

図表9： ランダム効果回帰分析の結果

パネルA： 証券Aへの配分比率

証券A(年金)への配分比率(1)						
モデル	ランダム効果回帰分析					
スペシフィケーション	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
被説明変数	A(パネルデータ)への資産配分					
定数	20.31 ***	22.66 ***	20.66 ***	22.66 ***	20.56 ***	
Cor	47.66 ***	46.38 ***	46.60 ***	47.23 ***	45.15 ***	
Ex	4.69					
ExCor	-33.59 ***	-31.04 ***	-31.49 ***	-30.63 ***	-29.01 ***	
Fin			4.25			
FinCor				-2.26		
Eff					5.02	
EffCor						
Bs						
BsCor						
Pen						
PenCor						
N	320	320	320	320	310	
chi <sup>2</sup>	103.83 ***	103.34 ***	104.02 ***	103.32 ***	96.25 ***	

証券A(年金)への配分比率(2)						
モデル	ランダム効果回帰分析					
スペシフィケーション	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
被説明変数	A(パネルデータ)への資産配分					
定数	22.58 ***	19.64 ***	22.58 ***	21.87 ***	22.58 ***	
Cor	40.36 ***	45.16 ***	39.55 ***	45.16 ***	41.27 ***	
Ex						
ExCor	-29.33 ***	-29.04 ***	-29.42 ***	-29.03 ***	-30.00 ***	
Fin						
FinCor						
Eff						
EffCor	12.27 *					
Bs		7.92				
BsCor			15.64 **			
Pen				1.77		
PenCor					10.87 *	
N	310	310	310	310	310	
chi <sup>2</sup>	100.12 ***	97.49 ***	102.71 ***	95.51 ***	99.25 ***	

注： 上記の数値は回帰係数の推定値を表す。Nは観測値数で、一部、アンケート調査の未回収により観測値数が310となっている。chi<sup>2</sup>は、説明変数が同時にゼロであるかについての検定である。  
\*は有意水準 P<0.1, \*\*は有意水準 P<0.05, \*\*\*は有意水準 P<0.01 を表す。

パネルB: 証券Bへの配分比率

証券B(株式)への配分比率(1)					
モデル	ランダム効果回帰分析				
スペンフィケーション	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
被説明変数	B(パネルデータ)への資産配分				
定数	31.67 ***	31.96 ***	35.89 ***	31.96 ***	32.70 ***
Cor	-19.48 ***	-20.21 ***	-20.21 ***	-20.22 ***	-20.35 ***
Ex	13.96 ***	13.38 ***	15.34 ***	13.37 ***	13.19 ***
ExCor	-1.46				
Fin			-10.47 ***		
説明変数 FinCor				0.04	
Eff					-0.77
EffCor					
Bs					
BsCor					
Pen					
PenCor					
N	320	320	320	320	310
chi <sup>2</sup>	75.59 ***	75.74 ***	84.16 ***	75.16 ***	72.37 ***

証券B(株式)への配分比率(2)					
モデル	ランダム効果回帰分析				
スペンフィケーション	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
被説明変数	B(パネルデータ)への資産配分				
定数	32.37 ***	30.73 ***	32.38 ***	32.70 ***	32.37 ***
Cor	-18.36 ***	-20.35 ***	-19.42 ***	-20.35 ***	-19.72 ***
Ex	13.22 ***	13.01 ***	13.19 ***	13.24 ***	13.22 ***
ExCor					
Fin					
説明変数 FinCor					
Eff					
EffCor	-4.93				
Bs		4.71			
BsCor			-2.50		
Pen				-0.86	
PenCor					-1.57
N	310	310	310	310	310
chi <sup>2</sup>	73.69 ***	73.78 ***	72.59 ***	72.37 ***	72.45 ***

注: 上記の数値は回帰係数の推定値を表す。Nは観測値数で、一部、アンケート調査の未回収により観測値数が310となっている。chi<sup>2</sup>は、説明変数が同時にゼロであるかについての検定である。

