

【論 説】

リスクとリターンの実証分析

—行動ファイナンスによるアプローチ—

新 関 三希代*

1 は し が き

「損切りは早めに、利食いはゆっくり」

これは、株式市場の参加者にとっては有名な格言である。実際の投資家は、この格言にしたがって行動しているのであろうか？この格言に従って投資家が行動しているとすると、株価下落局面ではさらなる価格下落を予想し、投資家が反対ポジションをとることによって、価格変動の不確実性を減少させることが可能となる。しかし、実際の株式市場ではその反対の現象が生じている。

いわゆる、株価収益率分布の負の歪みである。これは、例えば1987年の「ブラック・マンデー」のように株式市場が下落した後は、その不確実性（ボラティリティ）が株価上昇時より大きくなるという非対称な現象で示される（Niizeki, 1998等参照）。また、市場効率性の観点からの実証分析において、均衡状態に戻る速度がロング・ポジションとショート・ポジションで異なり、後者においてはより遅くなることが示されている（新関・牧, 2005等参照）¹⁾。これは、株価下落局面において均衡価格との乖離が大きく、上昇時に比べてより大き

* 本稿の作成にあたっては、永尾昌子氏（同志社大学経済学部 2005 年度卒業生）の助力を得ている。また、「企業と市場と環境」（2006 年 3 月に開催された同志社大学ワールドワイドビジネス研究センター主催のオープンセミナー）の参加者からの貴重なコメントに感謝する。なお、本稿は 2003 年度同志社大学学術奨励研究 I の成果の一部である。

1) ショート・ポジションにおける空売り等の制約を考慮しても有意な非対称性が実証されている。

なりリスクが存在していることを意味している。この現象に関しての理論的、実証的研究はこれまで数多くなされてきているが、明確に画一された理論的説明が乏しい上、実証結果も様々である（例えば Duffee, 1995 や Chen, Hong and Stein, 2000）。

株価収益率とそのボラティリティの負の相関についての代表的な論拠には、以下のようなものがある。第一に、Black (1976) や Chrisite (1982) によって説明されている「レバレッジ効果」である。これは、株価下落、すなわち企業の市場価値が下落すると財務レバレッジが上昇し、その後の収益率の不確実性を増大させるというものである。この理論的解釈では、レバレッジの上昇が収益率のボラティリティを増大させるタイム・ラグに関して、全ての実証的データを説明するには不十分である。

第二に、Pindyck (1984) や French, Schwert and Stambaugh (1987) によって提唱された「ボラティリティ・フィードバック現象」がある。これによると、市場に多量の情報が入ってくると市場は変動し、リスクを増加させるが、良いニュースの場合にはそのプラスの直接的効果がリスク・プレミアムの一部を相殺することによって、価格下落時のような悪いニュースに比べてボラティリティの増加を抑える効果がある。このため、株価収益率が負の場合は、正の場合に比べてより不確実性が増大していることになる。しかし、市場の不確実性に対するショックは長続きせず、リスク・プレミアムへの影響を全ての実証的データで期待することはできない (Poterba and Summers, 1986 等参照)。

第三に、Hong and Stein (1999) の「異質的投資家モデル」があげられる。このモデルでは、投資家は株価のファンダメンタルズに対して異なる見解を持ち、一部の投資家は空売り制約に直面するという仮定がおかれている。投資家間で意見の相違が大きい場合、空売り制約下におかれた弱気筋の投資家はコーナー・ソリューションを余儀なくされ、その情報は価格に反映されなくなる。この場合、市場の下降といった悪いニュースが入ると、当初の強気筋の投資家がポジションを変え、その隠された情報を引き出すことにより市

場は不確実性を増すことになる。Chen, Hong and Stein (2000) は、このモデルを用いて取引量の観点から個別株を対象とした実証分析を行い、株価収益率の負の歪みを説明するファクターを見出しているが、時系列データを用いたマーケット・インデックスについては、統計的に有意な結果が得られていない。

このように株価収益率の負の歪みは、これら伝統的経済学の枠組みにおいて説明することに限界があると思われる。そこで、本稿では危険資産の価格上昇時と下落時において、リスクの大きさが非対称に観測される現象を行動ファイナンスの観点から解明することにする。

行動ファイナンスは、心理学と経済学を融合させた学問：行動経済学を資本市場の分析に応用した学問であり、近年米国を中心に最も注目されている研究分野である²⁾。行動ファイナンスにおいては、投資家は限定的にしか合理的に行動しないという多くの実験結果に基づいて、理論モデルが組み立てられている。とりわけ、Kahneman and Tversky (1979) によって提唱された「プロスペクト理論」においては、von Neumann and Morgenstern (1944) の期待効用仮説とは異なる「価値関数」を投資家が有することを示している。本稿では、このプロスペクト理論を用いて、投資家が負の収益率に直面するといった損失局面においてより危険愛好的になり、損失を放置させることにより不確実性を増大させてしまうことを示す。

2001年7月11日から2005年8月31日までの日本経済回復期における日経225株価指数、及び追加型株式投資信託6つのデータを用いて、価格収益率(リターン)と不確実性(リスク)の関係について、ノンパラメトリック回帰分析による実証を行った。個人の資産運用手段として、近年最も注目されている投資信託については、その収益性ではなく分配性(分配回数)に人気が集まるというアノマリーが存在している。これは、その価格変動について、伝統的なファイナンス理論で説明ができない市場であることを示唆しており、

2) 2002年には行動経済学の第一人者、Daniel Kahneman がノーベル経済学賞を受賞している。

分析対象として用いることにした。

日経225株価指数、及びマーケット連動型の投資信託については、リスクとリターンの間に負の因果関係があり、株式市場の下落局面には上昇局面より大きな不確実性が存在することを示した。これは、日本の株式市場における投資家行動が、プロスペクト理論における価値関数を用いて説明できることを示唆している。これに対し、分配回数の多い投資信託や収益性を重視している投資信託については、リスクとリターンに明確な因果性を見出すことができなかった。しかしながら、分配回数の多い投資信託のリスクは、収益性を重視している投資信託に比べ、利得・損失局面でより低いリスク水準を一定に保っており、これが人気の高さの要因になっていることがわかった。

本稿の構成は、以下のようになっている。第二章では、行動ファイナンスのプロスペクト理論を用いて、危険資産の価格収益率の負の歪みについて分析を行う。第三章では、日本の投資信託市場の現状（アノマリー）を紹介する。そして、第四章では、危険資産の不確実性（ボラティリティ）の推定方法、及び価格収益率とボラティリティの関係についての分析方法を紹介する。また、日本の株式市場、及び投資信託のデータを用いた実証結果を示し、行動ファイナンスの観点から分析を行うことにする。最後に、本論のまとめと今後の課題について言及する。

2 プロスペクト理論とリスクの非対称性

Kahneman and Tversky (1979) は、実験経済学、及び心理学を元にリスク下における人々の意思決定に関する効用モデル：プロスペクト理論（“Prospect Theory”）を提示した。これは、人々が限定的にしか合理的に行動しないという立場から導かれた理論であり、行動経済・ファイナンス理論の基本となるモデルである。このモデルでは、経済主体は不確実性が存在する状態（“Risky Prospects”）において、いわゆる伝統的経済学が想定する期待効用仮説（“Expected Utility Theory”）とは異なる行動をとることになる。

