

## ベトナム証券市場の非線形時系列分析

儲, 梅芬  
九州大学大学院経済学研究院 : 講師

<https://doi.org/10.15017/1657147>

---

出版情報 : 経済學研究. 82 (5/6), pp.1-11, 2016-03-31. 九州大学経済学会  
バージョン :  
権利関係 :



# ベトナム証券市場の非線形時系列分析

儲 梅 芬

## はじめに

非線形時系列分析、例えば、フラクタル分析、カオス行動分析、不均衡分散共分散構造分析などがすでに数多く研究されている。フラクタルは相似性という自然界に存在する非線形現象であり、フラクタル性は、物理や医学や経済学などの多くの分野において幅広く分析・応用されている一つの重要な統計性質である。本論文は、ハースト指数を用いてベトナムの非線形特徴を確認し、時系列のランダム性と持続性を確認し、市場の効率性を分析する。さらに、市場のパフォーマンスを考察し、市場の効率性を確認する。本論文の特徴は、非線形性分析を行う前に、ARCH モデルのフィッティングおよび統計検定を行い、ベトナム証券市場の時系列の非線形性を検出した点にある。

## キーワード

非線形時系列分析、フラクタル、ARCH モデル、ハースト指数、市場効率性

## 第1節 イントロダクション

近年、証券市場の実証研究において非線形モデル分析が注目されている。多くの研究者が、証券市場は線形より非線形の性質を持つことを観測している (Kantz et al., 1997)。Engle, 1982によると、金融時系列は ARCH モデルによく当てはまる。本論文は、証券市場における時系列の非線形性の存在の有無を、ARCH モデルのフィッティングにより示す。時系列が非線形モデルにうまく当てはまる場合、非線形性の存在が検出できるとみなす。非線形性を確定した後、ハースト指数分析法を用いて時系列の特徴を抽出し、市場が効率的であるか否かを判定する。

フラクタルは自己相似であり、すなわち、異なる角度での対称性を持つ。フラクタル現象は、物理や化学等の科学分野だけではなく、経済学の分野などにも、至る所に存在している。たとえば、所得分布、外国為替レートの変動、株価指数などもフラクタル性を持つことが確認されている。これらの現象は通常の数理方法では表現しにくいが、フラクタルでうまく説明できている。Benoit B. Mandelbrot が1970年代に初めて自己相似という非線形理論を発見し、これをフラクタル理論と名付けた。近年、このフラクタル理論は、すでに経済学やコンピュータ科学などにおいて一つの先端研究分野となっており、証券市場の分析にもよく応用されている。本研究は、ハースト指数を計算し、フラクタル次元

を求めるこことによって、ベトナム証券市場の特徴を検出する。

ベトナム証券市場は1980年代後半にはすでに形成されはじめ、近年、ベトナムの経済の発展とともに急成長している。2000年にはホーチミン証券市場が誕生し、5年後にハノイ証券市場が創設された。ハノイ証券市場の設立後、ベトナム証券市場は著しく成長し、新興国の中においてますます注目されている。2012年末には、ベトナム証券市場の時価総額は32.9億米ドルに達し、2005年のおよそ17倍となった。本論文は、非線形分析法によりベトナム証券市場の効率性を分析する。さらに、市場のパフォーマンスを考察し、証券市場の効率性を確認する。

本論文では、モデルフィッティングおよびハースト指数分析法を用いて証券市場の非線形時系列分析を行う。市場の効率性を検証するため、時系列のランダム性または持続性の分析が必要である。本論文では、多くの研究者に注目されているベトナム証券市場にハースト指数分析法を用いた上で、非線形理論が応用されている。

本論文は、次のように構成される。第2節においてARCHモデルフィッティングを用いて非線形性を検出し、第3節ではハースト指数分析理論を紹介する。第4節においてはベトナム証券市場の設立の背景を述べ、第5節はデータの説明、第6節は実証分析を行い、さらに、第7節は、実証分析の結果および結論をまとめた。最後に、将来研究について、第8節に述べる。