\*は有意水準 P<0.1, \*\*は有意水準 P<0.05, \*\*\*は有意水準 P<0.01を表す。

## 第5章 下方リスク情報に対する投資行動:ファイナンス実験<sup>1</sup>

北村智紀・中里宗敬・中嶋邦夫  
俊野雅司・臼杵政治・米澤康博

### 1. 背景

投資判断にはリスクに関する情報が重要であり、投資家はリスクとリターンを適切に評価して、合理的な資産配分を決定することができる。しかし、一般に、投資家のリスクに対する情報の受け止め方は様々であり、それにより、資産配分が増減することが観察できる。例えば、わが国でも確定拠出年金(DC)がスタートしたが、確定拠出年金教育協会(2004)によれば、加入者の資産配分は、預金などの元本割れリスクが少ない資産への配分が約64%と大部分を占める。リスクのある株式投信への配分は約20%にとどまっていて、長期投資であるにもかかわらず、資産配分に損失回避的な傾向が見られる。また、資産配分の変更が行われる例は少なく、これまでスイッチングをしたことがない加入者の割合は約66%で、大多数が加入初期時の資産配分を維持している。この要因としては、加入時の投資家(加入者)教育で投資信託の元本割れリスクについて説明したことが、損失回避的な資産配分に影響しているのではないかと考えられる。同様に、2000年成立した金融商品販売法で、銀行や証券会社に金融商品の元本割れリスクについての説明責任が課された。投資家は、金融商品の購入時に元本割れリスクについて説明を受けるため、その投資行動に何らかの影響があると考えられている。

これらと逆のことが公的年金で観察できる。わが国では、公的年金の未納未加入が問題となっている。社会保険庁(2006)によれば、年金加入の必要性を感じないことや、財政への不信感がその要因とされるが、年金に加入しないことのリスクが適切に説明されていないからだと考えられる。年金は長期でみれば、老後の生活費を確保するのに最も相応しい手段の一つで、リスクが少ない金融商品である。低リスク商品への選好が強いわが国の個人投資家であれば、公的年金への加入がもっと積極的であってもおかしくないはずである。実際、民間生命保険会社が提供する保険商品への加入率は非常に高い。保険商品への勧誘時には、商品内容の説明に加えて、死亡や病気など将来のリスクについての説明がある。これらのリスクに備える手段として、保険者の加入が検討される。これに対して、公的年金については、年金に加入しないことのリスクが示されないため、必要性を感じず未納未加入となるのではないかと考えられる。

このようにリスクに関する情報は意思決定に影響する。本稿では、特に下方(損失)リ

---

<sup>1</sup> 実験に参加していただいた方々に対してここに感謝の意を表したい。本稿の作成にあたっては、赤井研樹、金子能宏、西條辰義、高山俊則、竹村和久、筒井義郎、西村直子、野坂晃子、広田真一、山口勝業、湯前祥二、吉田直子諸氏より示唆をいただいた。謝して記す。もちろん、あり得べき誤りは筆者の責に帰す。本研究は厚生労働科学研究費より助成を受けた(H16-政策-007)。

