

岡山大学経済学会雑誌36(4), 2005, 139~153

## 金融知識の習得とポートフォリオの最適化\*

西村佳子・西田小百合・村上恵子  
(京都産業大学) (瀬戸内短期大学) (広島県立大学)

1. はじめに
2. 効率的フロンティアの導出
3. 分析
4. おわりに

### 要 約

本稿では、金融資産管理シミュレーション・ゲームを実施して得たデータを基に、家計の選択するポートフォリオの効率性について検証を行う。資産選択の効率性を論じる指標として、平均分散アプローチによって導出した効率的フロンティアからの距離を用いる。Probit分析から得られた結果と、Panel Probit分析から得られた結果は概ね整合的である。Panel Probit分析の結果から示唆されることは、ゲーム参加者のうち、新たに習得した知識をより理解している者、過去の投資資産数の多い者、今後、株式市場が好転すると予測している者のポートフォリオの効率性は上昇し、資産選択の直前の株価の上昇は、ポートフォリオの効率性を低下させることである。また、ゲーム参加者の過去のポートフォリオの運用成績は、ポートフォリオの効率性に影響を与えない。

### 1. はじめに

Markowitz (1952, 1959) によって定式化されたポートフォリオ理論は、投資家が危険回避的であることを仮定し、投資家の期待効用が将来得ることのできる収益の期待値とその分散で表現できるとした。投資家は、実現可能な投資機会集合の中から、期待効用が最大になる点を最適なポートフォリオとして選択する。Brennan (1989) が指摘するように、全ての投資家が証券の同時分布について同一の予測を共有するという前提は、かなり大胆である。しかし、平均分散アプローチは実務上注目され、1960年代から70年代にかけて資本資産価格モデル (CAPM) として発展したことは、周知の通りである。

筆者らはこれまで、若年期における金融知識の習得が家計の金融資産選択にどのような影響を及ぼすのかについて興味を持ち、研究を進めてきた。村上他 (2003) では、教育によって金融知識を蓄積す

---

\*本研究は、日本学術振興会 (平成14年度科学研究費補助金・課題番号14530119) より研究助成を受けております。記して感謝の意を表します。

る各段階で、被験者（大学生）はリスク資産への投資割合を変化させるが、一意的にリスク資産への投資割合を増やすわけではないことを示した。この結果は、リスク資産への投資割合が個人のリスク回避度と密接に関連していることに起因するのではないかと考え、村上他（2004）では、被験者をリスク回避度、教育提供の有無、教育内容の理解度別にグループ化した上で、調査期間中のリスク資産に対する資産配分比率の推移を観察することにより、体系的な金融教育が、被験者の行動をより合理的なものへ変化させる可能性があることを示した<sup>1</sup>。本稿では、より客観的な指標として効率的フロンティアからの距離という物差しを用いて、金融知識の習得を初めとするいくつかの要因が家計の資産選択行動を合理的な方向に導いているか否かについて、検証を行う。

金融分野に限らず、教育の効果を測定し、分析を行う試みは始まったばかりである<sup>2</sup>。しかも、Bernheim, Garrett and Maki（2001）が指摘するように、教育は、その性質上、効果が社会において観察できるのは、長い年月を経てからであることが多く、短期的に教育効果を測定することは容易ではない。その上、わが国では、家計に対して体系的な金融知識を提供する試みが始められたばかりであり、金融知識を習得した家計によって選択されたポートフォリオの効率性が、知識習得前と比較して上がっているかどうかを検証することは困難である。このような検証可能性の問題から、本稿では、金融知識の習得と平行して金融資産選択シミュレーション・ゲームを行い、被験者（大学生）のポートフォリオの効率性がどう変わるかを調べることによって、金融知識の習得が資産選択に与える影響について論じる。

本稿では、ポートフォリオの効率性を、効率的フロンティアからの距離によって捉える。効率的フロンティアの導出に関しては、三菱証券経済調査部（2003）が、わが国家計の効率的フロンティアとして、CAPMを用いた「家計の期待を反映した効率的フロンティア」とリスク資産の過去の平均収益率から導出した「市場実績に基づく効率的フロンティア」を導出するなど、主に実務界から、フロンティアの導出に関する研究成果が報告されている。また、Shefrin and Statman（2000）は、behavioral portfolio theory に基づいた効率的フロンティアと、平均分散アプローチに基づいたフロンティアは一致しないことを指摘しており、このことから、フロンティアの導出には複数のアプローチが存在することが分かる<sup>3</sup>。今回は、複数の手法の中から技術的に無理のない<sup>4</sup>平均分散アプローチに基づいた効率的フロンティアを用いて分析することとする。なお、筆者らの知る限り、導出された効率的フロンティアを用いて、金融知識の習得と選択されたポートフォリオの効率性の変化を分析した研究は存在しない。

1 Muller（2003）もまた、リスク回避度の異なる個人別に、金融教育が金融資産選択に与える影響を分析している。ここでは、確定拠出型年金における個人の金融資産選択について、リスク回避度が高く、かつ退職までの期間が長い個人ほど、金融教育を受けた後に、株式への投資割合を上昇させていることが明らかにされている。

2 筆者らとはアプローチが異なり個人の意思決定に注目したものではないが、松繁（2004）や小塩（2002）のような研究成果が発表されている。

3 彼らの behavioral portfolio theory は、プロスペクト理論とメンタルアカウンティングの考え方を組み合わせる形で、展開されており興味深い。さらに、期待収益率と標準偏差だけでなく、目的とする収益率や目標からの乖離率といったアカウントごとのリスク選好についても重要視している。

