

投資家の意思決定と資産価格変動の分析

筑波大学大学院 経営・政策科学研究科
経営システム科学専攻 高橋 大志

主指導教官 寺野隆雄 教授

1 はじめに

本報告は、不確実性下における投資家の意思決定と資産価格変動の関係を、エージェント・ベース・アプローチを用い分析したものである。本分析では、仮想市場において、ファイナンス理論、認知心理学の理論に基づいた異質なタイプの投資家を設定し、資産価格変動と投資家のタイプの関係について分析を行った。

ファイナンスの分野において資産価格のボラティリティを推定するモデルとして GARCH をはじめとする時系列モデルが広く知られているが、これらのモデルは資産価格変動の発生するメカニズムについては、ブラックボックスとして取り扱っていることからいわゆる”理論なき計測”となってしまう可能性がある。本報告では、投資家の意思決定の観点から時系列モデルに対し、解釈のようなものを与えることも試みた。

2 経緯

2.1 社会的背景

近年日本の人口構成の急速な高齢化が見込まれており資産運用業務の重要性はますます高まっている。資産運用を適切におこなうため、資産価格変動のメカニズムを明らかにすることは極めて重要性が高い。

2.2 問題点

ファイナンスの分野において、資産価格を導出するモデルとして広く知られている Capital Asset Pricing Model(以下 CAPM と呼ぶ)は、解析的なモデルであり、マーケット・個人の行動に一定の仮定をおき数学的な解析を加え、均衡資産価格を導くモデルである。例えば投資家については、von Neumann and Morgenstern の期待効用最大化に基づき意思決定を行う合理的な投資家を仮定し、市場については税金等のない完全な市場を仮定している。(表 1 参照)

CAPM をはじめとする従来のファイナンス理論によるモデルは、「仮定が非現実的である」、「モデルでは説明できないアノマリーと呼ばれる現象が存在する」など数多くの問題点が指摘されている。それらの現象を説明するいくつかの仮説が報告されてはいるが、マーケット価格の挙動を説明する決定的な理論は報告されてはいない。

表 1 CAPM 導出の仮定

<ol style="list-style-type: none"> 1. 投資家は期待効用最大化に基づき意思決定をおこなう 2. 投資家は同質の期待を有する 3. 個々の取引は価格に影響を与えない 4. 取引コスト、税金がかからない 5. 無リスク資産の貸借の制約なし 6. 空売り制約なし 7. すべての資産が市場で取引可能である 8. 証券は完全に分割可能

認知心理学の分野において[Kahneman 1979]らは、人間の意思決定が期待効用理論の想定するものと異なることを報告した。この理論は Prospect Theory と呼ばれ、人間の意思決定に関し、(1) 利得発生時と損失発生時において投資家のリスクに対する態度が異なる、(2)人間の意思決定は客観確率ではなく主観確率により行われる、などの特徴があることを示唆している。Prospect Theory の報告する価値関数の形状を図 1 に示す。価値関数の形状が示唆していることとしては、人間の意思決定は参照点からの変化に基き行われる、損失に対する態度は利得と比較して大きい¹、などが挙げられる。

このように Prospect Theory は、従来のファイナンス理論を構築する仮定が、実際の人間の意思決定にはあてはまらないことを指摘している。実際の市場における資産価格決定メカニズムを解明するためには、投資家の意思決定プロセスを取り入れる必要があるが、現時点ではコンセンサスを得た理論は確立されていない。

表 2 Prospect Theory の主張(概略)

1. 意思決定には客観確率ではなくDecision weightが用いられる。
2. 資産の変化に基づき意思決定を行う。
3. Value function最大化により意思決定を行う。(Value functionは図1参照。)
4. 投資家は心のしわけを持ち意思決定を行う。(Global Optimizationではない)

¹ 10万円の利得と10万円の損失を比べた場合、損失の方を大きく見積もる傾向がある。損失が発生したときに、いちかばちかの大勝負にでる、などというのもこの例として挙げられる。

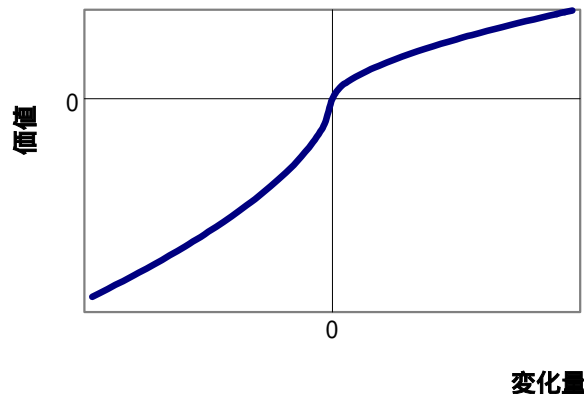


図 1 Value Function

従来のファイナンス理論では説明できない現象の一つの例として、資産価格のボラティリティの挙動が挙げられる。ボラティリティに関しては過去数多くの報告がされており、例えば、[Shiller 1981]が資産価格変動がファンダメンタルズでは説明できない程大きいことを指摘したのをはじめとし、株価変動の大きい時期は継続する傾向があることや、株価が下がった後と上がった後における価格変動が非対称であるなどのものが挙げられる。