## 第2節 非線形理論

イントロダクションで述べたように、金融データの実証分析においては、非線形分析がすでに注目を集めている。本論文では非線形時系列が導入され、この理論がベトナム証券市場に応用される。非線形時系列分析を行う前には、時系列の非線形性の検定が必要となる。今まで、さまざまな統計手法による時系列の非線形性が分析されている。サロゲートデータ法は時系列の検出力が強いが、精度の高さを理由としてモンテカルロ法が特にTheiler, J. らに推薦されている。検定を行うために、まず、大量なサロゲートデータの作成が必要である。次に、すべてのサロゲートデータに対して統計量を計算する。最後に、計算された統計量の分布をサロゲート法で生成した分布と比較し、検定を行う。この手法はHolger Kantz およびThomas Schreiber によって提案されていた(Kantz et al., 1997, Taylor, 1986, Theiler et al., 1992)。

しかし、この手法では計算が煩雑であり、また、本研究の主な目的は非線形時系列分析法を用いた証券市場の特徴の抽出であるため、本論文は、モデルフィッティングのような簡単な手法を応用する。金融データにはこれまで数多く非線形モデルが応用されているが、本論文では、金融時系列分析で頻繁に利用されているARCHモデルを用いる。

### 2.1 非線形モデル：ARCHモデル

本論文ではARCHモデルを用いて、ベトナム証券市場データに対してモデルフィッティングをし、非線形性の確認を行う。そしてARCHモデルを適用し、非線形検定の有意性を確認する。非線形検定

が有意である場合、時系列が非線形で表現される。非線形性が確認された後、ハースト指数分析を行うことができる。ARCH モデルは次の式で表される。

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \cdots + \beta_j X_j + \cdots + \beta_r X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$E(\varepsilon_t | \Psi_{t-1}) = 0$$

$$Var(\varepsilon_t | \Psi_{t-1}) = h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2$$

$$\Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

## 2. 2 ARCH 検定のステップ

ARCH 検定は以下の 3 つのステップによって行う。

- まず、上記の式に対して任意の線形回帰を行う。
- 次に、残差を二乗し、ラグ  $q$  まで回帰を行い、ARCH テストを行う。
- 最後に、回帰において検定統計量を  $TR2$  と定義する。この統計量は  $\chi^2(q)$  に従う。

すべての係数が線形ではなく非線形モデルで有意である場合、この時系列は非線形プロセスに従うと確認できる。

非線形性と言えば、時系列の一つの特徴的な性質であるカオスがよく思い起こされるが、他の非線形性、たとえば、フラクタル－自己相似性も存在している。本論文は、ハースト指数分析法を用いて、証券市場の時系列の特徴を判別する。

## 第3節 R/S 比およびハースト指数分析

ハースト (Harold Edwin Hurst) はイギリスの物理学者・地質学者であり、彼は長い年月に渡って、ナイル川を観測し、ナイル川の水位変動に長期従属性であるデータを記録した。大量の観測に基づき、彼は新しい長期依存性の測定法-R/S 手法を提案した。ハースト指数法は彼の名前に因んで命名され、金融および他の分野で多く応用されている。

## 3. 1 ハースト指数理論

ハースト指数理論は時系列の持続性があるかどうかを判定できる理論であり、R/S 法によってハースト指数を計算できる。時系列  $X = X_1, X_2, \dots, X_n$  を考え、 $R_t$  は range 時系列とし、 $S_t$  は標準偏差時系列とする。次の式によって、 $(R/S)_t$  が計算される。

$$(R/S)_t = R_t / S_t, \quad t=1, 2, \dots, n$$

$(R/S)_t$  は時間の増加とともにパワーが低下するスケールと表され、式  $(R/S)_t = c * t^H$  で計算される。ここでは、 $c$  は定数であり、 $H$  はハースト指数と呼ぶ。ハースト指数を推定するため、 $(R/S)$  の対数をプロットする必要がある。プロットした傾きはハースト指数となる。

$H = 0.5$  のとき、時系列はランダムウォークに従い、すなわち、時系列は独立プロセスに従い、過去

のデータに影響されない。 $H > 0.5$ のとき、時系列は持続性を持ち、過去の情報に対して長期記憶を保存すると意味している。持続性を持つ市場は、一定期間において正あるいは負の変化は将来の数期間においては同じ動きが継続される可能性が高い。 $H < 0.5$ の場合、時系列は反持続性を持ち、過去の期間において高（低）い値があった場合、将来に低（高）い値が現れる可能性が高い。反持続性を持つ場合、市場が政府に強くコントロールされることが考えられる。ハースト指数が0.5に近ければ近いほど、時系列のランダム性が説明でき、市場が効率的であると判断できる。逆に、ハースト指数が0.5から遠ければ遠いほど、市場が非効率的であると判断される。次の段落では、ハースト指数分析を応用し、市場の持続性があるか否かという重要な性質を確認する。

