

金融時系列データにおけるStylized Facts：包括的調査

金融市場における時系列データには、様々な市場や金融商品、時間帯にわたって共通して観察される統計的特性が存在します。これらは「stylized facts（定型化された事実）」と呼ばれ、金融計量経済学および実証金融研究の重要な基盤となっています。本報告では、金融時系列データにおける主要なstylized factsを包括的に調査し、資産クラス間の相違点や時間スケールによる特性の変化について詳細に分析します。

主要なStylized Facts

分布特性

金融資産のリターン分布に関する定型化された事実は、金融モデリングの基礎となる重要な特性です。

重い裾野（Heavy Tails）

金融リターンの非条件付き分布は、正規分布よりも極端な値が発生する確率が高い特徴を持ちます。多くの研究によれば、リターン分布の裾野はべき乗則（パレート分布）に従い、そのテイル指数は有限で2より大きく5未満であることが示されています^[1]。この特性は無限分散を持つ安定分布や正規分布を除外するものです。特に為替市場データの分析では、規制が強い固定相場制の時期ほど裾野が重くなる傾向が観察されています^[2]。Koedijk, Stork, and De Vries (1992)の研究によれば、固定相場制時代（1962-1971年）の為替レートのテイル指数は1.14～2.42であったのに対し、変動相場制時代（1973-1991年）では2.74～3.58に上昇しています^[2]。

利得/損失の非対称性（Gain/Loss Asymmetry）

株価や株価指数では、大きな下落（ドローダウン）が観察される一方で、同等の大きさの上昇は観察されにくいという非対称性があります^[1]。この特性は、投資家のリスク回避行動や市場のパニック状態における流動性の急激な低下によって説明されることがあります。

集計によるガウス性（Aggregational Gaussianity）

リターンを計算する時間スケールを大きくするにつれて、その分布は正規分布に近づく傾向があります^[1]。つまり、分布の形状は異なる時間スケールで同一ではなく、短期的には重い裾野を持つ分布が、長期的には中心極限定理の効果により正規分布に近づいていきます。

時系列特性

自己相関の欠如 (Absence of Autocorrelations)

資産リターンの線形自己相関は、非常に短い日中時間スケール（約20分以内）を除いて、一般的に有意ではありません^[1]。これは効率的市場仮説と整合的であり、価格変動の予測可能性が低いことを示唆しています。ただし、マイクロストラクチャー効果が作用する非常に短い時間スケールでは、自己相関が観察されることもあります。

ボラティリティクラスターリング (Volatility Clustering)

金融時系列データでは、大きな価格変動の後には大きな変動が、小さな変動の後には小さな変動が続く傾向があります^[1]。このボラティリティのクラスターリング現象は、様々な資産クラスで観察される重要な特性です。高頻度金融データの研究では、ボラティリティクラスターリングに対応するための新しい拡散モデルが開発されています^[3]。

レバレッジ効果 (Leverage Effect)

株式市場では、価格の下落がボラティリティの上昇を引き起こす傾向があります^[1]。これは「レバレッジ効果」と呼ばれ、企業の株価が下落すると相対的な負債比率（レバレッジ）が上昇し、リスクが高まるという経済的解釈がなされています。高頻度データの研究でも、このレバレッジ効果は重要な stylized fact として認識されています^[3]。

資産クラスによる Stylized Facts の違い

株式市場の Stylized Facts

株式市場データでは、ログリターンと取引量の間に正の相関があることが期待されるという stylized fact が存在します^[4]。また、株式市場特有の特性として、ボラティリティクラスターリングとレバレッジ効果が顕著に観察されます。特に、株価の大きな下落後にボラティリティが上昇する傾向が強く、この非対称性はオプション価格にも反映されています。

債券市場の Stylized Facts

債券市場では、長期債券と短期債券の利回りスプレッドが将来の債券超過リターンを正に予測するという確固たる定型化された事実があります^[5]。また、短期名目金利も債券のリスク（株式リターンとの共分散やボラティリティで測定）を正に予測することが示されています^[5]。Viceiraの研究によれば、債券のリスクと債券リターンのボラティリティは平均回帰的で持続性のあるプロセスに従い、債券のベータ値（リスク）は時間とともに変化し、負の値から正の値まで変動することがあります^[5]。このことは、名目債券が時には安全な投資である一方、他の時には資産や消費の総合的な指標と高い正の相関を示すリスクの高い投資になることを示しています。

為替市場のStylized Facts

為替市場のリターンに関する調査では、単位根、ファットテイル、ボラティリティクラスターが最も顕著な統計的規則性として報告されています^[2]。特に興味深いのは、為替レートの規制が強い時期ほど分布の裾野が重くなる傾向があることです。経済的直感としては、変動相場制では為替レートが調整の負担を担うため、商品価格や賃金の硬直性がある場合に為替レートが「オーバーシュート」する性質があると説明されています^[2]。しかし、一般的には自由変動に任せられる為替レートほど裾野は薄くなる傾向があります。

時間スケールによる特性の変化

高頻度データにおけるStylized Facts

ティックデータや1分足などの高頻度データでは、マイクロストラクチャー効果による自己相関が観察されることがあります^[1]。また、日中のボラティリティパターン（U字型）など、低頻度データでは観察されない特有の特性が存在します^[3]。Kim Donggyuらの研究では、日中U字型パターン、ボラティリティクラスターリング、レバレッジ効果などの高頻度データのstylized factsを説明するための新しいボラティリティ拡散プロセスが開発されています^[3]。

日次・週次データの特性

日次や週次など低頻度のデータでは、連続的な取引から生じるマイクロストラクチャー効果が平均化され、自己相関はほとんど観察されません^[1]。一方で、ボラティリティクラスターリングやレバレッジ効果などは依然として重要な特性として残ります。

スケール依存性

金融時系列データの特性は時間スケールによって異なり、リターンの分布は時間スケールが大きくなるにつれて正規分布に近づく「集計によるガウス性」が観察されます^[1]。これは、短期的には非正規性が強いものの、長期的には中心極限定理の効果により正規性が高まることを示しています。また、時間スケールの選択は、自己相関やボラティリティの持続性の検出にも大きな影響を与えます。

結論

金融時系列データにおけるstylized factsは、市場の複雑な動態を理解し、適切な金融モデルを構築するための重要な基盤となります。本調査から、重い裾野、ボラティリティクラスターリング、レバレッジ効果などの特性が様々な資産クラスで共通して観察される一方、資産クラス固有の特性や時間スケールによる違いも存在することが明らかになりました。

特に注目すべき点として、高頻度データと低頻度データでは観察される特性が異なること、規制の度合いによって分布特性が変化すること、そして時間スケールの拡大とともに分布が正規分布に近づく傾向があることが挙げられます。これらの知見は、金融リスク管理、資産価格モデリング、ポートフォリオ最適化など様々な金融実務に重要な示唆を与えるものです。

今後の研究課題としては、複数の資産クラスやグローバル市場を統合的に分析すること、マクロ経済要因とstylized factsの関連を探ること、そして極端な市場状況（金融危機など）におけるstylized factsの変化を検証することなどが挙げられます。

1. <http://rama.cont.perso.math.cnrs.fr/pdf/empirical.pdf>
2. <https://casperdevries.nl/wp-content/uploads/2021/08/Stylized-Facts-of-Nominal-Exchange-Rate-Returns.pdf>
3. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jtsa.12666>
4. <https://arxiv.org/pdf/2310.00753.pdf>
5. https://scholar.harvard.edu/files/lviceira/files/bond_risk_bond_return.pdf