4 CAPMを用いる場合、ベータの算出が必要である。その際、市場ポートフォリオを導出しなければならないが、外貨資産まで含め幅広い金融資産による精密な市場ポートフォリオの導出は難しい。

次節以降の構成は以下の通りである。2節では、効率的フロンティアの導出について述べる。3節では、2節で導出した効率的フロンティアを用いて、家計が金融知識を習得することによって、その金融資産選択行動が合理的になるのかを検証する。4節では、本稿の結論と、今後の課題について述べる。

## 2. 効率的フロンティアの導出

筆者らは、家計が金融知識を習得することによってその金融資産選択行動は合理的になるのかという問題について興味を持っている。これは「家計の選択するポートフォリオの期待収益率とリスクの組み合わせが、効率的フロンティア上の期待収益率とリスクの組み合わせに近づくのか」という問題だともいえる。この問題を検証するための物差しとして、我々は、ポートフォリオの効率的フロンティアからの距離を使うことにした。この節では、効率的フロンティアの導出について述べる。

効率的フロンティアの導出で用いるデータは、京都産業大学（2002年度秋学期）および広島県立大学（2003年度春学期）に、金融資産選択シミュレーション・ゲームを実施して得たデータの一部である<sup>5</sup>。ゲーム参加者は、10年間程度は使用する予定のない資金を、ゲームで提示される10の金融資産から選んだ任意の資産に投資する。ただし、Web上で投資比率を選択してゲームを行う技術的な制約により、ひとつの金融資産に投資できる割合は、保有資金の0パーセントから100パーセントまでの10パーセント刻みに制限される。

筆者らは、ゲームで提示される10の金融資産について1986年からゲーム実施時期までのそれぞれ価格もしくは利率・利回りの月次データの時系列グラフを示し、長期的にはこれまでと同じような収益とその変動が生じることが見込まれることを強調した上で<sup>6</sup>、ポートフォリオの選択を行うように求めた。この際、実際の社会において家計が資産選択を行う状況と類似の環境を作るために、個々の金融資産についての過去の収益率や標準偏差の数値は開示していない。

### 2.1 ポートフォリオの最適化

最も単純な、投資制約が存在しない場合のポートフォリオの効率的フロンティアについて考える。なお、ポートフォリオの最適化の数値解析の技法については、今野他（1988）、竹原（1997）などに詳しい。

市場に  $n$  種類の金融資産が存在するとし、家計が初期の保有資金のうち第  $i$  番目の資産に配分する資金の割合を  $x_i$  と表す。このとき、 $\sum_{i=1}^n x_i = 1$  である。第  $i$  番目の資産の期待収益率を  $r_i$ 、第  $i$  番

5 我が国では金融教育に関するカリキュラムの検討と教育の提供が始まったところであり、教育効果の測定手法も確立していない。筆者らは、教育効果を測定するために利用できる客観的データがないため、独自にデータ作成を行っている。村上他（2003）では、大学生を家計の代理変数と仮定し、彼らを被験者として金融教育の提供、各被験者の資産配分調査、教育内容理解度調査を交互に実施するゲームを行って、データを得ている。講義内容の詳細については、村上他（2003）を参照のこと。

6 このような説明を行ったのは、金融知識の習得によってより効率的なポートフォリオを選択することができるようになるか否かを調べるためであり、ゲーム参加者の市場に対する長期的な予測のバラツキを小さくすることを意図している。

目と第  $j$  番目の資産の収益率の共分散を  $\sigma_{ij}$  とし、 $n$  種類の資産の期待収益率  $r_1, \dots, r_n$  からなる  $n$  次元列ベクトルを  $R$  とする。また、共分散  $\sigma_{ij}$  を成分とする  $n \times n$  行列を  $V$  とし、 $V$  は正定値で逆行列を持つと仮定する。ただし、 $x$  は  $x_i$  を第  $i$  成分とする列ベクトルであり、 $x'$  は  $x$  の転置ベクトルである。ポートフォリオの期待収益率  $r_p$  は、

$$r_p = x'R$$

ポートフォリオの分散  $\sigma_p^2$  は、

$$\sigma_p^2 = x'Vx$$

となる。このとき、ポートフォリオの最適化問題は、

$$\begin{aligned} & \text{minimize } x'Vx \\ & \text{subject to } \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ & \quad x'R = r_p \end{aligned}$$

ということになる。

この問題は、投資制約が存在しない場合には、ラグランジュ未定乗数法によって解くことができるが、本稿で行ったゲームでは、10種類の金融資産について、保有資金のうち0パーセントから100パーセントまでの10パーセント刻みで投資するという制約があり、事実上、空売りを禁止している<sup>7</sup>。したがって、このような場合の最適値の計算は、制約がない場合に比べるとアルゴリズムが非常に複雑になる。本稿では、エレガントさにかける方法ではあるが、想定される全てのポートフォリオについて期待収益率と標準偏差を計算し、ある期待収益率の水準において最小の標準偏差を選び出し、効率的フロンティアを導出する。

## 2.2 効率的フロンティアの導出

ゲーム参加者によって選択されるポートフォリオにおいて、第  $j$  番目の資産への配分を  $0.1 \times i_j$  ( $i_j$  は0から10までの整数) とすると、制約条件により、 $i_1 + i_2 + \dots + i_{10} = 10$  である。10種類の金融資産について、保有資金のうち0パーセントから100パーセントまでの10パーセント刻みで投資する場合、考えられる全ての資産配分の組み合わせは、

$$\sum_{i_1=0}^{10} \sum_{i_2=0}^{10-i_1} \sum_{i_3=0}^{10-i_1-i_2} \dots \sum_{i_{10}=0}^{10-i_1-i_2-\dots-i_9} = 92378$$