#### 第4節 ベトナム証券市場形成の背景

ベトナムは過去長期間にわたり複数の戦争を経験し、経済が大きなダメージを受けた。建国後に形成された社会主義の経済体制は非効率であり、国内生産の不足、商品市場の未成熟、海外債務への高い依存度、不十分インフラな整備などの問題が深刻となり、経済の低迷が長期化していた。ベトナムは、世界中、アジアの中でも、最も貧しい国の一いつとなつた。このような状況を受け、1986年12月15日にベトナム第6回共産党大会が開催され、政府は「ドイモイ（刷新）」という新しい経済改革政策を打ち出した。この政策の主な内容としては、現制度を見直し、ベトナム経済を抜本的に改革するというものであり、即ち、従来の社会主義計画経済から社会主義型市場経済に転換が図られた。5年後の1991年6月24日には、ベトナム第7回共産党大会が開催されて「ドイモイ」政策が再確認され、経済刷新路線が確定された。翌92年には憲法が改正され、正式に法制化された。

ベトナムの隣国である中国は1980年代後半、「社会主義市場経済を建設する」ための政策が打ち出され、90年代以降、中国の経済は著しく発展してきた。同じ社会主義路線を実施してきたベトナムが打ち出した「ドイモイ」も、中国の「社会主義市場経済」と酷似した政策である。即ち、国営企業に依存する従来型の経済システムを見直し、個人企業や私有企業の設立を認め、さらに国有企業民営化を推進するものである。企業融資においては、従来の政府から直接融資から民間銀行からの調達への変換が目指された。そのため、民間銀行の再編を図ってきた。しかしながら、「ドイモイ」政策が採択された後も、社会から多大な抵抗があったため、実施には困難を伴った。ようやく90年代に入ってからこの政策が本格化し、政府は国営企業への補助金の削減・廃止措置をとった。ベトナムの会社法は90年4月に発表され、私有企業の設立が正式に認められた。同時に、国有企業の改革も推進され、一部モデル企業の株式会社への編成により、ベトナムにおいて、初めて国有企業の株式化が実施されることになった。

このような状況のなか、ベトナム証券市場の創設が課題となった。政府は1990年11月のベトナム共産党中央委員会第10回総会で、株式市場の設立に向けて前進すると明言した。92年に、ベトナムのホーチミン市長が国会に証券取引市場の設立を提案した。その後、中央銀行を中心に具体的な証券取引市場の設立プランが考案されたが、当時、資本主義の象徴とも言える証券市場の設立への抵抗や財務省

と中央銀行の対立などがあったため、ベトナム証券市場の創設は困難に陥った。

しかしながら、政府は証券市場の創設をさらに推進し、1995年6月、ベトナム首相が証券市場準備委員会の発足を決定した。この準備委員会は首相の直属機関とされ、財務省、中央銀行、法務省、国家計画委員会などの幹部がメンバーとなっている。97年8月には国家証券委員会（SSC）が設置され、証券市場の整備が着々と進められていった。98年7月には首相決定が公布され、ハノイとホーチミンに証券取引センターの開設が正式に決定した。

一方、「ドイモイ」政策が実施されて以来、ベトナム経済は急成長を遂げた。大規模な海外直接投資がベトナムへ流入し、国際貿易が急激に拡大した。1990年代後半、ベトナムのGDPは毎年6%以上の成長率を維持した。ベトナムの経済が発展していくなかで国営企業の民営化がさらに推進され、金融機関の融資ではない、企業による株式の発行による融資が大量に行われていた。これらの株式は、機関投資家のみではなく、個人投資家の間でも活発に流通されていた。株式売買ニーズが急激に増加したが、当時は証券市場がまだ形成されていなかったため、一部の銀行も株式売買業務を行うようになり、店頭市場が形成された。

以上のように、ベトナム政府が証券市場の創設の推進および法的整備を行ったため株式売買のニーズが急増し、ベトナムの証券市場の形成が必要となった。2000年にベトナムの最初の証券市場であるホーチミン証券市場が誕生し、また、5年後の2005年にはハノイ証券市場が成立した。