スクに関する情報と、近視眼的損失回避 (myopic loss aversion: MLA) との関係进行分析する。MLA は、行動ファイナンス理論の一つで、損失回避とメンタルアカウンティング (心理的勘定) の複合的影響と分析されている。損失回避とは、Kahneman and Tversky (1979) が定式化した理論で、損失と利得が同じ程度の大きさの場合には、損失の影響を大きく評価する行動である。もう少し公式的な表現をすると、評価関数が一定の参照点より上では凹 (コンケイブ) 関数であるが、参照点より下の場合には、凸 (コンベックス) 関数となり、さらに歪曲度が高まる結果として損失回避が起こる。メンタルアカウンティングとは、Thaler (1985) によって提示された行動モデルで、保有する資産全体ではなく、個々の勘定毎に独立して収支を管理しようとする傾向のことである。例えば、伝統的ポートフォリオ理論のもとでは、個別銘柄ではなく、ポートフォリオ全体のリスクとリターンに着目して投資判断を行うはずだが、ファンドマネージャーは、個々の銘柄の投資収益が気になることもよくあることである (クロスセクショナルな心理的勘定)。また、人生設計では、最終的に老後の生活に困ることがないように投資を行えばよいはずだが、株価の毎年の変動によって意思決定が行われるものである (時系列的な心理的勘定)。実際の投資期間よりも、投資パフォーマンスの評価期間が短い場合には、この2つの影響が複合して、リスク資産への配分が減少する。この現象のことを Benartzi and Thaler (1995) は、近視眼的損失回避 (MLA) と称した。しかし、Keren and Wagenaar (1987) は、このような行動ファイナンス理論に特徴的な現象は、一回きりの賭けの場合に顕著に見られることで、賭けを複数回行った場合には、見られなくなることを示している。

MLA は、合理的期待仮説で説明できない投資行動を説明する理論として研究されてきた。MLA に関する検証としては、例えば、Benartzi and Thaler (1998) は、被験者に株式ファンドのリターンの見込みに関する、将来1年のリターンの分布と、シミュレーションによる将来30年の分布のどちらかを見せ、債券と株式への資産配分に関する実験を行った。この結果は、将来30年の分布を見せた被験者の方が、株式への資産配分が高まることを示した。また、Michael and List (2005) は、専門家である CBOT (The Chicago Board of Trade) のトレーダーと学部学生を被験者として、MLA に関する実験を行った。この結果は、投資評価や意思決定の頻度が高いと、リスク資産への配分が減少し、また、専門家であるトレーダーでも MLA に整合的な投資行動を行うことを示した。本稿の分析で新しい点は、リスク回避性を誘発された被験者が期待利益の最大化が行える環境で、明示的な下方リスク情報があると、期待利益の最大化以外の戦略が採用されることを確認した点である。以下、次節は本稿の実験のデザインについての説明であり、第3節は実験の分析結果である。結論は第4節である。

## 2. 実験のデザイン

下方 (損失) リスクについての情報を意思決定時に被験者に明示的に示すことで、投資

行動に変化があるか検証するために、過去の研究に習い、被験者を単純な2×2のグループに分け比較分析した。図表1は被験者のグループを表している。“Info1”は、意思決定時に明示的に下方リスクを表示する被験者のグループで、“Info0”は下方リスクを表示しないグループである。また、“Fin”は、金融機関で勤める専門家の被験者のグループであり、“Non-Fin”は、比較対象として、金融機関以外の会社で働く被験者と大学院のフルタイム学生のグループである。1回の賭けの実験を利用することにより、被験者が賭けに負けることによる損失回避効果を排除して実験を行う。

[図表1をここに挿入]

被験者には、各試行の初めに100ドルの現金(Cash)が与えられる<sup>2</sup>。被験者は、くじX(以下、Xとする<sup>3</sup>)を何枚購入するか選択する。Xの価格は1ドルで、0~100枚購入できる(空売り、借入はできない)。Xは、当たると3ドル(当たる確率は75%)、外れると0ドル(外れる確率は25%)となる。Xを買わない部分は現金として残る。現金に利息はつかない。被験者は、1試行あたり120秒の間にXの購入枚数を決める。この時間内では一旦購入した後も、Xの購入枚数を調整できる。取引時間が終了すると、Xが当たったか、外れたかがコンピュータ上に表示され、Xの購入枚数×ペイオフに残っていた現金を足して「最終残高」を計算する。実験は全2日間で、各6回の試行を行った。被験者への謝礼には固定報酬(参加謝礼)と成功報酬の2種類の謝礼を支払った。成功報酬は5000円かゼロ円で、以下で説明するように試行6の最終残高に応じて支払った。試行2~5の結果について、成功報酬は支払われない。固定報酬は4000円である<sup>4</sup>。試行1はソフトウェアの操作練習で、実験者の指示で被験者全員が同じ操作を行った。練習は、まずXを70枚購入し、次に20枚売却した<sup>5</sup>。被験者にはXはランダムと伝えたが、実験毎のXの当たり外れに対する被験者の対応を制御するため、実際には、試行1~4までは当たりにセットし、試行5は外れにセットした。実際に謝礼を支払う試行6は、上記の確率分布に従った乱数を利用した。全6回の試行のうち、Xが外れたのは謝礼を支払わない試行5の1回だけであり、外れを経験することによるメンタルアカウンティングによって、Xの購入枚数が少なくなる影響を制御している。