7 今回ゲームで提示した期間(1986-2002)の収益率と標準偏差のデータでは、リスク水準の割に収益率が高い資産や、その逆があり、実際には空売りをした方が有利と思われるケースがあった。しかし、現実の家計と同様にゲーム参加者は空売りの知識を有していないし、制度上も空売りが容易にできる状況にはないため、最小資産配分比率を0としている。

通りとなる。

効率的フロンティアを求めるために、この92378通りのポートフォリオ全てについて、ポートフォリオの期待収益率  $r_p$  とポートフォリオの分散  $\sigma_p^2$  を算出する。計算で使用する各金融資産の期待収益率  $r_i$  および分散  $\sigma_i^2$  は観測できない値であるため、1986年10月から2002年9月までの各金融資産の平均収益率と標準偏差で代用した<sup>8</sup>。各金融資産の平均収益率と標準偏差は図2-1に示されている。

このようにして計算したポートフォリオの期待収益率  $r_p$  は小数となる。粗視化 (coarseness) のため、今回は小数第3位を四捨五入することとする。四捨五入することにより、粗視化によって同じ期待収益率をもつ複数のポートフォリオの比較が可能になる。したがって、そのうち最小の分散  $\sigma_p^2$  を与える  $x$  を最適な投資配分と見なすことができる。

具体的には、縦軸に示した収益率を600に区分し、92378通りのポートフォリオ全てを期待収益率毎に区分の中に入れる。各区分の中にグループ分けされたポートフォリオのうちで、最も小さな分散 (標準偏差) を持つポートフォリオを選び出してプロットしたものが図2-2である。つまり、これが効率的フロンティアであると解釈できる。

ここに示した効率的フロンティアが、テキストに描かれているようなスムーズな曲線にならないのは、各資産に対する配分比率  $x_i$  が離散であること、四捨五入による誤差、空売りを許していないことに起因している。なお、配分比率を連続にすれば、より滑らかな効率的フロンティアを図示できる可能性もあるが、関数型が明らかでないためその作業は行わない。また、図2-1から明らかなように、株式市場の乱高下によってハイリスク資産のリターンが低く、それに比してローリスク資産の利回りや利率が相対的に高めであるため、効率的フロンティアが、標準偏差が低いエリアで切り立った形をしている。

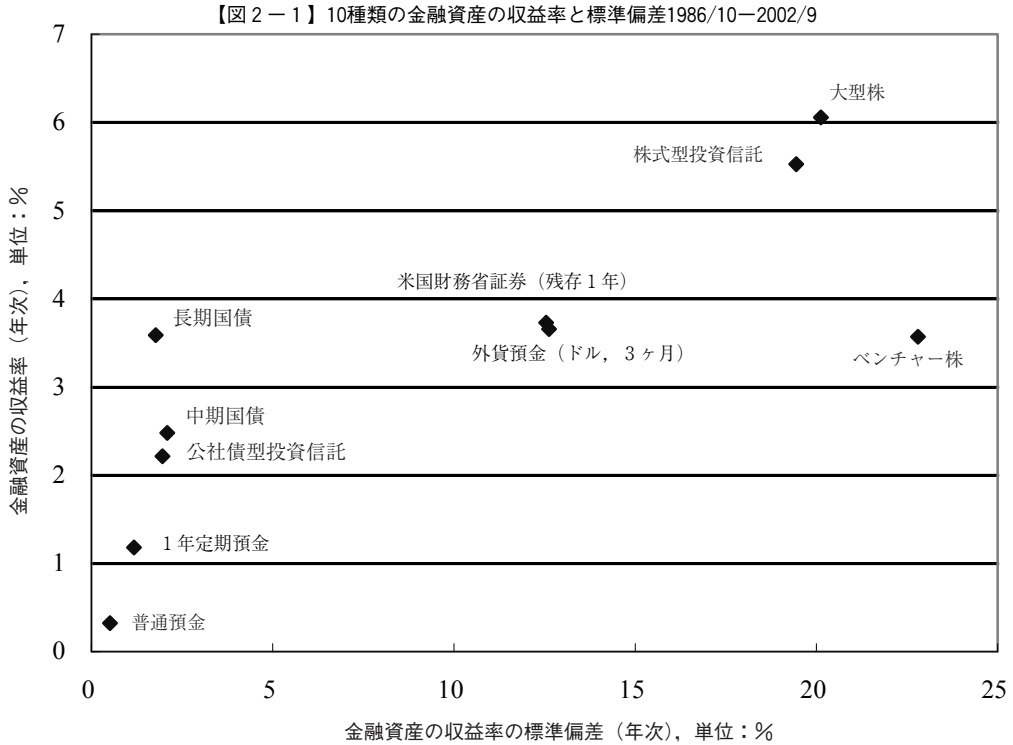
### 3. 分 析

過去の市場の動向や今後の市場に対する見通し、各投資家の過去の資産運用結果、金融知識の習得は、個人の選択するポートフォリオの効率性に影響を与えるのか。本節では、ポートフォリオの選択を繰り返すことで、個人の選択するポートフォリオの期待収益率とリスクの組み合わせが、効率的フロンティア上のポートフォリオの期待収益率とリスクの組み合わせに近づくのかを検証する。