プロスペクト理論では、金融市場における経済主体：投資家は、利得局面 (“Positive Prospects”) と損失局面 (“Negative Prospects”) において異なる意思決定を行い、さらに、それは利益や損失が実現する確率によっても異なることを示している。具体的に、投資家は利得局面において、期待値の大きさとは関係なくより確実に利益を得られる方を好み (“Certainty Effect”), 利益が得られる確率が小さいときには、より大きな利益水準を好むのである。逆に、損失局面において、期待値の大きさとは関係なくより確実な損失は避けられ、損失を被る確率が小さいときには、より小さな損失水準を好むのである。

例えば、投資家は A 社と B 社、どちらかの株式を購入するという意思決定に直面したとしよう³⁾。“Positive Prospects” における例として、仮に A 社と B 社の株式が以下のような利益を生じさせる場合、投資家はどちらの株を購入するのだろうか。

[ケース 1]

A: 80% の確率で 4,000 円の利益が得られる (A=(4000,0.8))

B: 確実に (100%) 3,000 円の利益が得られる (B=(3000,1))

[ケース 2]

A: 20% の確率で 4,000 円の利益が得られる (A=(4000,0.2))

B: 25% の確率で 3,000 円の利益が得られる (B=(3000,0.25))

実験結果によると (Kahneman and Tversky, 1979 参照), [ケース 1] では B 社の株が [ケース 2] では A 社の株が選好されている。これは、明らかに期待効用仮説では説明できない結果である⁴⁾。

次に、“Negative Prospects” における場合を考える。

3) Kahneman and Tversky (1979) の例題にあわせるため、ここでの購入価格は 0 円とする。

4) 生産: x から得られる効用を効用関数 $u(x)$ で示し、 $u(0)=0$ とする。この場合、[ケース 1] で B が選好されるということは、 $u(3000)/u(4000) > 4/5$ を意味する。また、[ケース 2] では [ケース 1] の A と B、各々が生じる確率が $1/4$ になったにすぎないが、A が選好されるということは、 $u(3000)/u(4000) < 4/5$ を意味し、両ケースの選好結果は矛盾する。

[ケース 3]

A: 80%の確率で 4,000 円の損失を被る ($A=(-4000,0.8)$)

B: 確実に (100%) 3,000 円の損失を被る ($B=(-3000,1)$)

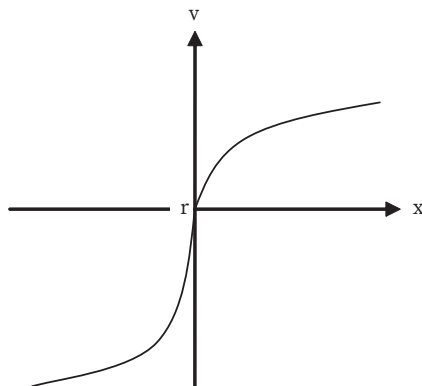
[ケース 4]

A: 20%の確率で 4,000 円の損失を被る ($A=(-4000,0.2)$)

B: 25%の確率で 3,000 円の損失を被る ($B=(-3000,0.25)$)

実験結果によると (Kahneman and Tversky, 1979 参照), [ケース 3] では A 社の株が [ケース 4] では B 社の株が選好されている. これもまた, 期待効用仮説と矛盾する結果である. さらに, これは “Positive Prospects” と正反対の選好結果であり, 利得局面から損失局面に移行すると, 投資家の意思決定の方向が逆になるという効果: 「鏡映効果」 (“Reflection Effect”) を示している.

これらの現象は, プロスペクト理論において, 利益や損失を受ける投資家 (意思決定者) の主観的な価値の観点から, 伝統的経済学の効用関数ではなく S 字型の価値関数 (“Value Function”): $v(x)$ として表されている (第 1 図を参照).



第 1 図 価値関数: $v(x)$

ここで、 v は投資家の主観的価値 (満足度)、 x は参照地点 (“Reference Point”) : r からの資産価格の変化を表している。

$v(x)$ の第一の特徴は、 $x > 0$ の領域において凹 (“concave”), $x < 0$ の領域において凸 (“convex”) になっていることである。これは、ある基軸となる参照地点 : r から少しでも利益 ($x > 0$) が生じると、投資家の主観的価値 (v) は r でのそれより高くなるが、それは逓減的に増加し ($v'(x) < 0$)、いったん損失 ($x < 0$) を受けた場合は感応度が下がり、その減少の度合いは逓増的になる ($v'(x) > 0$) ことを意味している。

例えば、ある株式を購入した時点から⁵⁾、1 期後に以下のような利益や損失が生じる場合、投資家にとってどちらのリスクな選択 (A と B) からの感応度 (v) が高いであろうか。

[ケース 5]

A: 25% の確率で 6,000 円の利益が得られる (A=(6000,0.25))

B: 25% の確率で 4,000 円の利益が得られ、25% の確率で 2,000 円の利益が得られる (B=(4000,0.25;2000,0.25))

[ケース 6]

A: 25% の確率で 6,000 円の損失を被る (A=(-6000,0.25))

B: 25% の確率で 4,000 円の損失を被り、25% の確率で 2,000 円の損失を被る (B=(-4000,0.25;-2000,0.25))

実験結果によると (Kahneman and Tversky, 1979 参照), [ケース 5] では B が [ケース 6] では A が選好されている。ここで、主観的価値に対する意思決定のウエイトを $\pi(0.25)$ とすると、この結果は、

$$\pi(0.25)v(6000) < \pi(0.25)[v(4000) + v(2000)]$$

$$\pi(0.25)v(-6000) > \pi(0.25)[v(-4000) + v(-2000)]$$

5) r における株価収益率は 0 である。

と示される。両辺を $\pi(0.25)$ で割ると、

$$\begin{aligned}v(6000) &< v(4000) + v(2000) \\v(-6000) &> v(-4000) + v(-2000)\end{aligned}$$

となり、利得局面 ($x > 0$) では感応度逡減、すなわち価値関数 ($v(x)$) が凹関数に、損失局面 ($x < 0$) では感応度逡増、すなわち凸関数になっていることがわかる。これは、投資家は利益が生じている場合には危険回避性を示すのに対し、損失局面に入ると危険愛好的な行動をとることを意味している。

投資家にとって、より確実な利益 (4,000 円と 2,000 円) からの主観的価値は、不確実な 6,000 円の利益からの主観的価値よりも高く、逆に、より確実な損失 (-4,000 円と -2,000 円) は、不確実な 6,000 円の損失より低い主観的価値を生じさせる⁶⁾。このように、不確実性の存在する市場 (例えば、株式市場) における投資家は、利益が出ているときは利益が減少するというリスクはあるが、さらなる利益を追求するよりも確実な利益を得ようとする。これに対して、損失が出ているときはそれを確定するよりも損失の縮小を狙い、さらなる損失拡大のリスク (不確実性) をとる方を好むのである。

これは、「処置効果」 (“Disposition Effect”) として説明されており (Weber and Camerer, 1998 参照), r より上では確実性が選択され、投資家は利益が十分に上がらないうちに利益を確定してしまう。一方, r より下では不確実性が選択され、投資家は損失を先送り (放置) してしまうのである。まさに、株式市場の格言: 「損切りは早めに、利食いはゆっくり」は、この傾向を戒めるものとなっている。

価値関数: $v(x)$ の第二の特徴は、利得局面: $x > 0$ と損失局面: $x < 0$ ではその限界的価値の増加水準 (絶対値): $v'(x)$ が異なり、後者の方がより大きいことである。これは、同程度の利益に比べて損失はより大きく評価され、投資家の感応度が強く (大きく) なることを意味している。

6) 各ケースと選択肢において、期待値は等しくなっている (1,500 円と -1,500 円)。

多くの実験結果からこの現象は見出されており、「損失回避現象」(“Loss Aversiveness”)と呼ばれている (Kahneman and Tversky, 1979 や Tversky and Kahneman, 1991 等参照). 損失は, 投資家にとって意思決定の失敗を意味し, 負の結果 (効果) を及ぼす. これは, 心理学で言う「認知的不協和」の発生であり, これを速やかに解消するために意思決定を行った投資家は, 自分の判断を正当化しようとする⁷⁾. この心理的プレッシャー (コスト) の発生は, 利得局面においては起こらないので, 損失局面との非対称性を生じさせることになる (ゴールドベルグ・ニーチュ, 2002 参照).