これらの特徴をもつ資産価格のボラティリティを記述するモデルは、金融工学の分野において、数多く報告されている。アプローチの仕方は、統計手法によるものや Stochastic Volatility によるものなど様々であるが、広く知られたものとして GARCH モデルをはじめとする時系列モデルが挙げられる。しかし、GARCH モデルなどの時系列モデルは、市場の変動のメカニズムについてはブラックボックスとして取り扱っているため、いわゆる“理論無き計測”となってしまう可能性がある。

3 モデル

従来のファイナンス理論は同質的期待を有する合理的な投資家を想定しているが、本分析はそれを拡張し、異質な投資家を取り扱った分析を行う。異質なタイプの投資家としては、ファイナンス理論に基づく投資家に加え、Prospect Theory に基づく投資家などを想定する。価格決定メカニズムは、[Arthur 1997]の方法と同様のものとする。本分析に用いる、市場の構成要素、投資家の取引ルール、価格決定ルールについて順を追って説明する。

3.1 市場の構成要素

市場内には異質なタイプの投資家、及び 2 種類の資産(リスク資産・無リスク資産)が存在する。リスク資産は、ここでは株式とし、配当は毎期発生するものとする。表 3 に市場

の構成要素を示す。

表 3 仮想市場の構成要素²

要素	備考
投資家	100人 投資家のタイプは4種類 投資家に情報を与えるアナリストも存在
発行株式数	100株
配当金	毎期発生

3.2 配当金及び理論株価

(1)配当金の発生する過程

[Arther 1997]と同様に、配当金は以下の自己回帰モデル³に従い発生する⁴。

$$D_{t+1} = \bar{D} + \rho \cdot D_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$\bar{D} = 10, \rho = 0.5$$

このとき、配当金の自己回帰モデルは以下のように展開可能である。

$$\begin{aligned} D_{t+1} &= \bar{D} + \rho_i \cdot D_t + \varepsilon_{t+1} & \varepsilon_t &\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \\ &= \bar{D} + \rho_i \cdot (\bar{D} + \rho_i \cdot D_{t-1} + \varepsilon_t) + \varepsilon_{t+1} \\ &= \bar{D} + \rho_i \cdot \bar{D} + \rho_i^2 \cdot \bar{D} + L + \rho_i^n \cdot \bar{D} + L + \varepsilon_{t+1} + \rho_i \cdot \varepsilon_t + \rho_i^2 \cdot \varepsilon_{t-1} + L + \rho_i^n \cdot \varepsilon_{t-n+1} + L \end{aligned}$$

これより、配当の期待値は以下のように算出される。

$$\begin{aligned} E[D_{t+1}] &= E[\bar{D} + \rho_i \cdot \bar{D} + \rho_i^2 \cdot \bar{D} + L + \rho_i^n \cdot \bar{D} + L + \varepsilon_t + \rho_i \cdot \varepsilon_{t-1} + \rho_i^2 \cdot \varepsilon_{t-2} + L + \rho_i^n \cdot \varepsilon_{t-n} + L] \\ &= E\left[\frac{\bar{D}}{1 - \rho_i}\right] \end{aligned}$$

(2) 配当割引モデル

² 本条件での株式の理論価格は 200 円、各投資家の株式保有数は 1 株である。

³ このモデルは、次期の配当金額は当期の金額に依存して決定されることを表現した時系列モデルである。次期の配当は当期の配当に自己回帰係数 ($\rho = 0.5$) をかけた値に、定数項を加えたものとなる。時系列モデルについては、[山本 1988] に詳しい説明がなされている。

⁴ 本分析では、合理的投資家、Prospect Theory に基づく投資家は、定数項については正確な値、 ρ については投資家毎の推定値を持つものとする。

将来の配当金を基に理論株式価格を算出するモデルとして配当割引モデル⁵がある。配当割引モデルによれば、株式の価格は将来の配当を要求収益率により割り引き総和をとることによって以下のように求められる。

$$P_t = \frac{D}{(1+k)} + \frac{D}{(1+k)^2} + \frac{D}{(1+k)^3} + L + \frac{D}{(1+k)^n} + L$$
$$= \frac{D}{k}$$