Info0に属する被験者のコンピュータ・スクリーンには、Xと現金への配分に応じて、

- ① 期待最終残高、
- ② 被験者が5000円を受け取れる期待確率(期待成功報酬のこと、Appendix3を参照)、

<sup>2</sup> 被験者にとってドルは外国通貨(交換単位)であり、円が自国通貨である。

<sup>3</sup> 被験者にはXを「くじ」して説明したが、実際には「証券」である。被験者全員の当たり外れは共通であり、また、購入した全ての「くじ」の当たり外れも同じである。

<sup>4</sup> 謝礼の額は、実験の内容、拘束時間、被験者が主として社会人であること、実験が残業に相当する時間帯に行われることを考慮して決めた。

<sup>5</sup> このような操作により、被験者は最終的にXを50枚購入したことになる。

が表示される。これらは期待値に関する情報である。Info1 に属する被験者は上記に加え、

③ X が外れた場合の最終残高、

④ X が外れた場合の 5000 円を受け取れる確率、

が表示される。③と④は下方リスクに関する情報である。取引時間中、これらの情報は被験者のポジション調整の都度、リアルタイム更新されるため、被験者は、試行錯誤により、期待成功報酬（被験者の期待利益）が最大となる購入枚数がどのようなものか、見当をつけることができる。X のペイオフやその確率、最終残高と成功報酬 5000 円を得られる確率との関係は、実験説明書に記載があり、実験中でも参照できる。Info 1 と Info0 の両被験者が持つ情報に格差があるわけでない。Info0 であっても、実験説明書を見れば、X が外れた場合に 5000 円が当たる確率が容易にわかる。Info0 と Info1 の唯一の違いは、コンピュータ上に上記の③、④の情報が表示される否かだけで、他の条件は同じである。さらに、試行 5 と試行 6 では、120 秒の取引時間を、一旦 60 秒が経過した時点で中断し、被験者のコンピュータ上の情報をプリントアウトして配布した。被験者のポジションはそれぞれ異なるため、異なった情報をプリントアウトして配布した。このように紙を配布する理由は、コンピュータ上の情報を理解するより、紙ベースの情報の方が被験者の理解が容易であるとされているからである<sup>6</sup>。

被験者グループ Fin は、ファンドマネージャー、アナリスト、ストラテジスト、トレーダーや顧客サービスなどを職務とする者で、資産運用や証券取引に関わる者と、直接には関わりないバックオフィス業務を行う者が含まれている。直接的あるいは間接的に、将来のリスクに対処することを業務とする社会人のグループで、比較的長期の投資期間を持つ金融機関の専門家である。これに対するコントロール・グループである Non-Fin は、金融機関以外の社会人と大学院生のグループである。Fin の方が、業務でリスクを扱っているのだから、下方リスク情報の表示があっても、意思決定に与える影響は少ないと考えられる。

仮に、被験者が最終残高に対してリスク中立的な場合、リスクに関する情報は、被験者の投資意思決定に影響を及ぼさない。リスクに対する情報の有無が投資判断に与える影響を分析するためには、被験者がリスク回避的である必要がある、被験者の選好をリスク回避的に統制するために、成功報酬の支払い方を工夫した。成功報酬は、Berg, Daley, Dickhaut, and O'Brien (1986)の「くじによる謝礼の支払い」の方法を利用した。この方法は、実験結果である交換単位（本稿では最終残高に相当）によって、謝礼を高額・低額の 2 種類のうちどちらかを支払う方法である。どちらの謝礼を支払うかについては、「くじ」<sup>7</sup>で決めるが、交換単位が大きいほど、高額な謝礼を得られる確率が高まるようにしておく。