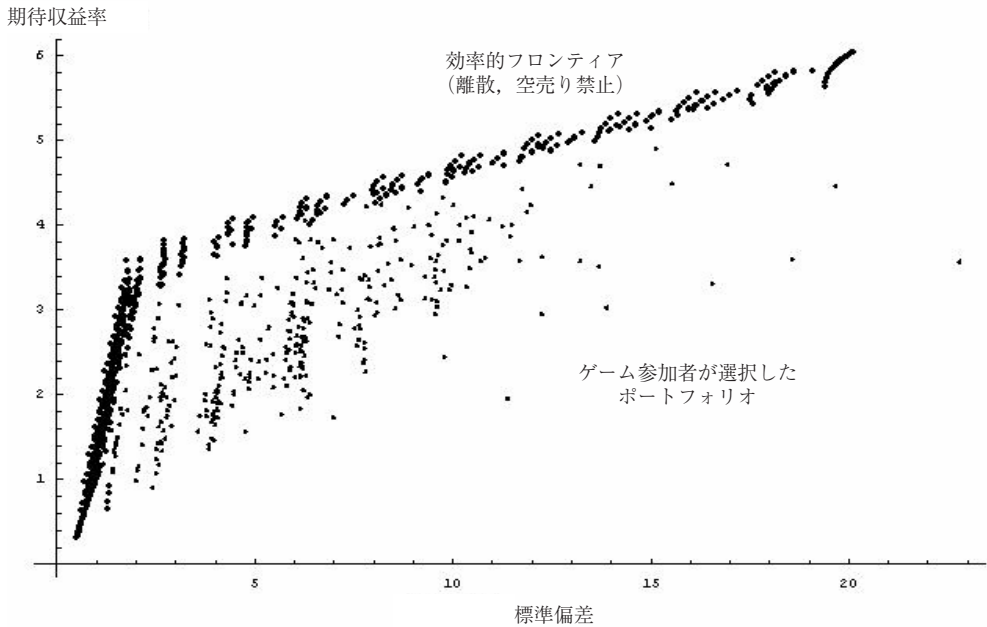
#### 3.1 データ

個人が選択するポートフォリオの期待収益率とリスクのデータは、被験者 (大学生) を対象に金融資産選択シミュレーション・ゲームを実施することによって得る。ゲームの詳細は村上他 (2004) に譲るが、図3-1に示すように、ゲーム参加者は、金融知識を習得した後、その知識と市場の過去の動向に関する情報、今後の市場の見通し、自分自身の過去の資産運用結果と投資資産数を参考に、自

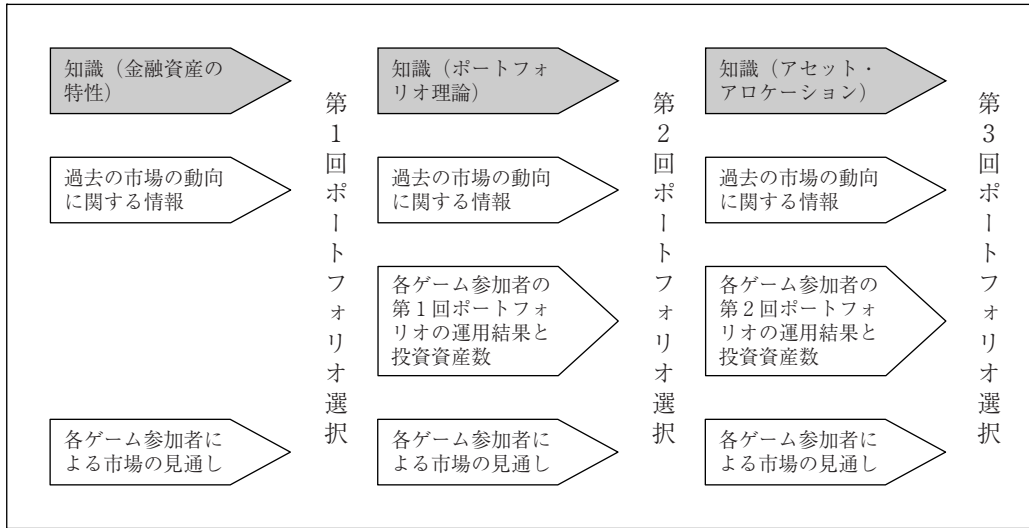
8 現実にはゲーム参加者がこのような期待収益率と標準偏差を持っているとは限らない。ゆえに、事前に過去の金融資産価格や利回り (利率) の推移を見せ、今後も同じ傾向が続くことを想定して選択を行うように方向付けた。また、ゲーム参加者の持つ株式市場や金利に関する予測についてのデータをとって分析に使用している。



【図2-2】金融資産選択シミュレーション・ゲームにおける効率的フロンティアとゲーム参加者のポートフォリオ



【図3-1】金融資産選択シミュレーション・ゲームの流れ



(注) 各ゲーム参加者は、ポートフォリオ選択時に、今後の市場の見通しと新たに得た知識の理解度について調査される。

らが最適と思うポートフォリオを選択する<sup>9</sup>。金融資産選択シミュレーション・ゲームでは、このようなポートフォリオ選択が3回繰り返される。

図3-2はゲーム参加者によって選択された3回のポートフォリオの期待収益率と標準偏差の散布図を、表3-1はゲーム参加者の選択したポートフォリオの期待収益率と標準偏差の平均値を示したものである。これらを見ると、ゲーム参加者は、第2回ポートフォリオ選択で期待収益率と標準偏差を高め、第3回ポートフォリオ選択では期待収益率と標準偏差を低下させている。また、新たに得た知識の理解度が高いゲーム参加者のポートフォリオの期待収益率と標準偏差の平均値は、ゲーム参加者全員のそれよりも高く、講義内容の理解度が高いゲーム参加者は、よりハイリスク・ハイリターン型の運用をしていることが分かる。