P_t : t 期の株式価値

D : 配当金

k : 株式の要求収益率

配当の確率過程が与えられれば、配当割引モデルにより理論価格を算出することが可能となる。

3.3 投資家のタイプ

本分析では、期待効用最大化に基づき意思決定をおこなう投資家と Prospect Theory に基づく投資家を取り扱う。期待効用最大化に基づく投資家には、予測の方式が異なる3タイプ(合理的・Trend Chaser・ノイズ予測)の投資家が存在する。

期待効用最大化に基づく3タイプの投資家、Prospect Theory に基づく投資家の順に説明をおこなう。

(1)合理的投資家

合理的投資家は、従来のファイナンス理論が想定している投資家である。本分析における合理的投資家は、配当割引モデルに基づき将来の株式価格を予測し、CARA型の効用関数 $[-\exp(-\lambda \cdot W)]$ を最大化するような意思決定をおこなう⁶。このとき、最適な株式保有枚数 (x_i) は以下のように求められる。

⁵ 配当割引モデルについては、[榊原 1998]などに詳しい説明がなされている。

⁶ [Arthur 1997]と同様の方法である。(λ : リスク回避度、 W : リスク資産金額。)

$$x_i = \frac{P_{t+1} + D_{t+1} - (1 + r_f) \cdot P_t}{\lambda_i \cdot \sigma_{2i}^2}$$

λ_i : 投資家*i*のリスク回避度

σ_i : 投資家*i*の株式の推定リスク量

(2) Trend Chaser

従来のファイナンス理論では、ファンダメンタルズから理論価格を導くことができるとの考え方が一般的である。しかし[Shiller 2000]は、そのような従来の考え方とは反対に、“実際のマーケットでは現時点の株価を正当化するように新しい理論が作りだされている”、との指摘をおこなっている。このようなメカニズムが働く状況においては、直近の株価の推移が、将来の価格に与える影響は大きい。また、認知心理学の実験からも、意思決定をおこなう際、直近の情報の影響を強く受ける傾向との報告もなされている。

これらの特徴をモデル化した投資家として、Trend Chaser という投資家を設定する。本分析における Trend Chaser は、簡単ではあるが直近 4 期の実現リターン(μ)を、将来の予測とする投資家である。

(3) Noise Trader

人間の認知におけるバイアスとして、セルフ・サービング・バイアスと呼ばれるものが存在することが、社会心理学の研究から明らかになっている⁷。これは、同じ情報をもて投資家の都合の良いように情報を受け取ってしまうバイアスである。このバイアスが存在することにより投資行動は、ファンダメンタルに基づく意思決定とは異なるものとなる。このような要因により投資家はノイズ的な投資行動をとる可能性がある。

このようなバイアスをモデル化した投資家として Noise Trader を設定する。本分析におけるノイズトレーダーは、直近に実現した配当金額にランダムな値を加えたものを、次期配当金額の予測値とする投資家である。

(4) Prospect Theory Investor

Prospect Theory Investor は、[Kahneman 1979]らの指摘した意思決定を行う投資家であり、期待効用最大化に従わない意思決定を行う点が前述の 3 タイプの投資家と大きく異なる特徴である。Prospect Theory は意思決定の特徴をいくつか示唆しているが、本分析

⁷ [Bazermann 1998]参照。

では簡単のため、利得発生時と損失発生時において投資行動が異なる点のみを取り上げる。価値関数によれば、参照点からみて損失が発生した時の価値の大きさは利得の2倍程度あることから、参照点を株式の要求収益率とし、直近1期の株式リターンが要求収益率よりも低い場合、高い場合よりも投資行動を2倍大きくした。具体的には以下の式に基づく投資行動をおこなう。なお、将来の予測は配当割引モデルにより行うものとする。

- (i) 直近の株価収益率が株価要求収益率以上の時。

$$x = 1 + A \cdot (P_{t+1} + D_{t+1} - (1+k) \cdot P_t)$$

- (ii) 直近の株価収益率が株価要求収益率よりも小さいとき。

$$x = 1 + 2A \cdot (P_{t+1} + D_{t+1} - (1+k) \cdot P_t)$$

X：保有株式数

k：株式要求収益率

A：定数項

資産価格は、市場内の株式数が100株となるように決定される。

4 シミュレーション結果

本研究では、意思決定のタイプなどの諸条件を変えたシミュレーションを実施した。本シミュレーションの実行画面例を、図に、シミュレーションに用いたパラメータの一覧を表4を示す。