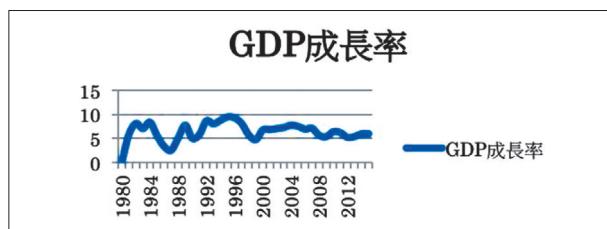


図1 ベトナムGDP成長率の時系列プロット

(出所) 世界銀行データベース

## 第5節 データ

本論文では、ベトナム証券市場を代表するホーチミン証券市場のデータを用いて分析を行う。次節では、実証分析および市場のパフォーマンスを考察する。株価指数を考察する際、ホーチミン証券市場の全体図を把握するため、設立当時の2000年から最近までのデータを用いる。しかし、ホーチミン証券市場は、創設後約5年間、ほぼ活気がみられない。ホーチミン証券市場とハノイ証券市場の創設時期は異なり、5年の差があるが、ベトナム証券市場全体は2005年にハノイ証券市場が設立した後に活発となった。従って、本論文では、モデルフィッティングおよびハースト指数分析を行う上で、2005年以降のデータを用いる。ホーチミン証券市場インデックスの2005年4月6日から2014年12月10日までの日時終値データ2418個を用いる。データは世界銀行のデータベースから抽出したデータである。

ハースト指数はこの期間のデータを利用して計算される。

## 第6節 実証分析

### 6.1 株価指数

本論文では、最も利用されているベトナムホーチミン証券市場インデックス-VN Index を代表指数として考察を行う。VN Index はベトナム VN 指数（ベトナム株価指数）を指し、ホーチミン証券取引所上場の全銘柄からなる時価総額加重平均指数である。2000年 7月 28日を基準日とし、その日の時価総額を100として算出される。ホーチミン証券取引所は、2002年 3月 1日より日次取引が開始された

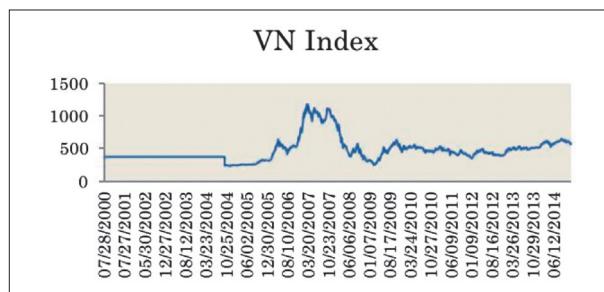


図2 VN Index 時系列プロット

(出所) 世界銀行データベースより作成

図2はVN Indexの2000年から2012年までの時系列プロットである。図のように、ベトナム市場全体としては、2000年から2005年初めまで、株価はほぼ変動していない状態だったが、2006年から2007年にかけて、株価が急上昇した。しかし、2007年の第3四半期以降の約2年の間、低迷期に突入し、2009年下期に底を打ちその後は少し回復に転じたが、好調期であった2007年の水準までには回復しなかった。2009年から2014年の5年間は、小幅な変動がみられるが、ほぼ低調な状態である。具体的には、VN Indexは2007年3月9日に1155.68まで上昇し、史上最高値を更新した。2007年3月から10月までの7ヶ月間、VN Indexの変動が見られたが、10月25日には1095.53であり、高い水準を保っていた。しかし、その後株価が急落し、わずか2ヶ月で300ポイント以上の株安となり、2008年1月24日、VN Indexは764.13まで下落した。株価指数は2007年10月から2009年2月までの約1年半の間下落し続け、2009年2月24日に235.50となり、史上最安値を更新した。その後若干上昇したが、市場全体は低迷期に入り、今もなお回復していない。

ベトナム市場において、2006年から2007年下期にかけてVN Indexが急騰していた原因は以下のように考えられる。ベトナムのWTO加盟が決定したことでベトナムの好景気が期待されていたため、海外から関心が高まり、大量な資金が急激に流入していた。従って、株価は経済実態から乖離して高騰した。図3によると、ベトナム市場のPERは2007年に非常に高く43.75倍となっており、市場が過熱したと判断できる。2006年と2007年は、ベトナム証券市場のバブル期とみられている。

