で有意と判断されるのか

一般的な目安として t 値 ≥ 2 で有意と言われることが多い。自由度が十分大きい場合、 t 分布は標準正規分布に近い。佐野 (2022 年) によると、 n が 300 の場合、両側 5% 有意水準の臨界値は約 ± 1.96 で、2 に近い。すなわち、両側検定の場合には、 t 値が 2 を超えると「偶然では説明しにくい差」と判断される。 t 値が 2 以上になるかどうかは帰無仮説が棄却できるか否かの大きな目安になる。

補論 1-6. まとめ

平均値の t 検定は母分散が未知の状況における平均値の仮説検定の基本手法であり、金融実務における統計的判断に不可欠である。 t 値が 2 以上で有意と判断されやすい理由は t 分布の臨界値と標準誤差の性質に基づくものである。

補論 2. 決定係数の定義と重回帰分析における特徴

補論 2-1. 決定係数の定義

決定係数は回帰モデルの説明力を評価する尺度であり、被説明変数の変動をどの程度モデルが説明しているかを明らかにするものである。

まず単回帰式、重回帰式を以下のように定義する。

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon \quad (6)$$

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \cdots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon \quad (7)$$

ただし、 x_i は説明変数、 y_i は被説明変数、 α は切片、各 β はそれぞれの回帰係数とする。回帰式(6)、(7)における決定係数を以下のように定義する。

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (8)$$

ただし、 R^2 は決定係数、 y_i は観測された被説明変数の値、 \bar{y} は被説明変数の平均、 \hat{y} は回帰式から推定された予測値を表す。第二項の分母は総変動と呼ばれ、被説明変数が平均からどれだけばらついているかを表す。分子は残差変動と呼ばれ、実際の値と予測値の誤差、回帰モデルでは説明できない部分、残差を表す。モデルで全ての変動を説明できている場合、残差変動が 0 になるため第二項が 0 になり、 R^2 は 1 になる。モデルで変動

を全く説明できない場合、総変動と残差変動が等しくなるため第二項が1になり、 R^2 は0になる。つまり R^2 は0から1の値を取り、1に近いほどモデルの説明力が高いといえる。

単回帰分析の場合、決定係数は説明変数と被説明変数の相関係数の二乗に一致し、

$$R^2 = \text{Corr}(x_i, y_i)^2 \quad (9)$$

と表せる。一方、重回帰分析では説明変数が複数存在するため、個別の単純相関を用いることはできず、被説明変数と回帰式から推定された予測値の相関係数の二乗と一致し、

$$R^2 = \text{Corr}(y_i, \hat{y}_i)^2 \quad (10)$$

と表せる。

補論 2 - 2. 重回帰分析における決定係数

重回帰分析では、説明変数を追加すれば必ず決定係数が大きくなるという性質があるため、見かけ上、説明力が向上したように見えても、モデルが本質的に改善されているとは限らない。この問題を補正するために使用されるのが自由度調整済み決定係数である。これは説明変数の数を考慮して決定係数を調整するものであり、次式で表される。

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-k-1)}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 / (n-1)} \quad (11)$$

ここで \bar{R}^2 は自由度調整済み決定係数、 n はデータ数、 k は説明変数の数である。自由度調整済み決定係数は不要な変数を追加した場合に低下することがあるため、重回帰分析においては決定係数よりも適切なモデル評価指標として広く用いられている。

補論 3. スタイル分析について

資産運用における投資スタイルとは、運用者の投資方針や哲学を一定の基準に基づいて体系化した概念である。個々の運用者の投資行動は厳密にはすべて異なるものの、機関投資家とのコミュニケーションやパフォーマンス評価を行うためには、共通の枠組みが必要となる。