図2 シミュレーション実行画面例

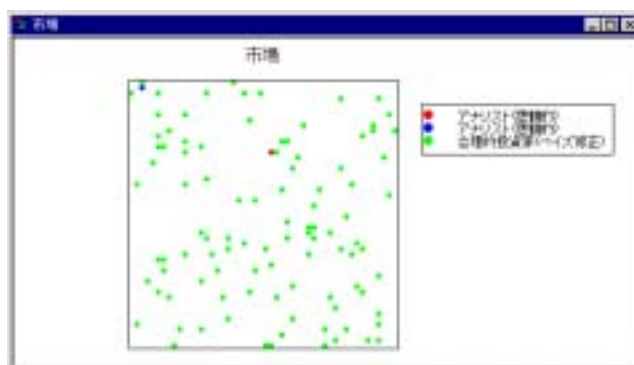


表 4 パラメーター一覧

記号	値	備考
\bar{D}	10	配当金プロセスの定数項
	5	配当金プロセスの自己回帰係数
	10%	株式収益率の標準偏差
k	10%	株式の要求収益率
r_f	5%	リスクフリーレート

以下各シミュレーションの結果について記す。

(1) 合理的投資家

CAPM では、投資家が全く同質的期待をもつことを想定している。この CAPM の想定した条件にてシミュレーションを実施したところ、価格は均衡価格にて安定するという CAPM の想定する結果が得られた。その際取引は発生しない。

投資家により配当の予測が異なる⁸場合、理論価格とは異なる値にて価格は安定する。投資家ごとに見通しが異なっても、投資家の予想が変化しない状況においては、(理論価格ではないが)価格は安定することを確認できる。

次にシミュレーションの途中で投資家が自らの予測を修正⁹する設定でシミュレーションを実施した。この場合、投資家がベイズ修正を開始すると、株式の取引が再度発生し期待が同質になるまで取引が行われるようになる。取引量は、学習開始時が最も多くその後徐々に減少していく。

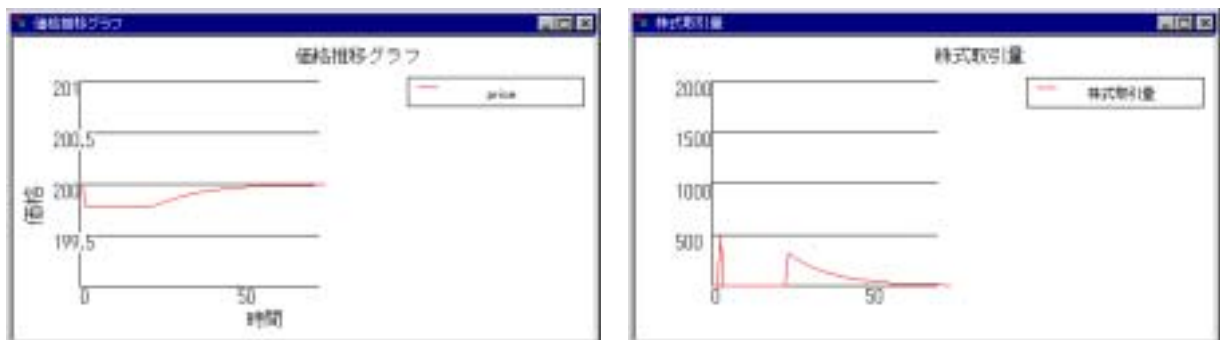


図 3 価格推移グラフ(左)と株式取引量グラフ(右)

⁸ ここでは配当の自己回帰係数の推定値が投資家により異なる設定とした。

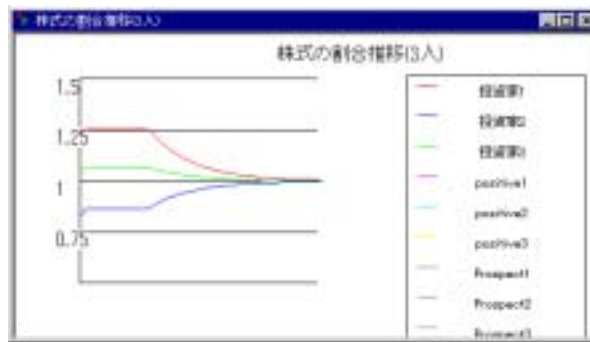


図 4 株式保有数推移の例(投資家 3 人)

(2) Trend Chaser

過去の株式価格が理論価格通りの推移を辿っており、更に全ての投資家が同質的期待を有する場合、価格は均衡価格にて落ち着き取引は発生しない。

次に投資家に予測誤差を持たせ、価格が理論価格から少しでもずれるような設定にてシミュレーションを実施した。この条件においては取引が発生し、徐々に価格が増大していく現象を確認できる。(図 5 参照) Trend Chaser は、過去の情報を将来の予測とするため価格に対し正のフィードバック¹⁰をかける役割を果たしている。これが価格が増大する現象の発生する主な要因と考えられる。