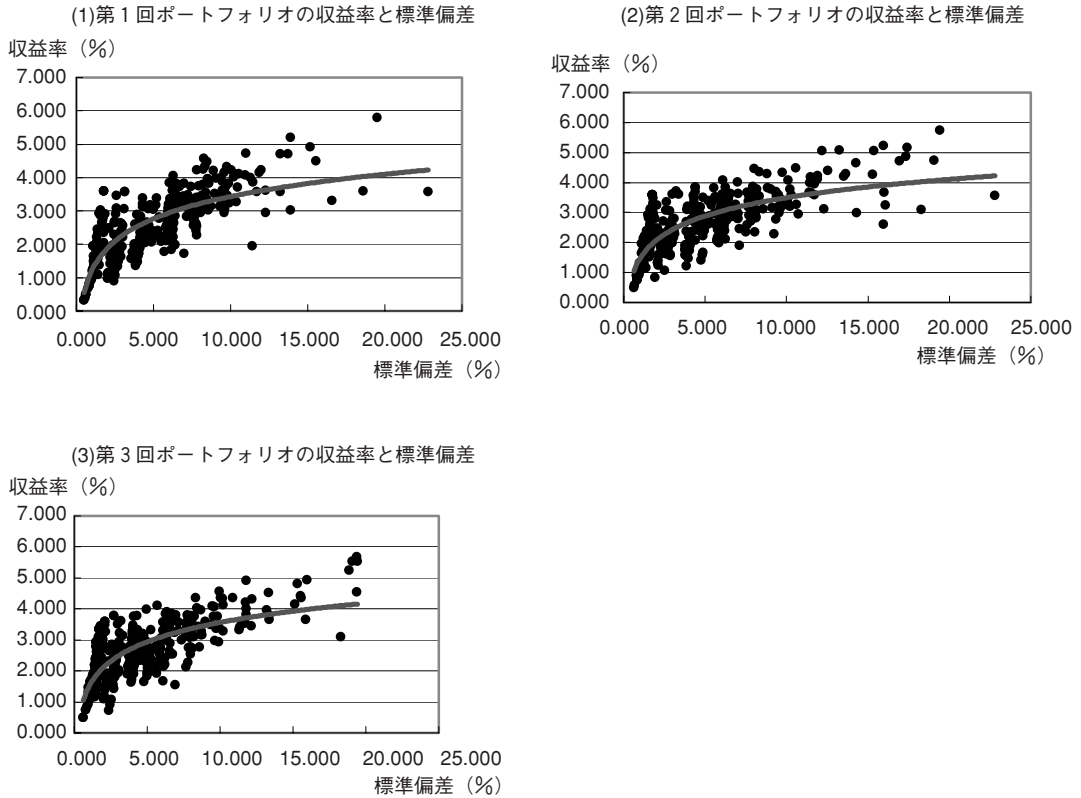
以下では、ゲーム参加者によって選択される3回のポートフォリオの効率性に影響を与える要因を明らかにする。ここで、ポートフォリオの効率性は、次のように測定される。すなわち、図3-3に示すように、各ゲーム参加者が選択したポートフォリオの標準偏差のもとで、ゲーム参加者の選択したポートフォリオの期待収益率と、効率的フロンティア上のポートフォリオの期待収益率の差を測り、この差が縮小したとき、ポートフォリオはより効率的になったと考える。

### 3.2 分析手法

3.3節では、ゲーム参加者によって選択されたポートフォリオの効率性を上昇させた要因を検証するが、その際、被説明変数が2値（1または0）であることから、Probit推計を行う。Probitモデル

<sup>9</sup> 第1回ポートフォリオ選択時は、自分自身の過去の資産運用結果と過去の投資資産数に関する情報は存在しないため、ゲーム参加者はこれらのデータを利用せず、ポートフォリオを選択する。

【図3-2】ゲーム参加者の選択したポートフォリオの収益率と標準偏差



(注) 図中の実線は、散布図の対数近似線である。

【表3-1】ゲーム参加者が選択したポートフォリオの期待収益率と標準偏差の平均値の推移

		第1回	第2回	第3回
ポートフォリオの収益率	ゲーム参加者全員	2.556	2.705	2.677
	理解度が高い参加者	2.720	3.022	2.934
ポートフォリオの標準偏差	ゲーム参加者全員	5.256	5.368	4.952
	理解度が高い参加者	6.240	6.568	6.138

(注) 理解度が高い参加者とは、3回の理解度確認調査で平均75%以上正答している者を指す。

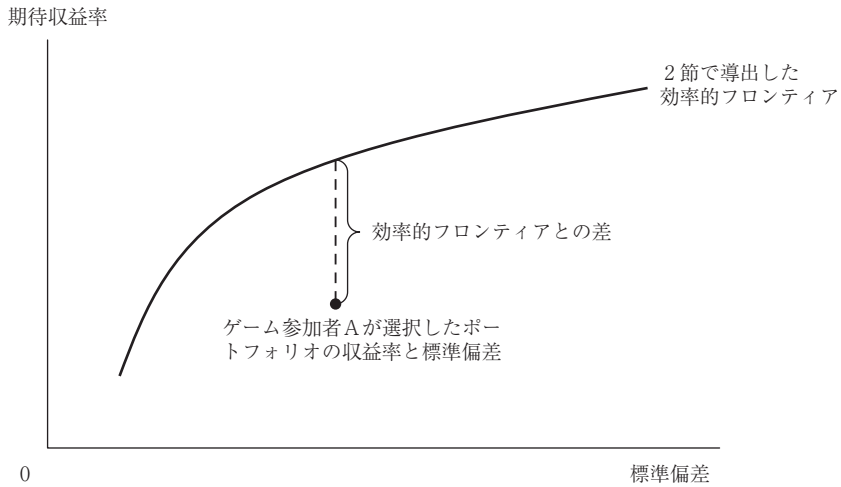
は、次式で表される。

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i, \quad i = 1, \dots, N \tag{3-1}$$