<sup>6</sup> 我々が論文を理解する時、コンピュータ上で読むよりも、机に向かいハードコピーを読むほうが、理解が容易なはずである。

<sup>7</sup> 本稿では2種類のくじがある。一つは、被験者が購入枚数を決定する「くじX」であり二項分布に従う。全ての被験者で当たり外れは同じである。もう一つは「別のくじ」であり、成功報酬額を決めるためのもので一様分布に従う。被験者は強制的に最終残高の全額で「別のくじ」を購入する。「別のくじ」の当たり外れの確率は各被験者で異なる。この「別のくじ」に当たれば、成功報酬は5000円となる。

ただし、高まり方は逓減させる。本稿の実験では、リスクをとって X を多く購入することで、高い謝礼を得る確率を高めることができるが、多く購入するほどリスクに対する報いの増え方は少なくなる。このような成功報酬の支払い方法を利用することで、Appendix C にあるように、被験者の効用があたかもリスク回避的であるかのように統制する<sup>8</sup>。

具体的には、被験者毎に、図表 2 のように、試行 6 の最終残高より「5000 円があたる確率」を計算する。最終残高が 0 ドルであれば、5000 円があたる確率はゼロ%である。最終残高が増えるにつれ、5000 円が当たる確率は増加するが、増加の程度は低減する。最終残高が 128 ドルを超えると、5000 円が当たる確率は 70%を超える。最終残高が 300 ドルであれば、5000 円が当たる確率は 100%である。図表 3 は、X の購入枚数と期待利益（期待成功報酬）の関係を示したものである。最終残高と 5000 円が当たる確率の関係が凹（コンケイブ）関数であるので、X の購入枚数と被験者の期待利益の関係も凹（コンケイブ）関数となっている。76 枚の購入により被験者の期待利益は最大化される。ここで、被験者は、試行 1（練習）で 70 枚の購入を指示されているし、コンピュータ・スクリーンを利用して、実験中に期待利益額と X の購入枚数の関係を理解することができるので、期待謝礼額を最大化する購入枚数を推測することができるはずである。もっとも、期待利益を最大化する X の購入枚数は、数学的には 76 枚であるが、被験者にとっては、図表 3 から見てとれるように、約 60 枚以上では期待利益額は変化が無いように（フラットに）見えるかもしれない。

[図表 2 をここに挿入]

[図表 3 をここに挿入]

各実験日には、全グループの被験者に対して同時に実験を行った。つまり、Info0 と Info1 の被験者を同一の実験室に呼び、実験室の左側を Info1、右側を Info0 とした。Fin と Non-Fin はランダムに席を配置した。被験者には、席によってグループ分けされていることを分からせないように注意した。このような実験デザインをした理由は、実験者の説明の仕方によるバイアスを回避するためである。被験者の情報画面についての説明は、その画面をよく見て購入枚数を考えてくれるように伝えたが、画面の見方等については、簡単であるため説明はしなかった。図表 2 は実験説明書にも掲載し、Info0 と Info1 のどちらのグループの被験者にも示される。Info0 のグループに属する被験者は、意思決定時のコンピュータ上の情報画面には、下方リスクに関する情報はないが、実験前に図表 2 が示され、実験中でも図表 2 を見ることが可能であるため、Info1 に属する被験者と知り得る情報は同一である。また、実験は、Info0 と Info1 の両グループを、一つの実験室に集め、実験者より同じ説明を聞くため、実験者の説明の違いにより、X の購入枚数を変えたわけではない。そのため、合理的な行動をするならば、Info0 に属する被験者も、Info1 に属する被験者も、X の購入