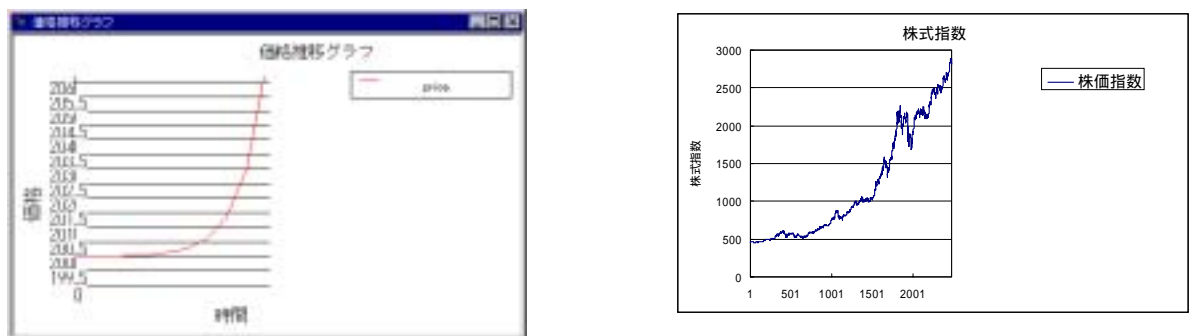


図 5 価格推移(左: Trend Chaser, 右: 実際の市場価格推移¹¹)

(3) Prospect Theory による投資家

⁹ 各投資家の実現した配当金を基に、配当金の自己回帰係数推定値をベイズ修正により修正をおこなう設定とした。

¹⁰ [De Long 1991]は、Positive Feedback Trader が資産価格を理論価格から乖離させることを指摘している。

投資家が同質である場合は、価格は一定の価格にて安定しており取引は発生しない。配当予測に誤差がある設定とすると価格変動、取引が生じる。ここで得られる価格変動は、目視ではノイズトレーダーのものと似ているが、統計的分析を加えると特別な特徴を有することがわかる。詳細については次章にて説明する。

(4) 合理的投資家とアナリストが存在する場合

アナリストは、配当の自己回帰係数についての予測を自分の周りにいる投資家にもみ公表する。投資家は、アナリストの予測と実現した配当の値から、自分の予測をベイズ修正により更新する¹²。

楽観的で大きな配当金を予想するアナリストが一人入った場合は、理論価格より高い価格にて価格は安定する。一方、悲観的で小さな配当金を予想するアナリストが一人入った場合、理論価格より低い値で価格は安定する。アナリストが投資家の予測に影響を与え、その結果資産価格に対し影響を与えたためと考えられる。

次に、楽観的なアナリスト、悲観的なアナリスト各一人ずつが市場にいる設定のシミュレーションを行った。この場合市場全体に瞬時に情報が伝わるのであれば、価格は理論価格にて安定するはずであるが、実際のシミュレーションでは理論価格の周りで上昇したり下降したりする現象¹³がみられた。市場全体としての情報は理論価格と同じであっても、情報が同時に伝わらない場合は、資産価格は理論価格から乖離することを確認できる。

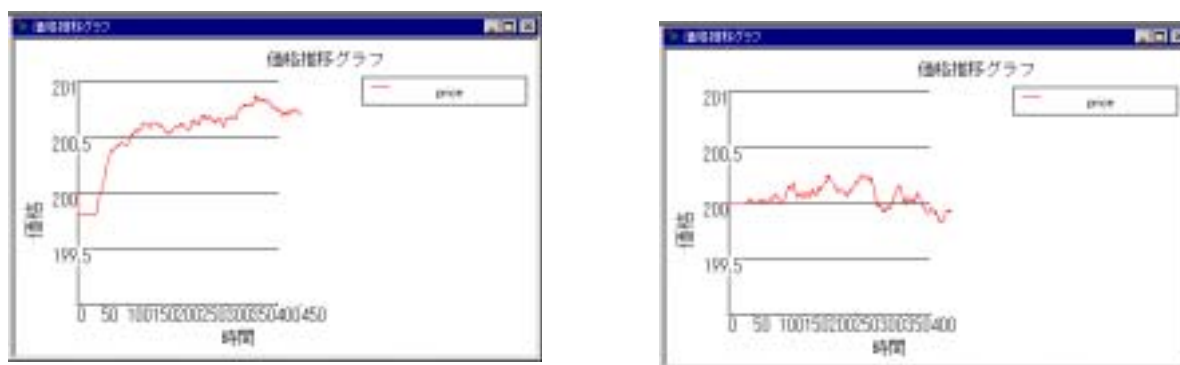


図 6 価格変動推移(左:楽観的なアナリスト一人、右:楽観的・悲観的なアナリスト各一人)