ここで、 $x_i$  は説明変数のベクトル、 $\beta$  は係数パラメータ・ベクトルであり、 $u_i$  は誤差項で標準正規分布に従うとする。 $y_i^*$  は  $y_i$  (ポートフォリオの効率性を上昇させるかどうか) を決めている因子 (潜在変数 (latent variable)、例えばゲーム参加者が考える自らのポートフォリオの効率性ないしは自らが選択したポートフォリオから得られる満足度) であり、対応する観測変数  $y$  は、



【図 3-3】 効率的フロンティアからの距離の測定



$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{if } y_i^* > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3-2)$$

となる。3.3節では、最尤法で推定した結果を示しており、係数推定値、漸近的  $t$  値、有意確率 ( $p$  値)、限界効果 (marginal effects)、対数尤度、McFadden の  $R^2$ 、赤池の情報量基準 (AIC)、Schwarz のバイズ情報量基準 (SBIC) を提示する。限界効果は、説明変数が変化するとき、 $y_i$  への影響を与えるかを示すものであり、Probit モデルの場合は、 $\phi(x_i' \beta) \beta$  で計算される。ここで、 $\phi$  は標準正規分布密度関数である。McFadden の  $R^2$  (尤度比インデックス) は、Probit による推計の当てはまりの尺度として用いられるものであり、次式で計算される。

$$\text{McFadden の } R^2 = 1 - \frac{\log L_u}{\log L_0}$$

ここで、 $L_u$  は制約なしで推計した場合の対数尤度、 $L_0$  はすべての係数がゼロであるという制約を課したときの対数尤度である。

次に、データをパネル・データとして用いて、Binary Panel Probit model 推計を行う。推計式は、次式である。

$$y_{it}^* = x_{it}' \beta + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T \quad (3-3)$$

変数は、(3-1) 式と同様であり、

$$y_{it} = \begin{cases} 1, & \text{if } y_{it}^* > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3-4)$$

である。パネル・データ分析では、個人効果を考慮するが、ここではランダム効果モデル (random effects model) を採用する<sup>10</sup>。つまり、

$$u_{it} = \mu_i + v_{it}$$

である。ここで、 $\mu_i$  は（観測されない）個人効果であり、 $\mu_i \sim iid(0, \sigma_\mu^2)$ 、 $v_{it} \sim iid(0, \sigma_v^2)$  であり、 $\mu_i$ 、 $v_i$  は互いに独立であり、 $x_{it}$  と独立である。また、 $\rho = Corr[u_{it}, u_{is}] = \sigma_\mu^2 / (\sigma_\mu^2 + \sigma_v^2)$  である。3.3節では、最尤法で推計した結果が示される。

### 3.3 分析結果

#### (1) Probit 分析

本節では、Probit 分析を用いて、ゲーム参加者の選択したポートフォリオの効率性を上昇させる要因を明らかにする。Probit 推計で用いる変数は、以下の通りである。被説明変数はポートフォリオの効率性が上昇したか(1)、上昇しなかったか(0)の2値をとる。説明変数は、理解度確認調査の結果（UNDR）、過去の投資資産数（QUTL）、ポートフォリオの運用成果（PERFL）、過去1ヶ月のTOPIXの変化率（TOPX）、株式市場に対する予測（SMKT）である。サンプル数  $N = 341$  である。

Probit 分析の結果は、表3-2に示す。第1回ポートフォリオ選択から第2回ポートフォリオ選択における効率性の変化を見ると、ゲーム参加者のうち、新たに習得した知識（ポートフォリオ理論）の理解度が高い者、過去の投資資産数の多い者、今後、株式市場が好転すると予測している者の効率性が上昇していることが分かる。一方、過去の株式市場の動向や各ゲーム参加者が過去に選択したポートフォリオの運用成績は、効率性に影響を与えていない。第2回ポートフォリオ選択と第3回ポートフォリオ選択における効率性の変化では、ゲーム参加者のうち過去の投資資産数の多い者、株式市場が好転すると予測している者の効率性が上昇し、過去の株式市場の動向（短期的なTOPIXの上昇）はゲーム参加者の選択したポートフォリオの効率性を低下させていることが分かる。新たに習得した知識（アセット・アロケーション）の理解度が高い参加者の効率性は変化しておらず、各ゲーム参加者が過去に選択したポートフォリオの運用成績も効率性に影響を与えていない。

以上の結果は次のことを意味すると考えられる。第1回ポートフォリオ選択と第2回ポートフォリオ選択の間で、ゲーム参加者は、ポートフォリオ理論に関する知識を習得し、(1)収益率の動き方の異なる金融資産を分散保有することによってポートフォリオのリスクは軽減し、ポートフォリオの効率性が高まる可能性があること、(2)投資家の目的は期待効用を最大化することであり、期待効用を最大化する投資家によって決定される収益率とリスクの組み合わせは効率的フロンティア上の点であること、を理解する。ただし、効率的フロンティア上のポートフォリオを選択するための手順は、第2回ポートフォリオ選択と第3回ポートフォリオの間で講義されるため、上記の(2)については、ゲーム参加者はこの時点で完全に理解しているとはいえない。したがって、講義内容をより理解したゲーム参加者によって選択されたポートフォリオ効率性が高まったことは、上記の知識の(1)、すなわち金融資産の分散保有を実行した結果だと考えられる。このことは、ポートフォリオ理論の知識、特に上記の

10 パネル・データ分析を行う場合は、個人効果が固定効果であるのか、ランダム効果であるのかを検証する必要があるが、Panel Probit 分析の場合は、固定効果を考慮するのは困難であり、通常はランダム効果モデルが用いられることから、ここでもランダム効果モデルを採用した。詳細については、Hsiao (2003)、Baltagi (2001) 等参照。