今, x と y の 2 つの正の富があるとし ($x > y$), 次のようなケースを考える.
[ケース 7]

A: 50%の確率で x の利得, 50%の確率で $-x$ の損失が生じる

$$(A=(x,0.5;-x,0.5))$$

B: 50%の確率で y の利得, 50%の確率で $-y$ の損失が生じる

$$(B=(y,0.5;-y,0.5))$$

この場合, B の方が選好されることになる. つまり,

$$\pi(0.5)v(y)+\pi(0.5)v(-y)>\pi(0.5)v(x)+\pi(0.5)v(-x)$$

となり, 両辺を $\pi(0.5)$ で割ると,

$$v(y)+v(-y)>v(x)+v(-x)$$

$$v(-y)-v(-x)>v(x)-v(y)$$

となる. ここで, $y=0$ とすると $v(x)<-v(-x)$ となり, 1 階微分した値は $v'(x)<-v'(-x)$ となる. このように, 損失局面 ($x < 0$) では, 限界価値の減少度合い:

7) 人々が複数の選択肢にさらされたとき, 自分が選んだ選択肢のネガティブな側面と選ばなかった選択肢のポジティブな側面を認知し, 自分の選択がベストであるか否かの内面の葛藤を有する. これを「認知的不協和」と言い, 自分の選択を正当化させるために否定的な情報を無視する行動を心理学では「認知的不協和の理論」として説明されている.

$-v'(-x)$ が利得局面の増加度合い： $v'(x)$ に比べて大きく、価値関数： $v(x)$ は $x < 0$ においてより傾きが急になっている。

この「認知的不協和」を速やかに解消したいという衝動は、意思決定者である投資家のコミットメントの強さに依存しており⁸⁾、コミットメントの度合いが高まるほど損失回避の傾向も強くなる。この場合、価値関数の傾き($-v'(-x)$)は、損失局面 ($x < 0$) においてさらに急になり、利得局面との非対称性が強調されることになる。

なお、このコミットメントは、「通常」の行動からの乖離が大きくなるほど強くなり⁹⁾、投資家が市場の趨勢に反する行動をとって損失を被った場合、より大きな心理的打撃を受けることを意味する(ゴールドベルグ・ニーチュ、2002参照)。この場合、さらに損失の確定は見送られ、より不確実な損失が選好されていくことになる¹⁰⁾。

以上のような価値関数の特性を考慮して、例えば現実の株式市場を考えた場合、投資家は株式購入時より利益を出している局面においてはより早く利益を確定し、逆に損失を出してしまうと放置してしまう傾向を示すことになる。この場合、反対売買(裁定取引)による市場均衡(効率性)達成は遅くなり、株価収益率の不確実性は、利得局面に比べて損失局面の方が大きくなっている。また、多くの投資家は、ポートフォリオに優良銘柄を組み込んでいるが(「通常」の行動)、収益性の観点から成長株(例えば小型株)を多く組み込んだポートフォリオの場合、その損失は投資家により強いダメージを与え(より強いコ

8) 「認知的不協和」には特定のコミットメント、すなわち意思決定に対する責任が要求され、意思決定を行うものがその決定に感情を付与する際に発生する。付与された感情が強くなるほど、コミットメントも強くなる。

9) ここでの「通常」は、真理とは関係なく大多数の人がとる行動、あるいは正しいと考える行動を意味する。この「通常」とされる行動から乖離した意思決定を行う場合、自分の意思決定に対する責任(コミットメント)がより強くなるという理論は、心理学では「通常からの逸脱理論」として説明されている。

10) 1995年のベアリング銀行破綻事件において、トレーダーのニック・リーソンは、デリバティブ取引(ショート・ストラドル)による損失を穴埋めしようと(損失を確定せず、損失による強いコミットメントから当初の意思決定を正当化すべく)、日経225先物のロング・ポジションをとることで日経平均を押し上げる行動に出た。しかし、阪神淡路大震災による日経平均の暴落で、さらなる巨額の損失(約1,380億円)を出してしまった。

ミットメントの発生), さらに危険愛好的な行動をとらせる。これにより, そのポートフォリオの価格変動リスクは, 利得局面と損失局面でより顕著な非対称性を示すことになる。

本稿では, プロスペクト理論で説明される価格収益率とその不確実性の関係について, 日本の株式市場におけるポートフォリオ・インデックス: 日経225 株価指数と他の危険資産ポートフォリオ: 追加型株式投資信託を用いた実証分析を行うことにする。ここで, 参照地点: r は利益も損失も出ていない収益率: 0 の状態とし, そこからの収益率の変化を正の収益率: 利得局面と負の収益率: 損失局面に分けて分析を行う。そして, 利得局面と損失局面でその不確実性 (ボラティリティ) の大きさが異なるか否か, とりわけ, 後者の方が大きくなっているか否か, 検証する。さらに, 人気投資信託の中で, 株式を中心にパッシブ運用をしている投資信託と分配回数の多い債券型の投資信託を比較するとともに, 収益性を重視したハイリターン・ハイリスクの投資信託と分配性を重視したローリスク・ローリターンの投資信託も比較する。これらの危険資産ポートフォリオにおいて, その収益率 (リターン) と不確実性 (リスク) の関係に違いがあるのか否か, 検証することにする。

3 投資信託のアノマリー

近年, 個人の資産運用手段として投資信託への関心は高まっており, 個人資産: 約 1,450 兆円のうちの 6%, およそ 88 兆円の純資産残高が計上されている (投資信託協会 (2006) の 2006 年 5 月のデータより)。特に, 金融ビッグ・バンにより 1998 年に銀行窓口, 2005 年に郵便局でその販売が解禁されてからは, 危険資産の中でもより馴染み易い人気金融商品になっている¹¹⁾。また, 2001 年には不動産投資信託が東京証券取引所に上場されるなどその商品種類も多様で, 投資家のニーズに対応すべく市場の裾野を広げている。

ここで, 投資信託とは, 投資家から集めた資金を用いて専門家 (ファンド・

11) 銀行窓口での投資信託運用残高は, 全体のおよそ 55% に相当する。

マネージャー)が複数の株式や債券に投資し、その利益を持分に応じて分配金として投資家に支払われる金融商品である。とりわけ、ポートフォリオに株式を組み入れることができ、投資家がいつでも購入することができる投資信託を追加型(オープン型)株式投資信託といい、純資産残高約43兆円もの主要投資信託商品になっている(投資信託協会、2006参照)。

この追加型株式投資信託においては、注目すべきアノマリーがある。利益水準ではなく、その分配回数が多い投資信託が好まれているのである。日本の追加型株式投資信託純資産残高のランキングを見てみると、第1表のように人気商品トップ10の中の6つが毎月分配型になっている。分配金が支払われると運用元本は減少し、また、各分配金には源泉徴収税の負担がかかってくるため、分配回数が多いと運用効率は下がることになる。投資家が同程度