しかしながらベトナム市場は、2008年に入ると株価が暴落し、2009年に史上最安値を更新した。この期間においては、ベトナムのデフレ政策およびアメリカ金融危機の影響で、市場が低迷期に陥ったと考えられる。2008年に入るとインフレを抑制するための金融引き締め政策が実施された。当時、ベトナムの貿易赤字に対する懸念やドル安による投資家の売り越しがあり、VN Index は暴落した。2008年9月にアメリカで発生したリーマン・ショック以降、グローバル金融危機のなかで VN Index は一層低迷した。この理由として、2009年末から2012年初めの間、ベトナムが CPI の急上昇を抑制するため金利を引き上げる政策を探ったことが考えられる。

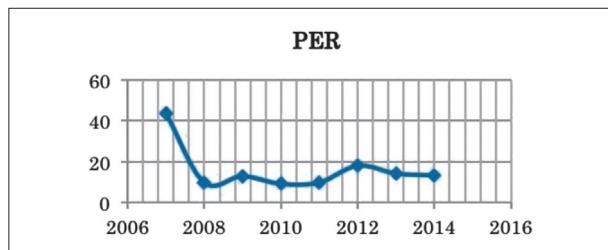


図3 ベトナム市場 PER

(出所) 各種データより作成

表1は、2005年4月から2014年12月まで9年間の VN Index のリターンの基本統計量である。表より、VN Index 時系列は正のリターン（0.0005）を持ち、標準偏差は非常に小さく 0.0162 であることが明らかになっている。しかし、多くのデータポイントはほぼ平均に近く、負の歪度はデータの分布は非対称であり、尖度は1.051と正の値であるため、時系列は幅細分布と考えられる。また、多くのデータはほぼ平均に近く、歪度は -0.015 であるので、データが非対称であり負の値を取る傾向がある。これらの結果から、2005年から2012年の間における VN Index によると、投資者は極めて高い確率で利益を得ていることがわかる。

表1 基本統計量

Standard Statistics	Value
median	0.000457171
max	0.080481622
min	-0.05875
average	0.000471915
Standarad Deviation	0.016235674
skew	-0.014509152
kurtosis	1.051307972

(出所) 世界銀行データベースより作成

## 6.2 モデルフィッティング

表2はP値がほぼゼロとなっており、フィッティングの推定は有意であることが分かる。その結果、非線形性の仮説が採択された。従って、ベトナム証券市場は非線形プロセスに従うことが検定でき、次の非線形理論の応用も可能になった。

表2 ARCH 検定結果

Dependent Variable: Y				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 02/26/15 Time: 12:03				
Sample (adjusted): 2 2416				
Included observations: 2415 after adjustments				
Convergence achieved after 11 iterations				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	Z-Statistic	Prob.
C	0.000205	0.000202	1.015589	0.3098
Y(-1)	0.20485	0.01969	10.40388	0
Variance Equation				
C	4.54E-06	7.71E-07	5.886554	0
RESID(-1)^2	0.188883	0.017683	10.68132	0
GARCH(-1)	0.805376	0.015876	50.72865	0

## 6.3 ハースト指数分析

R/S分析法は有効な推定方法の一つである。累積偏差は累積リターンに相関しているからである。図4はこの期間の相関ハースト指数を表している。この期間では、ハースト指数は0.193と推定している。第3節でも説明したように、ハースト指数は時系列の持続性があるか否かについて判断する有力な指標である。もしハースト指数が0.5より大きい場合、時系列は持続性の傾向があると判断でき、もし0.5より小さい場合、時系列が反持続性の傾向があると判断できる。もしハースト指数が0.5である場合、時系列はランダムであると判断でき、市場の効率性が高いと考えられる。この検定結果によると、1995年4月から2014年12月までの間、ホーチミン市場の時系列は非ランダム性を示しており、反持続性の傾向を持つと判断できる。市場の株価の動きは過去の動きと逆方向に進むと予測でき、過去の株価が高かった場合、今後の株価が低下する可能性が高いと考えられる。また、ハースト指数は0.5からかなり離れているため、この期間のベトナム市場は非効率的であることが検証されている。