¹¹ TOPIX 日次データ(1980/1/4 ~ 1989/12/29)。

¹² アナリストは毎期 5 マス以内の範囲に移動する設定とした。

(5) Trend Chaser とノイズトレーダーが存在する場合

Trend Chaser とノイズトレーダーが混在するシミュレーションを実施した。各投資家の割合は以下の割合とする。

Trend Chaser : ノイズトレーダー = 30:70

価格変動の推移から、短期的なトレンドの発生が認められる。Trend Chaser は、偶然生じたトレンドを増幅させる効果をもっているために短期トレンドが発生していると考えられる。このケースでは、ノイズトレーダーが、際限なく価格が一方向に変化していくことを抑制する役割を果たしている。

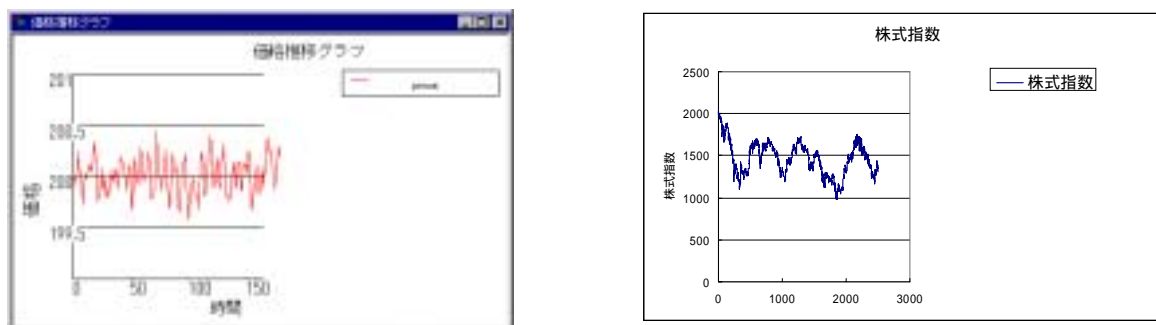


図 7 価格変動(左:シミュレーション、右:実際の市場価格推移¹⁴)

4 ボラティリティの分析

本章では、実際のマーケットデータと本シミュレーションにより得られた結果に GARCH モデルを適用し、結果を比較することにより、GARCH モデルに対し解釈のようなものを与えることを目的とする。

投資家の割合は、ノイズトレーダのみ、合理的投資家とノイズトレーダーが同数、ノイズトレーダー7割、Trend Chaser 3割、Prospect Theory に基く投資家とノイズトレーダが同数、以上4つの条件のものとする。一回のシミュレーション期間は、2500 期間とし、これを 10 回繰り返した。

実際のマーケットデータは、TOPIX (日本株式マーケット指数)とし、サンプル期間は

¹³ 投資家が情報に踊らされているとも解釈できる。

¹⁴ TOPIX 日次データ(1991/4/12 ~ 2001/6/1)。

1991/4/12～2001/6/1の日次データを用いた。データ数は2500個である。

4-1 推定方法

ボラティリティの推定モデルとしては、ボラティリティの高い時期が継続する特性を取入れたモデルや、価格変動の非対称性を取入れたモデルなどが存在する。本分析では、金融工学の分野において広く知られたモデルを取り上げ、比較を行うこととする。モデルの比較は、AIC基準¹⁵および係数t値を用いる。以下に3つの推定方法を示す。

(1)通常最小自乗法(OLS)

一般的に用いられる推定方法。

(2)GARCHモデル

ボラティリティに自己相関があることを記述したモデル。ボラティリティの高い時期が継続することを捉えることができる。GARCHの次数p,qはいろいろな組み合わせが考えられるが、本推定では最も一般的なGARCH(1,1)モデル¹⁶を用いて推定を行う。

$$y_t = c + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t)$$
$$\sigma_t^2 = a + \sum_{i=1}^p a_i \cdot \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q b_i \cdot \sigma_{t-i}^2$$