第1表 追加型株式投資信託純資産ランキング

順位	投資信託の名称	運用会社	純資産残高(億円)	分配回数(年間)
1	グローバル・ソブリン・オープン	国際投信	52,514.63	12
2	ダイワ・グローバル債券ファンド	大和投信	11,146.56	12
3	日経225連動型上場投資信託	野村アセット	10,322.72	1
4	TOPIX連動型上場投資信託	野村アセット	9,488.30	1
5	財産3分法ファンド	日興アセット	8,294.59	12
6	パトナム・インカム・オープン	ニッセイ	7,662.53	12
7	DIAM高格付インカム・オープン	興銀第一ライフ	7,584.80	12
8	ピクテ・グローバル・インカム株式ファンド	ピクテ	7,139.34	12
9	上場インデックスファンドTOPIX	日興アセット	6,926.58	1
10	上場インデックスファンド225	日興アセット	6,501.70	1

(注) 投資信託協会(2006)の2006年5月のデータより作成。

の運用利益を1年間で受け取れる場合、分配回数が少ない方が収益率は高くなるのである¹²⁾。実際、同時期の利益率ランキングには、この分配型の人気商品は含まれていない(第2表参照)。

第2表 追加型投資信託利回り率(3年)ランキング

順位	投資信託の名称	運用会社	リターン3年	分配回数(年間)
1	インベスコ・店頭・成長株オープン	インベスコ	+317.6%	1
2	エンジェル・ファンド	ドイツェ	+315.5%	1
3	ジャパン・エンタープライズ・オープン	インベスコ	+313.9%	1
4	JF成長株・オープン	JPモルガン	+269.1%	1
5	ミュータント	日興アセット	+266.9%	1
6	コメルツ・日本小型株オープン	コメルツ	+258.8%	1
7	ドイツェ・ジャパン・グロース・オープン	ドイツェ	+252.5%	1
8	フィデリティ・セレクト・ファンド	フィデリティ	+247.1%	1
9	グローイング・エンジェル	ドイツェ	+245.8%	1
10	小型株ファンド “グローイング・アップ”	安田投信	+235.9%	1

(注) 投資信託協会(2006)の2006年5月のデータより作成。

より人気の高い分配型の投資信託は、ローリターンであってもよりリスクの少ない危険資産であり、正のリターンを確実に得ようとする投資家行動果：“Certainty Effect”によって支持されていると考えられる。では、負の

12) 伝統的なファイナンス理論の枠組みにおいて、最適なポートフォリオのリスクとリターンの組み合わせは資本市場線(CML)上で実現するが、これらのポートフォリオは、いずれもCMLの下方に位置することを意味し、他の最適なポートフォリオが存在するにも関わらず、非効率なポートフォリオが選好されている現象を表している。本稿では、これを「投資信託市場のアノマリー」として捉えている。このアノマリーについては、プロスペクト理論の価値関数を用いた「損益の分離と統合理論」で説明することが可能である。例えば、[ケース6]の損失局面では統合(-6,000円)が分離(-4,000円と-2,000円)より選好され、[ケース5]の利得局面では分離(4,000円と2,000円)が統合(6,000円)より選好されている。また、後者はその分配回数が多いほど、主観的価値： $v(x)$ が限界的に増加することが示されている(Thaler, 1985参照)。

収益率となる損失局面においては“Disposition Effect”によって、その損失を放置することによる不確実性の増大が生じているのであろうか。

そこで、本稿では日本の追加型株式投資信託について、プロスペクト理論の価値関数： $v(x)$ が示すように正の収益率が得られている利得局面においては不確実性がより小さく、負の収益率となる損失局面においては不確実性がより大きくなっているか否か、基準価格収益率の負の歪みについて検証することにする。また、利回り率が高い投資信託市場における投資家（ファンドマネージャー）は、より強いコミットメントから損失時により危険愛好的になっていると考えられるが、比較的ローリスクの人気投資信託との違いをリスクとリターンの関係から導き出すことができるのか、実証分析を行うことにする。これらの投資信託を比較することでその商品特性を見出すとともに、分配回数が多い投資信託がより選好されるというアノマリーについても言及していく。

4 推定方法と実証分析

危険資産のリスク（ボラティリティ）は未知変数であり、推定を行う必要がある。本稿では、このボラティリティについて、“Kernel Regression Model”を用いたノンパラメトリック推定量（“Kernel Density Estimator”）を求めるとともに、価格収益率の分布関数をノンパラメトリック回帰モデルで推定し、リターンとリスクの関係を検証することにする¹³⁾。

今、 R_t は t 期の価格収益率¹⁴⁾、 Z_t はそのDGPに影響を与えるファクター（1期前の価格収益率）を表しているとする、ポイント z におけるボラティリティ $V_t^{1/2}(z)$ は次のように示される。

$$V_t^{1/2}(z) = E[R_t^2 | Z_t = z] - (E[R_t | Z_t = z])^2 \quad (1)$$

この第1項と第2項を、(2)式：“Kernel Regression Model”の $f(X_t)$ を推定することによって求めていく¹⁵⁾。

13) 先行研究で多く使用されているパラメトリックなモデルによるボラティリティの推定では、モデルの特性から対称なリスクとリターンの関係が検出されやすい（Niizeki, 1998 参照）。

14) P_t を t 期の価格、 P_{t-1} を $t-1$ 期の価格とすると、その収益率は、 $R_t = \log(P_t/P_{t-1})$ となる。

15) $f(X_t)$ は、 Y_t の条件付期待値になっている。

$$Y_t = f(X_t) + v_t, \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

ここで、 Y_t は従属変数、 X_t は独立変数、そして v_t は誤差項 (*iid*) を表している。

変数系列における各ポイントで、“Kernel Density Estimate” は、次のように求められる。

$$f(x) = \frac{1}{Th} \sum_{i=1}^T K(w_i) \quad (3)$$

$$w_i = (x - X_i) / h \quad (4)$$

ここで、 T はサンプル・サイズ、 h は “band-width” を示しており、各ポイントにつきどの範囲のデータを収集するかを意味している¹⁶⁾。また、 $K(w_i)$ は、いわゆるヒストグラムの “box” を “smooth” にしたコブ (“bump”) を形成するウェイト関数を表している。ここでは、(5) 式のような “Epanechnikov” 型のカーネル関数を用いることにする¹⁷⁾

$$K(w_i) = \frac{3}{4} (1 - w_i^2) I(|w_i| \leq 1) \quad (5)$$

さらに、価格収益率とボラティリティの関係をこのカーネル関数を用いて、以下のような分布関数を推定することで分析する。ノンパラメトリックな回帰モデル：(2) 式の Y_t をボラティリティの推定値、 X_t を価格収益率とし、(6) 式のウェイト付き誤差の二乗和 ($m(x)$) を最小にするようなパラメタ： β を各ポイント： x で推定していく (Simonoff, 1996 参照)。ここで、 β は x によって異なる推定値をとっており、それを全ての観測データで推定することで、 Y_t と X_t の関係を曲線 (散布図) で表すことにする。

$$m(x) = \sum_{i=1}^T (Y_i - \beta_0 - \beta_1(x - X_i))^2 K(w_i) \quad (6)$$

16) h をいかに設定するかという問題は、推定量の良し悪しに関わる重要な問題である。その選定は、バイアスと標本分散との “tradeoff” で決定されるが、ここでは Silverman (1986) に従い、 $0.9T^{-\frac{1}{5}} \min(s, R/1.34)$ とする。ここで、 s は標準偏差、 R はレンジを示している。

