

論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲 乙 第 号	氏 名	伊藤 幹夫
論文審査担当者	主 査	：新井拓児 (慶應義塾大学経済学部教授 博士(理学))	
	副 査	：須田伸一 (慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.)	
		：大津泰介 (Reader, Department of Economics, London School of Economics Ph.D.)	
	面接担当	：塩澤修平 (慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.)	
		：辻村和佑 (慶應義塾大学経済学部教授 博士(商学))	
(論文審査の要旨)			
<p>本論文の目的は、金融市場における効率市場仮説について、通時的にパラメータが変動する時変パラメータ回帰モデルをもとに市場の効率性を記述する指標を提示し、この指標の有用性をアメリカの株式市場（第2章）、G7諸国の国際株式市場（第3章）、明治から昭和初期日本の米穀先物市場において例証することにある。本論文の主たる貢献は二つある。一つはマクロ経済学およびファイナンスの実証分析における貢献であり、もう一つは時系列計量経済モデルの方法論における貢献である。</p> <p>まず一点目の実証分析における貢献について要約する。本論文の分析対象は、金融市場の効率性仮説すなわち市場における裁定機会の不在、数学的には(対数をとった)価格の時系列がマルチンゲールに従うという仮説である。市場の(非)効率性は経済学において根幹をなす概念であり、これまでに膨大な実証研究がなされている。しかし、それらの実証研究の大半は、分析道具として統計的仮説検定すなわち効率性仮説を棄却するか否かという二値的な決定の枠組みを採用している。それに対して本論文では、効率性の正否を二値的に分析するのではなく、どの時期においてどの程度効率市場に近いかを測る効率性の指標を提示する方がより多くの情報をもたらすのではないかと、という視点を導入している。著者が採用するこの視点は、Lo (2004, 2005)のような先行研究があるものの、効率性の実証研究の文脈において大きく見過ごされてきたものである。その理由の一つとして、仮説検定に基づく分析は統計的意思決定論の枠組みにおいて簡明に定義され受け入れられている考えであるのに対して、著者の視点は記述統計の要素が強く、意思決定論の枠組みにおいて定式化することが容易でないことが考えられる。しかしこれは著者のアプローチへの批判ではなく、むしろ今後の発展が望まれる点であり、伝統的な仮説検定が大半を占める現状において、著者の記述的アプローチは示唆に富んだ補完的な分析道具として評価することができる。</p> <p>このような問題意識のもとに、著者は時変パラメータを持つ(ベクトル)自己回帰モデルを考え、そのパラメータ推定値から通常の自己回帰モデルの長期乗数を模する形で市場の</p>			

(非)効率性の指標を定義している。この効率性の指標は時変パラメータの推定値に依存して各時点において変動し、指標がゼロに近いほど効率市場に近いと解釈することができるため、どの時点においてどの程度効率市場に近いかを記述する道具として有用である。時変パラメータ回帰モデルそのものについては統計学の分野で古くから研究がなされているが、著者が導入した分析方法是新しいものであり、通時的に変動する(非)効率性を測るという目的に沿って自然な形で導入されている。しかし、このような著者の新しい分析方法に対して現状では満足な統計理論が用意されていない。例えば、著者の提示した効率性の指標について、どのような統計分布もしくは統計的特性を持つのかは現状では明らかではない。しかし、このような点は本論文への批判というよりはむしろ本論文の視点の新しさによるものであり、今後のさらなる研究が望まれる点である。