<sup>8</sup> Berg, Daley, Dickhaut and O' Brien (1986)が示すとおり、完全に統制できるわけではない。

枚数は同じであるはずである。

### 3. 分析結果

この実験で注目すべき点は、下方リスクの情報の有無が、意思決定にどのような影響を与えるかを分析し、行動ファイナンス理論で説明される投資家の行動を検証することである。行動ファイナンスに関するこれまでの研究によれば、下方リスクに関する情報が意思決定時に明示的にあると、損失回避行動が働き、リスク資産への配分が減ることが予測される。Appendix B の図表 4 のパネル A~D は、試行毎の全被験者の X の購入量をプロットしたデータである。Info1 は、下方リスク情報が明示的に示される被験者で、Info0 はそれが無い被験者である。各図の左半分が Info0 で、右半分が Info1 である。Info1 の方が Info0 よりも X の購入枚数が下側（少ない方）に集まっていることが観察できる。Appendix B の図表 5 は全試行（試行 2~6）のデータを利用して、Info0 と Info1 の被験者毎に、X の購入枚数をヒストグラムにしたものである。Info0 は 70~80 枚の区分が多いが、Info1 は 20~30 枚や 30~40 枚の区分が多い。図表 6 は被験者の X の平均購入枚数を試行毎にプロットしたものである。パネル A は Info の区分による平均購入枚数である。Info1 と Info0 では平均で 10 枚程度の X の購入枚数に差がある。被験者への謝礼は試行 6 回の結果のみに基づいて支払われ、試行 2~5 までは謝礼は支払われないので、試行 2~5 では、Info1 と Info0 の間で X の購入枚数に差がないと予測していたが、全試行で購入枚数に差が生じた。パネル B は被験者を Fin（金融機関の勤める被験者）と Non-Fin（金融機関以外に勤める社会人か学生の被験者）にグループ化して、X の平均購入枚数をプロットしたものである。Fin では、Info1 と Info0 とで試行 3 以外で一定の差が生じている。Non-Fin では、試行 4、5 以外で差が生じている。また、試行 6 の X の購入枚数の差は、他の試行より若干拡大している。

[図表 6 をここに挿入]

Appendix B の表 1 はデータサマリーであり、上段の表は試行毎の X の平均購入枚数と、その標準偏差である。2 列~5 列は被験者全体のデータである。試行 6 の平均購入枚数は、Info0 は 55.61 枚であるのに対して、Info1 が 40.45 枚で、15.16 枚少ない。試行 1 を除く全試行の平均では、Info0 は 53.53 枚であるのに対して、Info1 が 44.76 枚で、8.77 枚の差があり、X の購入枚数について興味深い結果が観察できる。6 列~9 列は Fin のデータで、試行 6 での平均購入枚数は、Info0 は 59.83 枚であるのに対して、Info1 が 46.64 枚で、13.19 枚少ない。10 列~13 列は Non-Fin のデータであり、Info0 は 50.53 枚であるのに対して、Info1 が 35.88 枚で、14.65 枚の差がある。このように Fin と Non-Fin でグループ分けした場合も、X の購入枚数について同様な傾向を示している。Fin は金融機関に勤める被験者で、専門的な教育や研修を受けていて、最適資産配分や損失回避等についての事前知識がある



ことが想定できるが、Fin グループでも、Info0 と Info1 との間に差が認められ、損失回避的傾向が認められる。購入枚数の差は、Non-Fin グループでの差と大きな違いがない。

平均購入枚数の違いについて、統計的検定を行ったのが、表 1 の中段と下段である。中段は、Mann-Whitney の Z 検定の結果である。この検定は、2 つのグループのサンプルデータが同一の分布を持つ母集団に属するかを検定する方法である。被験者全体での試行 6 における Info1 と Info0 の購入枚数は異なる（有意水準 5%）ことが検定された。試行 1 を除く全試行での購入枚数も異なる（有意水準 10%）。Fin と Non-Fin とでグループ化した場合では、試行 6 の Fin で、有意水準 10% で棄却される以外、統計的に有意な結果は得られなかった<sup>9</sup>。下段は、2 サンプル t 検定の結果である。これは分散が異なる 2 グループのサンプルデータの平均値が同一かを検定する方法である。被験者全体での試行 6 における Info1 と Info0 の平均購入枚数は異なる（有意水準 5%）ことが検定された。