ベトナム証券市場の非効率性の原因としては、政府が強く関与したことが考えられる。

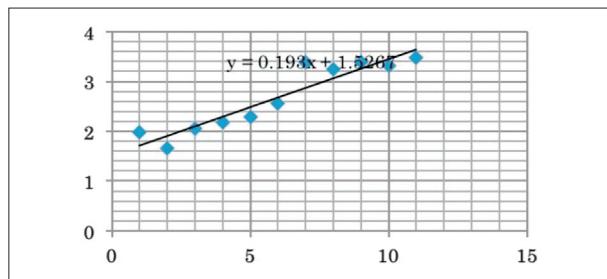


図4 ハースト指数分析結果

#### 6.4 市場のパフォーマンス

証券市場のパフォーマンスは国の成長を評価する一つの重要な要素と考えられる。次の段落では、市場の時価総額および一部新興国マーケットにおけるマーケットシェアの分析により、ベトナム証券市場の現状を述べる。

表3は2012年の世界における主要証券市場の時価総額のリストである。2012年に、NYSE マーケットは時価総額が約18兆米ドルに達しており、言うまでもなく世界市場をリードしている。同年、ベトナムの国内時価総額は約3.2兆米ドルである。世界の主要証券市場の中でもベトナム市場は極めて小規模であり、新興市場の中でも勢いが見られない。

表3 主要市場の時価総額

Market	Market Capitalization (\$ millions)				Market Capitalization (% of GDP)			
	2005		2012		2005		2012	
	Value	Weight	Value	Weight	Value	Weight	Value	Weight
Australia	804,074	0.02585	1,286,438	0.03382	115.9	0.07122	83.9	0.05348
China	780,763	0.02510	3,697,376	0.09721	34.6	0.02126	44.9	0.02862
Hong Kong	693,486	0.02229	1,108,127	0.02913	381.9	0.23468	421.9	0.26893
France	1,758,721	0.05653	1,823,339	0.04794	82.3	0.05057	69.8	0.04449
Germany	1,221,250	0.03926	1,486,315	0.03908	44.1	0.02710	43.4	0.02766
India	553,074	0.01778	1,263,335	0.03321	66.3	0.04074	68.0	0.04335
Indonesia	81,428	0.00262	396,772	0.01043	28.5	0.01751	45.3	0.02888
Italy	798,167	0.02566	480,453	0.01263	44.7	0.02747	23.9	0.01523
Japan	4,736,513	0.15225	3,680,982	0.09678	103.6	0.06366	62.0	0.03952
Korea	718,180	0.02309	1,180,473	0.03104	80.0	0.04916	96.5	0.06151
Philippines	40,153	0.00129	264,143	0.00694	39.0	0.02397	105.6	0.06731
Russia	548,579	0.01763	874,659	0.02300	71.8	0.04412	43.4	0.02766
Singapore	316,658	0.01018	414,126	0.01089	248.5	0.15271	144.3	0.09198
Spain	960,024	0.03086	995,095	0.02616	84.9	0.05217	75.2	0.04793
Thailand	124,864	0.00401	382,999	0.01007	70.8	0.04351	104.7	0.06674
USA	16,970,865	0.54552	18,668,333	0.49081	129.6	0.07964	114.9	0.07324
Vietnam	461	0.00001	32,933	0.00087	0.8	0.00049	21.1	0.01345
Total	31,109,265	1	38,035,898	1	1,627	1	1,569	1

(出所) THE WORLD BANK, World Development Indicators 2014より作成

計算によると、2005年の主な証券市場の時価総額は3.1兆米ドルであったが、2012年には3.8兆米ドルとわずかに増加した。2005年と2012年の世界市場の平均時価総額はそれぞれ1.83兆米ドル、2.23兆米ドルである。しかしながら、2005年のベトナムの時価総額は0.000461兆米ドルであり、世界市場の中にわずか0.0015%しか占めていない。ベトナム市場は確かに2005年以降成長してきているものの、依然として世界市場の0.0866%を占めるに過ぎない。

東南アジアの五つの新興市場であるインドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの中でも、ベトナムは依然として占めるシェアが低く、2005年時点では五つの市場全体のわずか0.11%でしかない。2012年にはシェアが2.1%まで伸びたが、依然としてウェイトが小さい。2005年からの8年間で、ベトナム市場はあまり顕著な成長が見られない。