17) ポイントからより遠いデータについては、低いウェイトを課すことで “smoothing” を行っていく手法である。他にも標準カーネル関数等があるが、本稿では、分布関数の形状がより明確に推定された “Epanechnikov” 型カーネル関数を用いた結果を示すことにする (Silverman, 1986 参照)。

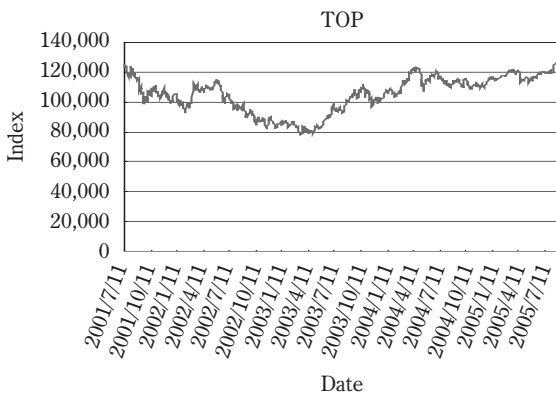
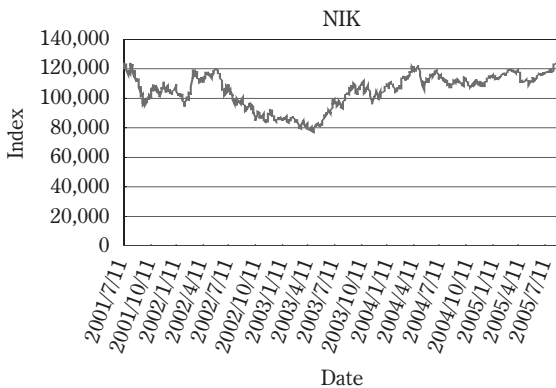
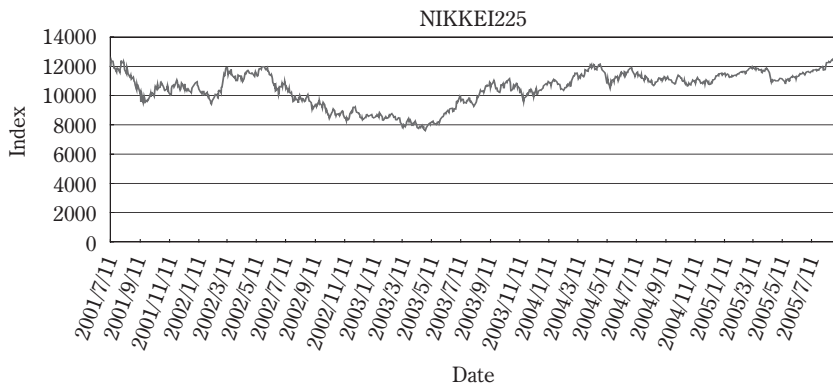
本稿では、以上のノンパラメトリック回帰モデルを用いて、危険資産市場における代表的ポートフォリオの収益率とボラティリティの間の非対称な関係について、実証分析を行っていく。

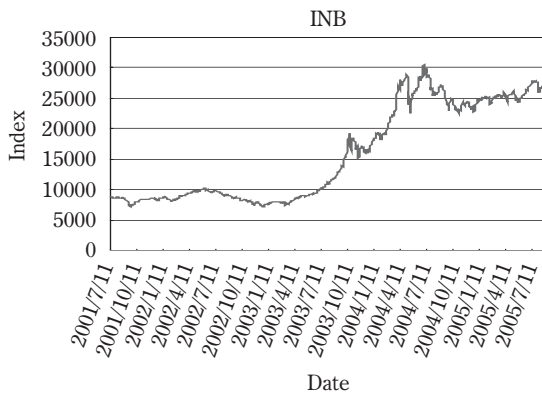
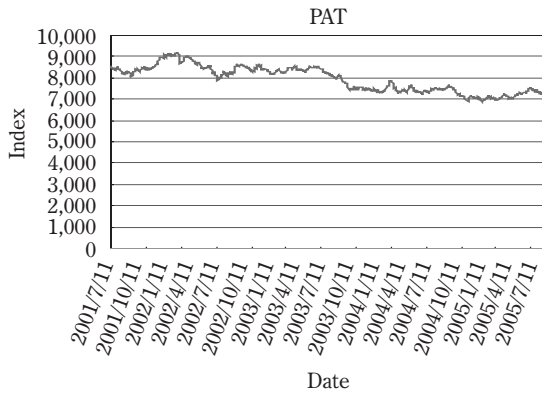
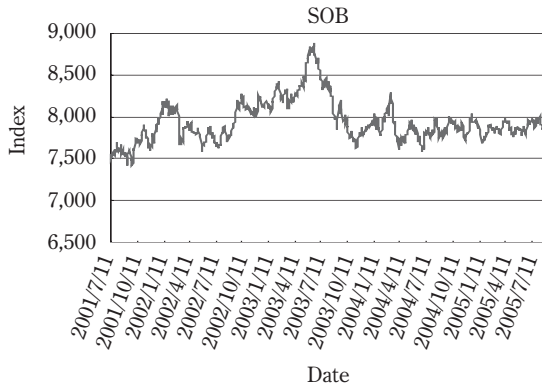
まず、ベンチマークとして、東京証券取引所第一部上場の225社の優良銘柄によるポートフォリオ・インデックス：日経225株価指数（NIKKEI225）を用いる。次に、純資産残高の高い人気投資信託から（第1表参照）、分配回数の多いポートフォリオ（分配型ポートフォリオ）：「グローバル・ソブリン・オープン」（SOB）と「パトナム・インカム・オープン」（PAT）、そして日本の株式市場と連動性が高いポートフォリオ（連動型ポートフォリオ）：「日経225連動型上場投資信託」（NIK）と「TOPIX連動型上場投資信託」（TOP）を用いる¹⁸⁾。さらに、国内株式を中心に運用し、高い収益をあげている投資信託から（第2表参照）、収益型ポートフォリオとして、「インベスコ・店頭・成長株オープン」（INB）と「コメルツ・日本小型株オープン」（KOM）を用いる¹⁹⁾。

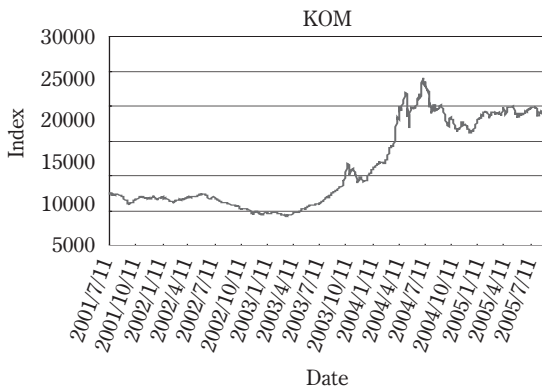
サンプル期間は、日本経済が低迷期から脱却し、危険資産を用いた資産運用に注目が集まるようになった2001年7月11日から2005年8月31日までで、日次データ（サンプルサイズ：1017）を使用している。各ポートフォリオ・インデックス（投資信託は基準価格）の時系列グラフは、第2図のように表される。ここで、横軸：Dateは日付けを、縦軸：Indexはポートフォリオ・インデックス（価格）を各々、示している。これによると、日経225株価指数と連動型ポートフォリオ・インデックスの動きが類似しており、パッシブ運用型のファンドの特性が見られる。また、収益型ポートフォリオ2つの動きも類似しており、株式市場が上向きに転じた2003年9月以降、急激な伸びを見せている。これに対し、分配型ポートフォリオ2つのインデックスは、各々異なる動きを示す