被験者が購入できる X の購入枚数は、下限が 0 枚で上限が 100 枚であるので、被説明変数の左側は 0 枚、右側は 100 枚で切断(Censored)した TOBIT モデルで回帰分析を行ったのが表 2 の 2 列～5 列目である。スペシフィケーション (1) と (2) では、被説明変数は試行 6 での X の購入枚数であり、(3) と (4) では、全試行の平均購入枚数を被説明変数としている。説明変数 “Info” は、被験者が Info0 に属せば 0、Info1 に属せば 1、となるダミー変数であり、説明変数 “Fin” は、被験者が Fin に属せば 1、Non-Fin に属せば 0、となるダミー変数である。この分析は Info0 で Non-Fin の被験者がベースとなっている。スペシフィケーション (2) を例にして、この表の読み方を解説すると、試行 6 で、ベース被験者 (Info0 で Non-Fin) の X の購入枚数は 50.13 枚であり、Info1 であると 14.9 枚減少する（有意水準 5%）。Fin に属すると約 10.05 枚多く買うが、この数値は統計的に有意ではない。 $\chi^2$  (chi^2) は回帰係数全てが同時にゼロであるかについて検定したもので、有意水準 5% で棄却された。

これまでの原データを用いた単純な分析でも、被験者全体では Info0 と Info1 の間に、X の購入枚数には有意な差があることが検証できたが、我々のデータのパネル的特長は考慮されていない。図表 6 を見ると、謝礼を支払った試行 6 以外でも、Info0 と Info1 の間には差があることが見てとれる。この 2 つのグループで X の購入枚数に差があることを検証するためパネル回帰分析を行った。説明変数 “Info” と “Fin” は、試行回数に依存せず一定 (Static) であり、X の購入枚数は、下限が 0 枚、上限が 100 枚であることから、ランダム効果 (Random Effects) TOBIT モデルを利用した。表 2 の 6 列～9 列 (スペシフィケーション (5)～(8)) までが、この回帰分析の結果である。スペシフィケーション (6) では、ベース被験者 (Info0 で Non-Fin) の X の購入枚数は約 48 枚であり、Info1 であると購入枚数は約 8 枚減少する（有意水準 5%）。Fin に属すると約 10 枚多く買う（有意水準 1%）ことがわかる。

<sup>9</sup> 試行 2～5 についても、被験者全体、Fin、Non-Fin とともに、統計的に有意な結果は得られなかった。

説明変数“Trial”は、試行6であれば1、そうでなければ0となるダミー変数である。スペシフィケーション(7)によれば、Trialは有意にならず、謝礼を支払うか否かについては、Xの購入枚数に影響を及ぼしていない。また、変数“InfoFin”は、被験者がInfo1に属し、かつ、Finに属した場合に1であり、そうでない場合に0となるダミー変数で、InfoとFinの交差項である。この交差項は有意とはならなかった(スペシフィケーション(8))。FinとNon-Finのグループ間で、Info1とInfo0との購入枚数の違いには差はないことがわかる。

[表2をここに挿入]