(3)非対称性を取り込んだGARCHモデル

GARCHモデルの特徴に加え、価格変動が上昇時・下降時においてボラティリティの大きさが異なることを捉えたモデルである。このモデルでは、価格変動に非対称性がない場合、係数の値は0となり、反対に非対称性が認められる場合、の値は有意に0でない値となる。本分析では、簡単のためモデルの次数は最も一般的なp=1,q=1として推定をおこなった。

$$\sigma_t^2 = a + \sum_{i=1}^p a_i \cdot \left(\varepsilon_{t-i} + \gamma_i \cdot \varepsilon_{t-i} \right)^2 + \sum_{i=1}^q b_i \cdot \sigma_{t-i}^2$$

¹⁵ Akaike's Information Criterion の略。F_tの効率性を示す情報基準量である(小さいほど良い)。

¹⁶ Garch(1,1)とは、p=1,q=1であることを示す。

4-2 推定結果

実際のマーケットデータ及びシミュレーション結果への推計結果を示す。

推計した 10 個の AIC の値を表 5 にしめす。AIC 基準によると、実際の市場データ(TOPIX) に対しては、非対称性を取り込んだ GARCH モデルが他と比較して良好であった。これは、TOPIX の変動が価格変化の方向に対し非対称な変動を示していることを示唆している。一方シミュレーション結果では、Prospect Theory による結果において、非対称性を取り込んだ GARCH モデルが良好であった。実際のマーケット参加者は、Prospect Theory の投資家と同様に利得発生時と損失発生時において意思決定の方式が異なる可能性がある。

表 5 各モデル AIC 一覧¹⁷

NOISE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OLS	-3909.4	-3705.2	-3913.1	-3766.9	-3907.6	-3836.8	-3854.1	-3749.2	-3741.7	-3690.3
GARCH(1,1)	-4020.6	-3798.7	-4020.0	-3898.4	-3996.4	-3917.9	-3962.9	-3860.1	-3823.5	-3825.4
GARCH-L	-4019.3	-3796.8	-4018.1	-3897.0	-3994.9	-3915.9	-3962.2	-3858.2	-3821.4	-3825.7
Rational	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OLS	-5498.3	-5533.5	-5499.2	-5518.6	-5525.9	-5750.8	-5531.6	-5474.5	-5624.5	-5573.2
GARCH(1,1)	-5590.7	-5640.2	-5621.6	-5640.0	-5588.4	-5840.7	-5632.9	-5586.1	-5729.6	-5693.8
GARCH-L	-5588.6	-5639.4	-5621.7	-5638.2	-5586.7	-5839.7	-5631.6	-5584.9	-5727.6	-5691.9
MV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OLS	-5443.4	-5512.5	-5414.3	-5367.3	-5451.9	-5402.2	-5518.3	-5400.6	-5376.2	-5258.0
GARCH(1,1)	-5446.9	-5526.4	-5437.2	-5367.7	-5453.7	-5408.9	-5517.6	-5400.1	-5381.2	-5254.5
GARCH-L	-5444.8	-5524.5	-5436.6	-5366.1	-5451.8	-5407.2	-5516.8	-5397.9	-5379.7	-5249.7
PROSPECT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OLS	-3179.1	-1813.3	-2667.8	-2469.8	-3190.4	-1991.5	-1802.4	-2253.8	-1466.0	-3246.4
GARCH(1,1)	-3211.2	-2017.7	-2796.1	-2585.2	-3234.4	-2167.8	-1992.6	-2408.4	-1676.3	-3293.8
GARCH-L	-3215.5	-2018.0	-2794.2	-2588.4	-3251.7	-2174.2	-1991.6	-2407.0	-1683.2	-3314.0
TOPIX	直近10年									
OLS	8155.9									
GARCH(1,1)	7776.6									
GARCH-L	7731.6									

推定された係数、およびその t 値を表 6 に示す¹⁸。TOPIX データの結果において係数は有意な値となっている。ここからも TOPIX が非対称な動きを示していることが示唆される。また、シミュレーション結果についてみると、Prospect Theory の結果においての値が有意となっている。一方、他の条件のシミュレーションにおいては、非対称性を示す係数が有意となる結果は、10 回のシミュレーションにおいて 1 度も得られていない。このことから、実際の株価指数である TOPIX と Prospect Theory のシミュレーション結果は、他の

¹⁷ 背景を塗りつぶしてあるのは、AIC 基準において 3 つの中で最も適切と判定されたモデルである。

¹⁸ シミュレーションは複数回繰り返したが、本報告ではその中の一つの結果をしめしている。

条件の価格変動と異なる共通の大きな特徴¹⁹があると考えられる。

Prospect Theory の結果における係数 の t 値の符号を表 6 に示す。この表から、t 値の符号は一定でないことを確認できる。本分析における投資家の条件は極力簡単な条件としたことから、この点については今後投資家の意思決定をより緻密なものとした上で再度詳細な分析をおこないたい。モデルの精緻化に加え、シミュレーション回数を増やし効果を確認することも今後の課題と考えられる。