18) これらは、第1表の第1位と6位、ならびに第3位と4位の商品であるが、他の分配型ポートフォリオの人気商品：第2位と5位、第9位と10位等は、本研究のサンプル期間においてデータが入手できず、サンプルサイズが小さかったため使用していない。しかし、異なるサンプル期間において同様の実証を行い、各ポートフォリオ群でほぼ同様の結果を得ている。

19) これらは、第2表の第1位と6位の商品であるが、第1表と同様、他の投資信託は、本研究のサンプル期間においてデータが入手できなかったため用いていない。







第2図 ポートフォリオ・インデックスの時系列グラフ

とともに、株式市場好況時に低迷している。これは、これらの投資信託が債券を中心に運用していることに起因していると考えられる。なお、各投資信託の基準価格と日経225株価指数との相関係数を見てみると、連動型ポートフォリオの相関係数が高く、分配型ポートフォリオは負の相関係数をとっている(第3表参照)。

第3表 インデックスの基本統計量と相関係数

	Mean	S.D.	Corr	Vol
NIKKEI225P	10490.66	1159.066	1	—
NIKP	105196.3	11570.40	0.999739	5766
TOPP	105061.3	12159.46	0.979173	7164
SOBP	7941.835	251.9038	-0.654578	43580
PATP	7927.777	606.8454	-0.501792	8989
INBP	15847.97	7875.016	0.657566	75
KOMP	11187.73	6063.295	0.694929	17

(注) ここで、各変数について Mean は標本平均、S. D. は標本標準偏差、Corr は相関係数、そして Vol は純資産残高増(投資信託のみ、単位: 億円)を表している。また、NIKKEI225P は日経225株価指数、NIKP は「日経225連動型上場投資信託」の基準価格、TOPP は「TOPIX連動型上場投資信託」の基準価格、SOBP は「グローバル・ソブリン・オープン」の基準価格、PATP は「パトナム・インカム・オープン」の基準価格、INBP は「インベスコ・店頭・成長株オープン」の基準価格、そして KOMP は「コメルツ・日本小型株オープン」の基準価格を各々、示している。

次に、サンプル期間におけるこれら7つのポートフォリオの価格変化率(リターン)とボラティリティ(リスク)の推定値((1)式の“Kernel Density Estimate”)

を求めると、その基本統計量は第4表のようにまとめられる。

第4表 リターンとリスクの基本等計量

	NIKKEI225R	NIKR	TOPR	SOBR	PATR	INBR	KOMR
Mean	5.59E-06	7.85E-06	2.51E-05	5.25E-05	-0.000127	0.000482	0.000402
Max	0.057352	0.057139	0.046149	0.021716	0.024523	0.026876	0.035836
Min	-0.068645	-0.068714	-0.065418	-0.026493	-0.026726	-0.045934	-0.047447
S.D.	0.014111	0.014082	0.012209	0.005236	0.005745	0.005918	0.006073
$V^{1/2}$	0.006003	0.005992	0.005167	0.002258	0.002484	0.005470	0.005391

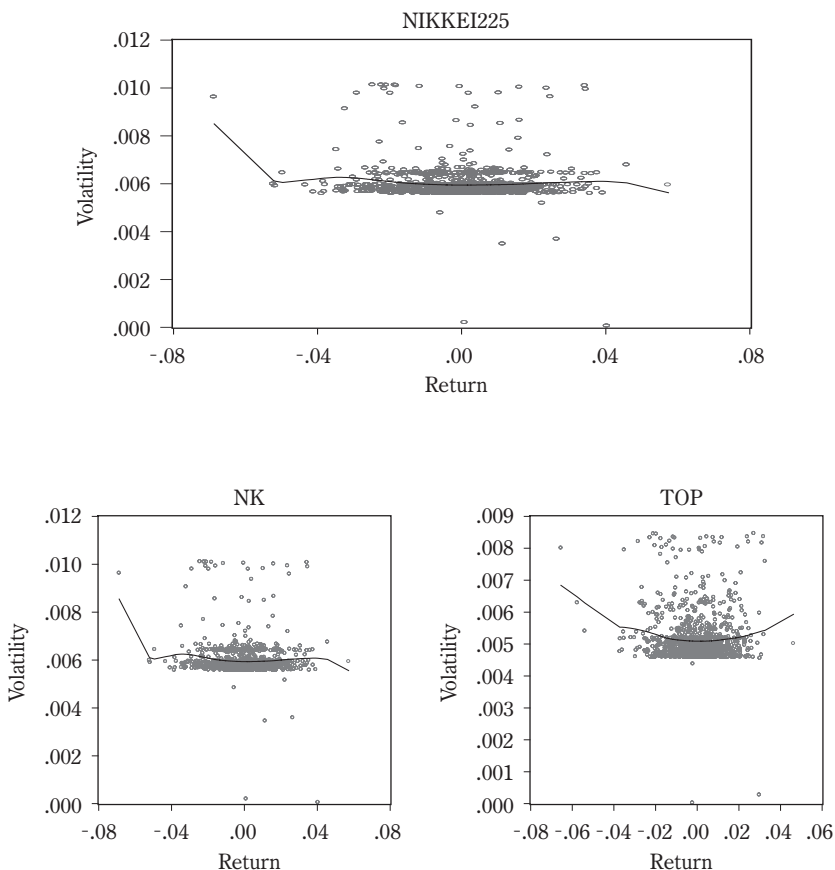
(注) ここで、各変数について Mean は標本平均、Max は最大値、Min は最小値、S. D. は標本標準偏差、そして $V^{1/2}$ はボラティリティを表している。また、NIKKEI225R は日経 225 株価指数の収益率、NIKR は「日経 225 連動型上場投資信託」の収益率、TOPR は「TOPIX 連動型上場投資信託」の収益率、SOBR は「グローバル・ソブリン・オープン」の収益率、PATR は「パトナム・インカム・オープン」の収益率、INBR は「インベスコ・店頭・成長株オープン」の収益率、そして KOMR は「コメルツ・日本小型株オープン」の収益率を各々、示している。

第4表から、サンプル期間において高いリターンが得られているのは収益型ポートフォリオであり、低いリスクになっているのは分配型ポートフォリオであることがわかる。これに対し、連動型ポートフォリオのパフォーマンスはマーケット・インデックスよりは良いが、他の投資信託よりローリターン・ハイリスクになっている²⁰⁾。このことから、特に「グローバル・ソブリン・オープン」が「日経 225 連動型上場投資信託」や「TOPIX 連動型上場投資信託」より人気ランキングの上位に位置しているのは、当然であると考えられる。それでは、マーケット・リスクより低いリスクをとっており、分配型ポートフォリオより高いリターンをあげている収益型の投資信託の純資産増が少なく、人気がないのはなぜであろうか。ポートフォリオのリスクとリターンの関係から分析を行っていく。

そこで、被説明変数をボラティリティ、説明変数を価格収益率としたノンパラメトリック回帰モデル：(2) 式をカーネル関数を用いて推定し、分布関数を描くと第3図のような曲線（散布図）が得られた。ここで、横軸：Return