つぎに二点目の計量分析の方法論における貢献について要約する。著者が効率性の指標を定義するために用いた時変パラメータ回帰モデルについては、統計学とりわけ時系列分析の分野において古くから研究がなされてきた。とりわけこのモデルは、いわゆる状態空間モデルとして定式化され、カルマン・フィルタなどの逐次推定法に基づいた分析がなされてきた。この時変モデルを含む状態空間モデルの推定の文脈における著者の貢献は、新しくかつ実用的な推定の枠組みと実行方法を提示したことにある。カルマン・フィルタなどの従来の推定方法においては、状態空間モデルから各時点における条件付き期待値の逐次的なアップデートの公式を導出し、それを用いて逐次的な最小二乗推定を繰り返すことで時変パラメータの推定を行っていた。このアプローチは概念上は明快であるが、各時点での繰り返し推定を必要とするため、計算やアルゴリズムの表記が(著者の方法に比べて)煩雑になりやすい。これに対し、著者は新しい逐次推定を必要としない時変パラメータ回帰モデルの推定方法を提示した。その基本的な発想とは、状態空間モデルに現れる全ての方程式(観測方程式および状態方程式)をベクトルとして並べ、それを大規模疎行列を説明変数行列として持つ拡張された回帰モデルとして解釈し、その拡張モデルを最小二乗法で推定する、というものである。カルマン・フィルタが盛んに研究された1960-80年代にはコンピュータの処理能力から、著者のような推定の発想はなかったと考えられるが、著者はカルマン・フィルタの定義に立ち返り、大規模行列による簡明な表記に着目し、これを用いた推定が現在のコンピュータでは容易に実行できることを示した。状態空間モデルに対する、著者のような非逐次的な解釈と推定は新しいものであり、時変パラメータ回帰モデルにとどまらず、今後様々な状態空間モデルへの拡張が期待される。

以上二点が金融市場の効率性の分析手法およびそれにまつわる方法論に対する本論文の主要な貢献である。以下では各章の内容を要約し具体的なコメントを加える。

第1章では、効率市場仮説についてのこれまでの実証研究が概観され、著者の問題意識、すなわち従来の研究で大半を占めてきた効率市場仮説が成立するか否かという二元論に対し、効率性が変動するという視点のもとに効率性指標の作成が必要であるという問題意識が明確にされる。これは第一点の貢献に関する点であり、この視点からの研究は少ないものの、もしくは少ない故に既存の分析方法の補完手法となると評価できる。

第2章では、時変パラメータを持つ自己回帰モデルが提示され、モデルの新しい非逐次的な推定方法が示される（上記二点目の貢献）。さらに、その推定値にもとづく市場の効率性の指標の提示と、効率市場に十分に近いか否かのベンチマークとしてシミュレーションによる臨界点の計算方法が示される。この臨界点の統計的意味付けはなされていないが、記述統計の解釈を助ける道具としては有用である。本章では、提示した手法を用いて100年以上にわたる米国の株価変動を分析している。とりわけ、著者の効率性の指標が3、40年周期の循環を示し、長期停滞期、ニューディール期、1957-58年の景気後退期における明確な効率市場からの乖離が示される。このような、（記述統計であるがゆえの主観性は避けられないにせよ）どの時期にどの程度効率市場から乖離するか、どのようなパターンで(非)効率性が変動するかという議論が可能になるという点が、上記二点の貢献がもたらす実証分析への有益な補完であると評価できる。

第3章では、第2章で提示した一変量の時変パラメータ自己回帰モデルに基づく分析が、多変量のベクトル自己回帰モデルに拡張される。多変量モデルにおいては、時変パラメータ行列からえられる長期乗数行列についてのノルムを用いて効率性の指標が定義される。モデルの推定においても、著者の提示した非逐次的な状態空間モデルの推定方法が拡張される。提示された手法はG7諸国の国際株式市場の効率性および連関性の分析に応用され、効率性だけでなく連関性も時間を通じて変化し、その大きな変動の時期は国際金融市場の大きなイベントに適合していることが示される。

第4章では、第2章の自己回帰モデルが外生変数を含みうるような形式に拡張され、同様に著者の非逐次的推定法も拡張される。このモデルは1880年代から1930年代の東京、大阪の米穀先物市場の分析に応用され、先物プレミアムが現物収益率の予測量としてどれだけ完全であるかを調べることで効率性が分析されている。効率性の指標の変動から、明治以降の鉄道網と港湾の発展による流通の変化、朝鮮および台湾総督府による作付け政策の影響などが示される。第5章は結語である。

審査の過程においては、上述したように著者の分析手法が既存の推測統計の理論の枠組みで分

論文審査の要旨

No.4

析されていないことから来るいくつかの概念の不明瞭さが議論された（本論文の識別の定義，統計的意思決定論としての位置づけ，分析において定常性が果たす役割など）．これらの点は，全て別の論文になりうる大きな問題であり，論文への批判というよりはむしろ今後の課題とみなされる．

以上の点をふまえ，審査委員会は本学位請求論文が論文博士（乙号）にふさわしいものと判断する．