(1)の知識が、ゲーム参加者にとって行動に結びつけやすい知識であったことを意味すると考えられる。

【表 3-2】 Probit 分析の推定結果

## ①第1回ポートフォリオ選択から第2回ポートフォリオ選択における効率性の変化

説明変数	係数推定値	t 値	p 値	限界効果
定数項	-1.4734	-5.450	0.0000**	-0.5868
UNDR	0.2170	3.841	0.0001**	0.0864
QUTL	0.1560	3.775	0.0002**	0.0621
PERFL	-2.5582	-0.293	0.7694	-1.0188
TOPX	-0.1535	-0.987	0.3236	-0.0611
SMKT	0.4937	2.273	0.0230*	0.1935
対数尤度	-217.4789			
R <sup>2</sup>	0.0786			
AIC	1.3107			
SBIC	469.9492			
サンプル数	341			
PROBIT の適合率				
	予測される Y=0	予測される Y=1	計	
観測された Y=0	123	55	178	
観測された Y=1	66	97	163	
計	189	152	341	
全体の適合率	0.6452			

(注) \*\*, \*はそれぞれ 1%, 5% 有意水準で有意であることを示す。以下の表でも同様。

## ②第2回ポートフォリオ選択から第3回ポートフォリオ選択における効率性の変化

説明変数	係数推定値	t 値	p 値	限界効果
定数項	-1.1938	-4.354	0.0000**	-0.4757
UNDR	0.0134	0.241	0.8098	0.0053
QUTL	0.2287	5.338	0.0000**	0.0912
PERFL	8.3854	1.905	0.0568	3.3415
TOPX	-0.4743	-2.373	0.0176*	-0.1890
SMKT	0.5128	2.361	0.0182*	0.2004
対数尤度	-217.6102			
R <sup>2</sup>	0.0787			
AIC	1.3115			
SBIC	470.2117			
サンプル数	341			
PROBIT の適合率				
	予測される Y=0	予測される Y=1	計	
観測された Y=0	123	53	176	
観測された Y=1	64	101	165	
計	187	154	341	
全体の適合率	0.6569			

過去の投資資産数の多いゲーム参加者の選択したポートフォリオの効率性が高まったという結果は、何を意味するのであろうか。過去の投資資産数の多いゲーム参加者とは、第1回ポートフォリオ選択時にすでに金融資産を分散保有している者を指す。ポートフォリオ理論の知識の(1)はすでに実行されており、このため、ゲーム参加者は、(2)の知識、すなわち、効率的フロンティア上のポートフォリオの実現を目指してポートフォリオを組み替え、その結果、ポートフォリオの効率性が高まったと考えられる。

株式市場が今後、好転すると予測するゲーム参加者のポートフォリオの効率性が上昇したことについては、次のように考えることができる。過去に株式などリスクの高い資産を保有しなかった者であっても、株式市場が好転すると予測するならば、株式や株式型投資信託などの資産を保有する可能性は高まる。このことが資産の分散保有へとつながり、ポートフォリオの効率性を高めたのではないだろうか。

一方、第2回ポートフォリオ選択と第3回ポートフォリオ選択の間では、講義内容をより理解したゲーム参加者によって選択されたポートフォリオの効率性は高まっていない。これは、アセット・アロケーションの知識が、ゲーム参加者の行動に結びついていないことを意味する<sup>11</sup>。過去の株式市場の動向（TOPIX の変化率がプラスであること）が、ゲーム参加者のポートフォリオの効率性を低下させている点については、株式市場の過去の動き（短期的な TOPIX の上昇）を重視してポートフォ

【表3-3】Panel Probit 分析の結果

説明変数	係数推定値	t 値	p 値	限界効果
定数項	-1.3178	-5.850	0.000**	-0.5168
UNDR	0.1149	2.832	0.005**	0.0451
QUTL	0.1952	5.673	0.000**	0.0766
PERFL	3.7697	1.231	0.218	1.4783
TOPX	-0.2562	-2.344	0.019*	-0.1005
SMKT	0.4817	3.039	0.002**	0.1889
$\rho$	0.0311	0.334	0.739	
対数尤度	-439.8563			
R <sup>2</sup>	0.0684			
AIC	1.3077			
SBIC	918.9953			
$\chi^2$	0.1152			
サンプル数	112			
PROBIT の適合率				
	予測される Y=0	予測される Y=1	計	
観測された Y=0	235	119	354	
観測された Y=1	145	183	328	
計	380	302	682	
全体の適合率	0.6129			

(注)  $\chi^2$  は定数項以外の係数がすべてゼロであるという仮説を検定するための検定統計量である。

11 この結果は、ゲームで提供するアセット・アロケーションの講義内容の見直しが必要であることを意味する可能性がある。

リオを選択すると、長期的な観点から見て最適な資産配分に失敗する可能性があることを意味する。

過去の投資資産数の多いゲーム参加者の効率性と、株式市場が今後、好転すると予測するゲーム参加者のポートフォリオの効率性が上昇したという結果は、第1回ポートフォリオ選択と第2回ポートフォリオ選択の間と同様の解釈が可能であろう。なぜなら、アセット・アロケーションの知識は、効率的フロンティア上のポートフォリオを選択するための手段を含むなど、ポートフォリオ理論の知識との関連性が高いからである。

## (2) Panel Probit 分析

第1回ポートフォリオ選択から第2回ポートフォリオ選択における効率性の変化、第2回ポートフォリオ選択から第3回ポートフォリオ選択における効率性の変化をパネル・データとして用いて、ゲーム参加者によって決定されたポートフォリオの効率性と知識の増加などの関係を明らかにする。被説明変数および説明変数は、上述の Probit 分析と同様であり、 $N = 341$ 、 $T = 2$ である。