まず、株式投資において広く用いられるスタイルの一つが、企業規模に基づく分類である。これは株式時価総額の大小に着目するものであり、一般に小型株は成長余地が大

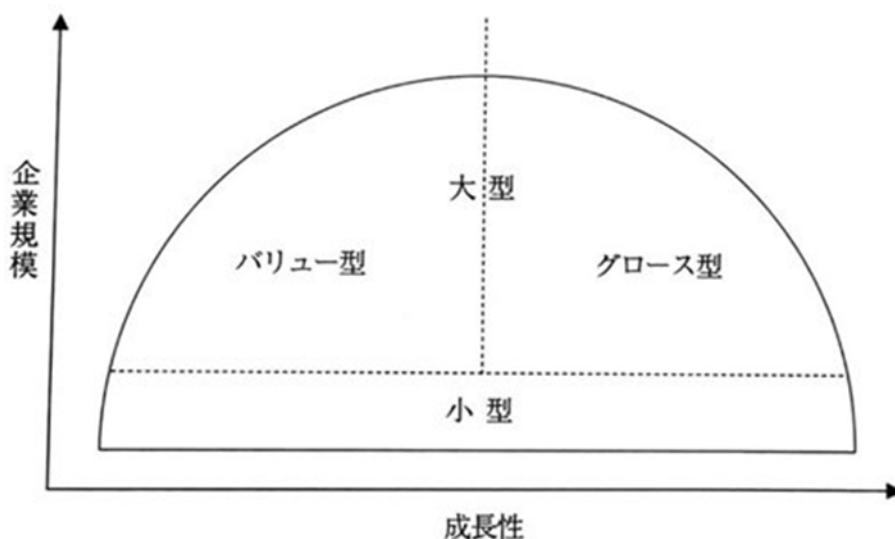
きい一方で流動性が低く、価格変動が大きいという特徴を持つ。これに対し、大型株は市場全体の動きと連動しやすく、安定的な値動きを示す傾向がある。

もう一つの代表的なスタイルが、バリュー型とグロース型の区分である。バリュー型投資とは、企業の利益や純資産などの基準に対して割安と判断される銘柄に投資する手法であり、PER や PBR が低い銘柄、あるいは配当利回りが高い銘柄が代表例である。一方、グロース型投資は企業収益の成長性に着目する手法であり、PER や PBR は比較的高いが、ROE が高いといった特徴を持つ銘柄が多い。

一般に、株式の投資スタイルは、企業規模（大型株・小型株）と成長性（バリュー型・グロース型）の2軸によって分類され、この関係を図示したものが図表6である。縦軸は企業規模を表し、上方ほど時価総額の大きい企業、下方ほど時価総額の小さい企業を示す。一方、横軸は成長性を表し、右方向ほど企業の将来成長期待が高いグロース型、左方向ほど企業価値が割安と判断されるバリュー型を示している。

これらのスタイル要因を体系的にモデル化したものが、Fama and French（1993）の3ファクターモデルである。同モデルは、現在でも投資スタイルの分析で標準的に使われている。CAPMが市場リスクのみをリスク要因としている点に対する批判から提唱されたものであり、市場ファクターに加えて、サイズ・ファクターおよびバリュー・ファクターを考慮する点に特徴がある。

図表6 投資スタイルの分類図



（出典）新・証券投資論 [II] ー実務篇ーより

参考文献

(1)佐野三郎,「改訂版 パーフェクト証券アナリスト第1次レベル」,株式会社ビジネス教育出版社,2022年.

- (2)佐野三郎,「2022 年版 パーフェクト証券アナリスト第 2 次レベル」,株式会社ビジネス教育出版社,2022 年.
- (3)伊藤敬介・萩島誠治・諏訪部貴嗣,「新・証券投資論 [II] ー実務篇ー」,日経 BP・日本経済新聞出版本部,2021 年.
- (4)池田郁男,“改訂増補版:統計検定を理解せずに使っている人のために II”,化学と生物,2019,https://katosei.jsbba.or.jp/view_html.php?aid=1196.
- (5)Gakken Group,“決定係数の定義と相関係数との関係”,高校数学の美しい物語,2025,<https://manabitimes.jp/math/1016>
- (6)French, Kenneth R. (1993),“Common risk factors in the returns on stocks and bonds”, *Journal of Financial Economics* 33,3-56.