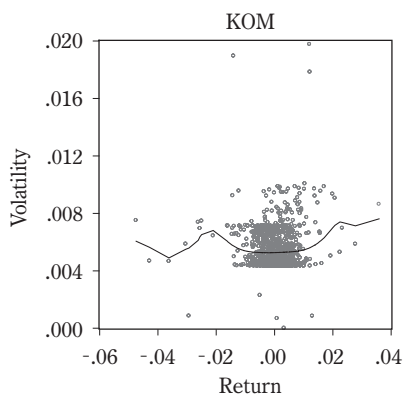
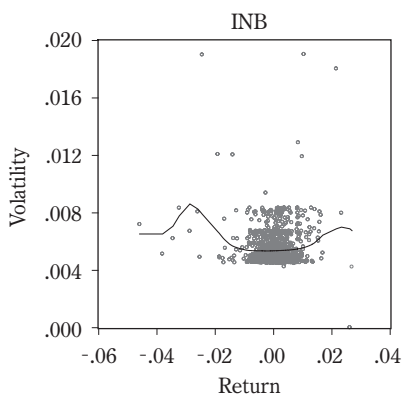
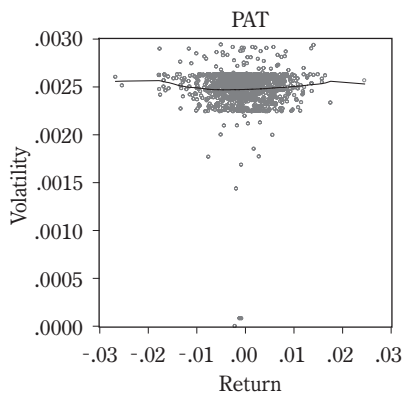
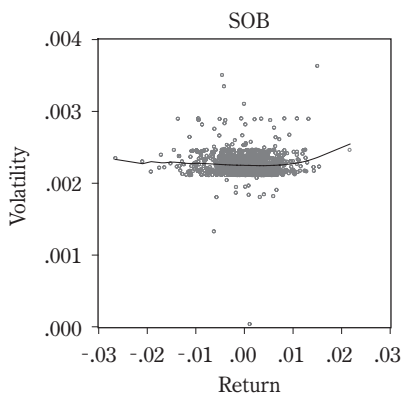
20) 一般的に、株式を組み入れた投資信託（株式型ポートフォリオ）は、債券のみで運用する投資信託（債券型ポートフォリオ）と比較し、ハイリスク・ハイリターン商品と言われている。しかし、このサンプル期間における第1表の株式型ポートフォリオは、債券型ポートフォリオに比べてローリターンになっている。

は価格収益率, 縦軸: Volatility はボラティリティを表している. また, パラメトリックな回帰分析のパラメーター: β_1 と P 値を第 5 表に示している²¹⁾.



まず, 日経 225 株価指数の散布図から日本の株式市場において, そのリスクとリターンの関係に非対称性があることがわかる. 正のリターン (利得局

21) ノンパラメトリックな回帰モデルにおける係数は, 各ポイントで異なるためサンプル全体での係数の推定値を求めることができない. そこで, パラメトリックな回帰モデル: $V_t^{1/2} = \beta_0 + \beta_1 R_t + u_t$ を推定し (誤差項: u_t は *iid*), β_1 の推定値を参照することにする.



第5表 リターンとリスクの回帰分析

	NIKKEI225R	NIKR	TOPR	SOBR	PATR	INBR	KOMR
β_1	-0.003984	-0.003989	-0.003665	-2.83E-05	0.000596	-0.002246	0.022698
P-value	0.0125	0.0123	0.0722	0.9786	0.5835	0.7490	0.0038

(注) ここで、各変数について β_1 は、回帰モデル: $V_t^{1/2} = \beta_0 + \beta_1 R_t + u_t$ を最小二乗法、及び一般化最小二乗法によって推定したパラメタの推定値、そして P-value はその P 値を示している。また、変数記号は説明変数を示し、第4表と同様の意味を持つ。

面)に比べ、負のリターン(損失局面)の方がリスクが大きいのである。これは、先に示した行動ファイナンスの価値関数が示唆するように(第1図参照)、株式市場の下落時において投資家は危険愛好的になっており、損失を放置することにより市場の不確実性がより増大していることを意味している。なお、連動型ポートフォリオについても同様の結果を見出しており、日本の株式市場における投資家行動が²²⁾、プロスペクト理論における“Reflection Effect”や“Disposition Effect”を持っていることがわかる。

これに対し、人気ランキング上位の分配型ポートフォリオについては、リスクとリターンの間に明確な因果関係が見られない²³⁾。これらのポートフォリオのリスクはリターンに関係なく一定で、正の収益率となる利得局面と負の収益率となる損失局面で、ほぼ同様の大きさの不確実性が存在していることがわかる。これは、分配型の投資信託が債券を中心に組み込んだポートフォリオであることから、株価収益率の負の歪みを反映していないことに寄るものと考えられる。つまり、債券価格の変動率については、プロスペクト理論が示すような投資家行動(価値関数)で説明できないことを意味している。

最後に、収益型のポートフォリオの散布図は他のポートフォリオと異なり、極端に大きな正の収益率や負の収益率においては、分布の“Kick”が見られる。収益率が0を中心に絶対値で0.2の範囲においては、ほぼ対称な分布の形状を示しているが、-0.2以下、あるいは0.2以上の範囲においては、異なる形状を表している。とりわけ、負の収益率:損失局面においては分布の“Kick”が顕著であり、不確実性の動向に一定のトレンドがないことがわかる。また、「インベスコ・店頭・成長株オープン」の散布図からは負の歪みについての有意性は見られないものの、損失局面において高いリスクが存在することがわかる。これは、収益性重視の観点から成長株・小型株を多く組み込んだこれらポートフォリオの場合、その損失は投資家により強いダメージを与

22) 投資信託の場合は、ファンドマネージャーの行動となる。

23) 「グローバル・ソブリン・オープン」については、正のリターンの方がリスクが大きいという正の歪みが若干見られるものの、有意な推定値は得られていない。

え、さらに危険愛好的な行動をとらせることで、不確実性を増大させるというプロスペクト理論の説明と合致する。逆に、「コメルツ・日本小型株オープン」の収益率とボラティリティの間には、有意な正の因果関係が見られる。これは、収益率が高くなるほど不確実性が増大していることを意味し、格言：「損切りは早めに、利食いはゆっくり」が実行されていることを示唆する。つまり、投資家は、利得局面においてさらなる正のリターンを追求し、高いリスクを生み出しているのである。

以上、分配型、及び収益型のポートフォリオ（投資信託）については、明確な収益率の負の歪みを見出すことはできなかった。しかし、収益型ポートフォリオにおいては、損失局面における不確実性の動きに一定のトレンドがなく、投資信託購入者にとっては、より“Risky Assets”になっていることがわかった。これに対し、分配型ポートフォリオの不確実性は、利得・損失局面といったリターンに関係なく一定の水準を保っており、より“Riskless Assets”になっていると考えられる。したがって、分配型の投資信託には運用効率の低下という非効率性が存在するものの、価格変動にとらわれずロー・リスクを保つという商品特性を有しており、これが広く投資家に支持される理由であると考えられる。

5 結 論

本研究は、危険資産価格のリスクの大きさが正のリターンと負のリターンで異なるか否か、日本の株式市場、並びに追加型株式投資信託を用いて実証分析を行った。その際、ノンパラメトリックな回帰分析手法を用いてリスクの指標となる価格収益率のボラティリティを推定するとともに、それを用いた収益率の分布関数を推定し、両者の関係を検証した。また、これらの実証結果を分析する上で行動経済学のプロスペクト理論を用い、危険資産価格のリターンとリスクの観点から投資家行動を説明している。