Panel Probit 分析の結果は、表3-3に示す。これを見ると、ゲーム参加者のうち、新たに習得した知識をより理解している者、過去の投資資産数の多い者、今後、株式市場が好転すると予測している者が選択したポートフォリオの効率性は上昇し、過去の株式市場の動向はポートフォリオの効率性を低下させることが分かる。各ゲーム参加者の過去のポートフォリオの運用成績は、ポートフォリオの効率性に影響を与えない。これらの結果は、Probit 分析の結果とほぼ同様であるため、すでに述べた解釈と同様の解釈が可能であろう。

## 4. おわりに

本稿では、家計の選択するポートフォリオの効率性を上昇させる要因について検証した。その結果、金融知識についての理解度の高さ、過去の投資資産数の多さ、株式市場に対する今後の予測（市場が好転するという予測）が、ポートフォリオの効率性を上昇させ、ポートフォリオ選択時直前の株価の上昇はポートフォリオの効率性を低下させるという結果を得た。また、金融知識の内容について、ポートフォリオ理論の理解度が高まればポートフォリオの効率性は高まるが、アセット・アロケーションの理解度が高まってもポートフォリオの効率性は変化しないという結果も得られた。ポートフォリオ理論では、収益率の動き方の異なる金融資産を分散保有することによってポートフォリオのリスクが減少し、ポートフォリオの効率性が高まる可能性があることを学習するが、この知識を行動に結びつけることは、それほど困難ではないと考えられる。金融教育の提供によってポートフォリオの効率性を高めるためには、各個人が習得した知識を行動に結びつけやすくする工夫が重要である。今後、教育の提供手法を変えることによって、ポートフォリオの効率性をさらに高めることが可能かもしれない。

平均分散アプローチによって導出した効率的フロンティアからの距離の変化を使った分析結果からは、教育による金融知識の習得によって家計の金融資産選択の効率性が高まる傾向が観察された一方で、全体としてモデルのあてはまりは良くなかった。今後の課題として、Simon (1955) や Kahneman

and Tversky (1979) の導入した限定合理性を考慮した (Markowitz の仮定を緩めた) モデルによる分析や, behavioral portfolio theory が想定するメンタルアカウンティングやアカウントごとのリスク選好を取り入れることについても検討したい。

#### 引用文献

- [ 1 ] Baltagi, B. H. (2001), *Econometric Analysis of Panel Data*, 2nd ed., Wiley, Chichester.
- [ 2 ] Bernheim, B.D., D.M. Garrett and D. M. Maki (2001), “Education and Saving : The Long-term effects of high school financial curriculum mandates”, *Journal of Public Economics*, 80, pp.435–465
- [ 3 ] Brennan, M. J. (1989), *Capital asset pricing model*, in : J. Eatwell, M. Milgate and P. Newman (eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Stockton Press, New York.
- [ 4 ] Shefrin, H. and M. Statman (2000), “Behavioral Portfolio Theory”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 35, pp.127–151.
- [ 5 ] Hsiao, C. (2003), *Analysis of Panel Data*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge.
- [ 6 ] Kahneman D., and A. Tversky (1979), “Prospect Theory : An Analysis of Decision Making under Risk”, *Econometrica* 47, pp. 263–291.
- [ 7 ] Markowitz, H. M. (1952), “Portfolio Selection”, *Journal of Finance* 7, pp.77–91.
- [ 8 ] Markowitz, H. M. (1959), *Portfolio Selection : Efficient Diversification of Investments*, Wiley, New York.
- [ 9 ] Muller, L. A. (2003), “Investment Choice in Defined Contribution Plans : The Effect of Retirement Education on Asset Allocation”, *Benefits Quarterly*, Second Quarter, pp.76–94.
- [10] Simon, H. (1955), “A Behavioral Model of Rational Choice”, *Quarterly Journal of Economics* 69, pp.99–118.
- [11] 今野浩・山下浩 (1988) 『非線形計画法』日科技連出版社
- [12] 小塩隆士 (2002) 『教育の経済分析』日本評論社
- [13] 竹原均 (1997) 『ポートフォリオの最適化』朝倉書店
- [14] 松繁寿和 (2004) 『大学教育効果の実証分析』日本評論社
- [15] 三菱証券経済調査部 (2003) 「リスク資産収益率に悲観的期待を抱く日本の家計の資産選択行動」『三菱証券エコノミストレポート』, 2003年6月16日.
- [16] 村上恵子・西村佳子・西田小百合 (2003) 「日本の資産管理教育の現状と教育効果」『広島県立大学論集』第7巻第1号, pp.83–109
- [17] 村上恵子・西田小百合・西村佳子 (2004) 「個人のリスク回避度と金融教育の効果—パネルデータによる予備的分析—」『広島県立大学論集』第7巻第2号, pp.67–79

## **The Acquisition of Finance Knowledge and Optimization of a Portfolio**

Yoshiko NISHIMURA, Sayuri NISHIDA and Keiko MURAKAMI

In this paper, we examine the efficiency of portfolios on the basis of the simulation data of the portfolio management simulation game. The distance from the efficient frontier derived from the mean–variance portfolio theory is employed as the index of efficiency to select the assets. The results of the Probit analysis are consistent with the results derived from the Binary Panel Probit model analysis. The latter results suggest that the portfolio selected by one who understands new knowledge, possesses several types of assets, and predicts an improvement in the stock market, is efficient. Furthermore, a rise in the price index of stocks prior to portfolio selection decreases the efficiency of a portfolio. The previous portfolio performance does not affect the efficiency of the portfolio.