表 6 GARCH モデル推定結果

条件		Topix	ノイズトレーダ	合理的投資家・ノイズ	Trend Chaser・ノイズ	プロスペクトセオリー・ノイズ
GARCH(1,1) レバレッジ無	a	0.1 (7.0)	0.0 (9.8)	0.0 (8.4)	0.0 (1.3)	0.0 (14.3)
	a _i	0.1 (10.7)	0.3 (6.7)	0.2 (6.5)	0.0 (1.8)	0.4 (8.3)
	b _i	0.8 (56.4)	0.0 (-0.4)	-0.1 (-0.5)	0.8 (5.7)	-0.3 (-7.0)
GARCH(1,1) レバレッジ有	a	0.0 (6.5)	0.0 (9.5)	0.0 (8.4)	0.0 (1.4)	0.0 (14.3)
	a _i	0.1 (10.2)	0.2 (6.6)	0.2 (6.5)	0.0 (1.9)	0.4 (9.0)
	b _i	0.9 (75.2)	0.0 (-0.5)	-0.1 (-0.6)	0.8 (5.9)	-0.4 (-7.5)
		-0.3 (-8.3)	-0.1 (-1.0)	0.0 (-0.2)	0.1 (0.2)	-0.1 (-3.0)

表 7 係数 の t 値

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
係数 の t 値	2.5	1.3	-0.2	2.0	3.5	-5.3	-1.2	-1.4	-3.0	3.3

5 まとめ

本分析により複数のタイプのエージェントによるシミュレーションを実施し、以下を確認した。

- ・ 資産の取引は投資家の期待が変化する際に発生する。
- ・ 過去の収益率を外挿する投資家が多いと短期的なトレンドが発生する。
- ・ 情報の伝わり方がタイムラグを持つ場合、価格は理論価格にて安定しない。

また、ボラティリティ分析の結果から実際の市場の動きは、利得発生時と損失発生時に

¹⁹ 繰り返しになるがこの結果からも、実際の投資家は直近の価格変化の方向に対し異なる意思決定をおこなう傾向があることを示唆することができる。

において意思決定方式が異なる Prospect Theory に基く投資家が引き起こす価格変動と似た特徴をもつことを確認できた。これより、以下のような解釈が可能となる。

- ・ Prospect Theory の示唆するのと同様に、実際の投資家の意思決定も価格変動に対し非対称な意思決定を行う傾向をもつ。
- ・ 現在広く用いられている時系列モデルは、投資家の意思決定の特徴を捉えたモデルとなっている。投資家の意思決定の観点から、“理論なき計測”などともいわれる時系列モデルに解釈を与えることができる。

以上

参考文献

- [1] Arthur,W.B. et al. (1997). "Asset Pricing under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market," The Economy as an Evolving Complex System , Addison-Wesley.
- [2] Bazerman,M.(1998).Judgement in Managerial Decision Making,John Wiley & Sons, Inc.
- [3]Bollerslev,T.(1986)."Generalized autoregressive conditional heteroskedasity,"Journal of Econometrics,31.
- [3] De Long ,J.B., A.Shleifer,L. H. Summers, and R. J. Waldmann.(1990)."Positive Feedback Investment Strategies and Destabilizing Rational Speculation," Journal of Finance ,45.
- [4] Ding,Z.,Granger,C.W.J. and Engle,R.F.(1993)."A long memory property of stock market returns and a new model",Journal of Empirical Finance,1.
- [5] Engle,L.R.(1982)."Autoregressive conditional heteroskedasiticity with estimates of the variance United Kingdom inflation",Econometrica,50.
- [6] Epstein,J.M.(1996).Growing Artificial Societies Social Science From The Bottom Up,MIT Press.
- [7] Kagel,John H., and Alvin E. Roth.(eds.) (1995). The Handbook of Experimental Economics, Princeton University Press.
- [8] Kahneman, Daniel, and A. Tversky. (1979). "Prospect Theory of Decisions under Risk," Econometrica,47(2).
- [9] Shiller,Robert J.(1981)."Do Stock Prices Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends?",American Economic Review,71.
- [10] Shiller,Robert J.(2000).Irrational Exuberance,Princeton University Press.
- [11] Tversky, Amos, and Daniel Kahneman. (1992) "Advances in Prospect Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty, " Journal of Risk and Uncertainty,5.
- [12] 山本 拓.(1988).経済の時系列分析,創文社.
- [13] 榊原 茂樹,青山 護,浅野 幸弘.(1998).証券投資論,日本経済新聞社.