日本の景気回復期で、株式をはじめとする危険資産を用いた資産運用が活

性化してきた2001年7月11日から2005年8月31日を分析期間とし、4つのポートフォリオ：日経225株価指数、連動型ポートフォリオ（「日経225連動型上場投資信託」と「TOPIX連動型上場投資信託」）、分配型ポートフォリオ（「グローバル・ソブリン・オープン」と「バトナム・インカム・オープン」）、収益型ポートフォリオ（「インベスコ・店頭・成長株オープン」と「コメルツ・日本小型株オープン」）を分析対象とした。その結果、以下の3つのファクトが観測された。

第一に、日本の株式市場におけるマーケット・インデックス：日経225株価指数とそれと連動するようにパッシブ運用されている投資信託：連動型ポートフォリオは、その収益率の分布に負の歪みを有していることがわかった。負のリターン（損失局面）においては正のリターン（利得局面）より大きなリスク（ボラティリティ）が観測され、プロスペクト理論で説明される危険愛好型の投資家行動が見出せた。これは、日本の株式市場における投資家行動が、プロスペクト理論における価値関数で説明されることを意味している。

第二に、よりハイリターン・ハイリスクな投資信託：収益型ポートフォリオにおいては、その価格収益率と不確実性の間に明確な負の因果関係を見出すことはできなかった。しかし、負のリターンが大きいより損失の大きな局面においては、その分布関数が異なる形状を見せており、一定のリスクとリターンの関係を持たないことがわかった。また、「コメルツ・日本小型株オープン」に関しては、より大きな利得局面においてはさらなる不確実性の増加が生じており、プロスペクト理論における処置効果が見られなかった。これは、この投資信託を運用している投資家（ファンド・マネージャー）が格言：「損切りは早めに、利食いはゆっくり」を実行していることを意味している。

第三に、人気の高い投資信託で利益分配の回数が多い投資信託：分配型ポートフォリオにおいては、そのリターンとリスクの間に有意な因果関係は見られず、正・負の収益率に関係なく低いリスク水準を保っていることがわかった。これらの投資信託が株式ではなく債券を中心に組み込んだポートフォリオで

あることから、債券の価格収益率の分布は、株式のそれとは異なり負の歪みを持たないことがわかる。また、これら投資信託のように利益の分配回数が多きことは、運用効率の観点から望ましくないと考えられるが、より確実な利益をより低い安定的なリスクで達成するという特徴は、プロに資産運用を任せるより危険回避的な個人投資家にとって、魅力的な商品であると考えられる。これが、収益型ポートフォリオに比べて、リターンは低いものの高い純資産残高（人気）を保持している理由であると考えられる。

以上のように、本研究は、日本の株式市場におけるリスクとリターンの関係を行動ファイナンスの理論を用いて説明することが可能であること、日本の投資信託市場におけるアノミーをこれらの関係から解明することができることを示した。今後、アンケート等の手法によって、さらなる行動ファイナンスの理論・実証分析を拡充するとともに（例えば、「損益の分離と統合理論」について）、より精巧な計量手法を用いて、価格収益率とボラティリティの関係を推定・検定していきたい。また、本論においては計量手法（ノンパラメトリック法）の制約から大きなサンプル・サイズが必要となり、分析対象となる投資信託が少なかった。今後、さらに対象商品を増やし、運用資産が異なる投資信託（例えば、債券型投資信託と株式型投資信託や国内型投資信託とグローバル型投資信託）の比較等、投資信託に関して詳細な分析を行っていきたい。

【参考文献】

- Black, F., (1976) "Studies of Stock Price Volatility Changes," Proceedings of the 1976 meetings of the Business and Economics Statistics Section, *American Statistical Association*, pp.177-181.
- Chen, J., H. Hong, J. C. Stein, (2000) "Forecasting Crashes: Trading Volume, Past Returns and Conditional Skewness in Stock Prices," *NBER Working Paper*, No.7687.
- Christie, A. A., (1982) "The Stochastic Behavior of Common Stock Variances," *Journal of Financial Economics*, Vol.10, pp.407-432.
- Duffee, G. R., (1995) "Stock Returns and Volatility: A Firm-level Analysis," *Journal of Financial Economics*, Vol.37, pp.399-420.
- French, K. R., G. W. Schwert, and R. F. Stambaugh, (1987) "Expected Stock Returns and Volatility," *Journal of Financial Economics*, Vol.19, pp.3-29.
- Hong, H., and J. C. Stein, (1999) "Differences of Opinion, Rational Arbitrage and Market Crashes," *NBER Working Paper*, No.7376.
- Kahneman, D., and A. Tversky, (1979) "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk," *Econometrica*, Vol.47, pp.263-291.
- Niizeki, K. M., (1998) "The Japanese Stock Rate of Return and Volatility: A Comparison of Methods to Estimate Volatilities," *The Doshisha University Economic Review*, Vol.55, pp.33-50.
- Pindyck, R. S., (1984) "Risk, Inflation, and the Stock Market," *American Economic Review*, Vol.74, pp.335-351.
- Poterba, J. M., and L. H. Summers, (1986) "The Persistence of Volatility and Stock Market Fluctuations," *American Economic Review*, Vol.76, pp.1142-1151.
- Silverman, B. W., (1986) *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, London: Chapman and Hall.
- Simonoff, J. S., (1996) *Smoothing Methods in Statistics*, New York: Springer-Verlag.
- Thaler, R.H., (1985) "Mental Accounting and Consumer Choice," *Marketing Science*, Vol.4, pp.199-214.
- Tversky, A., and D. Kahneman, (1991) "Loss Aversion and Riskless Choice: A Reference

- Dependent Model," *Quarterly Journal of Economics*, Vol.6, pp.1039-1061.
- von Neumann, J., and O. Morgenstern, (1944) "Theory of Games and Economic Behavior," Princeton : Princeton University Press.
- Weber, M., and C. Camerer, (1998) "The Disposition Effect in Securities Trading: An Experimental Analysis," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol.33, pp.167-184.
- 投資信託協会, (2006) <http://www.toushin.or.jp>, 社団法人・投資信託協会 H.P.
- 新関三希代・牧大樹, (2005) 「日経 225 株価指数と先物・オプション価格の関係——非線形共和分検定による実証分析——」『ワールドワイドビジネスレビュー』（同志社大学）第6巻第2号, pp.1-15.
- ヨハヒム・ゴールドベルグ, リュディガー・フォン・ニーチュ, (2002) 『行動ファイナンス』ダイヤモンド社（眞壁昭夫監訳）.

The Doshisha University Economic Review Vol.58 No.3

Abstract

Mikiyo Kii NIIZEKI, *Empirical Tests between Risks and Returns: An Analysis with a Prospect Theory*

This paper investigates the correlation between the volatilities and the indices returns using daily data for Nikkei 225 and Japanese Open Stock Investment Trusts. Both a prospect theory and a nonparametric regression method are used to investigate a negative relationship between volatilities and returns.

Three important features are found. First, the volatilities of both the Japanese stock index and the funds whose indices are connected with the stock market indices are found to depend negatively on the returns. This negative relationship is shown with a value function in the prospect theory. Second, the volatilities are not related to the returns of the funds with the monthly dividends and the funds whose returns are higher than the other funds. Third, the volatilities of the funds with the monthly dividends keep low levels at all the returns. This is a reason why the funds are the most popular.