同時に、東南アジアにおいて、マレーシアとタイの市場は2005年以降市場が若干縮小したが、2012年にそれぞれ30%と25%と、依然として高いウェイトを占めている。ベトナム市場は残念ながら極めて低いウェイトしか占めておらず、2012年には市場全体のわずか2%に過ぎない。ベトナムの市場は約8年間の改革をしても市場パフォーマンスが不振であることが観測でき、市場が非効率的であると判断できる。(表4)

表4 新興市場の市場シェア(%)

Market		Indonesia	Malaysia	Philippines	Thailand	Vietnam	Total
Year	2005	0.190189	0.423308	0.093784	0.291641	0.001077	1
	2012	0.255456	0.306685	0.170065	0.246589	0.021204	1

(出所) THE WORLD BANK. World Development Indicators 2014より作成

## 第7節 結論

本論文では非線形モデルを用いてベトナム証券市場のVN Index 時系列を推定し、本時系列データが非線形モデルに当たるとは検定できた。従って、ベトナム証券市場データは非線形プロセスに従い、線形では推定、分析できないとの結論になった。また、ハースト指標分析法によって、R/Sは0.193となり、ベトナム証券市場は反持続性の傾向を持つことを示唆している。過去における市場の高騰は将来数期間にわたる下落に繋がる可能性が高いと考えられる。言い換えれば、ベトナム市場は市場型ではなく政府に計画的にコントロールされていると考えられる。

また、ハースト指標が低いため、非効率性が検出されている。ハースト指標の値は0.193しかなく、0.5からかなり離れて比較的ゼロに近いため、ベトナム市場の効率性が棄却され、極めて非効率であることが分かる。この結果は、マーケットパフォーマンス分析結果と一致している。

## 第8節 今後の研究

本研究では非線形検定を行っておらず、単純にモデルフィッティングを行った。今後、さまざまな手法を用いて、時系列の非線形性を検定する予定であり、より正確な結果を得ることが期待できる。また、ベトナム市場と中国市場の比較など、注目されている証券市場の比較も行う予定である。

## 参考文献

- Bollerslev, T. (1986), Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 31 (3), 307-327.
- Campbell, J. Y., Lo, A. W. and Mackinlay, A. C. (1997), *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press.
- Chu, M. (2007), The analysis of the multifractal processes of stock prices in artificial market with wavelet transform and its 'Application to the analysis of agents' actions, *The Annual report of economic science*, 45, 121-127.
- Engle, R. F. (1982), Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with estimates of the variance of the United Kingdom inflation, *Econometrica*, 50, 987-1007.
- Kantz, H. and Schreiber, T. (1997), *Nonlinear Time Series Analysis*, Cambridge University Press.
- Mallat, S. G. A. (1998), *Wavelet Tour of Signal Processing*, Academic Press, San Diego.
- Mandelbrot, B. B. (1982), *The Fractal Geometry of Nature*, San Francisco, Freeman.
- Mandelbrot, B. B. (1999), A multifractal Walk down Wall Street, *Scientific American*, 198 (2), 70-73.
- Muzy, J. F., Baryc, E. and Arneodo, A. (1993), Multifractal formalism for fractal signals: The structure-function approach versus the wavelet-transform modulus-maxima method, *Physical Reviewe*, 47 (2), 875-884.
- Taylor, S. J. (1986), *Modeling Financial Time Series*, John Wiley and Sons, Chichester.
- Tokinaga, S., Moriyasu, H., Miyazaki, A. and Shimazu, N. (1996), A Forecasting Method for Time-Series Bearing Fractal Geometry by Using the Scale Transform and the Parameter Estimation Obtained by the Wavelet Transform, *Journal of the IEICE*, J79-A (12), 2054-2062.
- Theiler, J., Eubank, S., Longtin, A., Galdrikian, B. and Farmer, J. D. (1992), Testing for Nonlinearity in Time Series: the Method of Surrogate Data, *Physical D*, 58, 77-84.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Harold\\_Edwin\\_Hurst](http://en.wikipedia.org/wiki/Harold_Edwin_Hurst)
- [http://ecodb.net/exec/trans\\_country.php?d=NGDPD&c1=VN&c2=JP](http://ecodb.net/exec/trans_country.php?d=NGDPD&c1=VN&c2=JP)
- <http://www.bloomberg.co.jp/apps/quote?T=jp09/quote.wm&ticker=VNINDEX:IND>
- <http://data.worldbank.org/products/wdi>
- <http://data.worldbank.org/indicator/all>