期待報酬額を最大化するXの購入枚数は76枚であるが、図表3によれば被験者にとって、60枚以上であれば期待報酬額を一定に感じるかもしれない。図表7は、各試行で60枚以上を購入した被験者の割合である。60枚以上の購入を期待報酬額の最大化戦略を採用したと考えれば、Info0では約35%~65%がこの戦略を採用したのに対し、Info1では、この戦略を採用するのは約30%~40%であった。Info1の被験者が、期待報酬額を最大化する以外の戦略で、どのような戦略をとったか考えてみると、一つの仮説としては、Xが外れた場合でも5000円が当たる確率を一定水準確保しようとする戦略を採用した可能性がある。Xが外れた場合に、5000円の謝礼を獲得できる確率が40%を保てるのは23枚以下の場合である。また、30%以上の確率となるのは42枚以下の場合である。このように、Xが外れても一定水準を確保しようとするのは、メンタルアカウンティングで説明される行動の一つである。図表4のパネルEに示されるように、試行6の場合では、23枚や42枚に近い枚数を保有している被験者が観察できる。また、図表5のヒストグラムを見ると、Info0では、期待報酬額を最大とする70枚~80枚の購入が多かったに対して、Info1では、20~30枚や、30~40枚の区分が多い。このような傾向は、Info1ではXが外れた場合でも、成功報酬5000円を得る確率が一定の確率を下回らないことを考慮して、Xの購入枚数を決定したと考えることと整合的である。もう一つの仮説は、Xが外れる確率を、実際の確率より自分で高く見積もって、主観的な期待謝礼額を最大化したのかもしれない。Xが外れる実際の(客観的な)確率は25%であるが、図表3の点線は、外れる確率を50%と考えた場合の購入枚数と期待謝礼額の関係を示している。この場合は、20~40枚の購入で、期待謝礼額が最大化されることになる。外れる確率を主観的に高く見積もるのは損失回避に特徴的な行動である。

#### 4. 結論と課題

下方リスク情報を明示的に示した場合、損失回避的な投資行動が生じることが実験により確認された。Finグループは、ファンドマネージャーや顧客に対して投資推奨を行う金融

の専門家が中心であり、どちらかと言えば長期投資家を被験者としたが、このような専門家でも、Non-Fin グループと同様に、同程度の損失回避性が見られた。下方リスク情報がある被験者は、期待利益を最大化するのではなく、Xが外れた場合でも5000円が得られる確率を一定レベル確保するという戦略か、あるいは、Xが外れる確率を高く見積もり、期待利益を最大化したのではないかと考えられる。この結果は、延べ66人の小規模の実験な結果であり、必ずしも一般的な結果を導いているとは限らないが、どちらかと言えば長期投資を行う金融の専門家であっても、伝統的なファイナンス理論が当てはまらない投資行動を行うことがあって、この行動をモデル化するために、行動ファイナンス理論が伝統的期待効用理論を補う役割があることを示唆している。

本稿の結果を現実の世界に応用するとすれば、金融商品販売法や確定拠出年金の投資家教育での元本割れリスク（下方リスク）の説明により、投資家（加入者）はファイナンス理論が想定するような合理的な行動とは異なる行動をしている可能性がある。リスクの説明には、単に元本割れの可能性だけでなく、その金融商品の特徴を表す幅広い説明であることが必要である。また、未納未加入が問題である公的年金では、年金に加入しないリスクを明示することにより、加入率を引き上げることが可能であるかもしれない。

Ruffle(2005)は、競争的市場で課税や補助金があった場合、市場価格のフレーミング効果は、繰り返し実験を行うことで消えることを示している。今回の実験も1回の賭けであったために損失回避性が顕著に現れた可能性があり、賭けを複数回にした場合、Info1とInfo0の被験者の賭け枚数も差が少なくなる可能性がある。①下方リスクの明示的な表示があるInfo1の被験者の損失回避性が薄まり、Info0の被験者と同程度にXの購入量が引き上げられる。②Xを複数回購入することにより、Info0の被験者が、くじの外れを経験するメンタルアカウンティングの効果により、Xの購入枚数が減少し、Info1の被験者と同程度の購入枚数になる。あるいは、③複数回の賭けにおいても、Info0とInfo1には差が生じる、などの結論が予想されるが、複数回の賭けによる損失回避性の継続性に関しては、別の機会の研究課題としたい。

## Appendix A : 被験者に対する実験の説明

被験者は、青山学院大学の電子掲示板や、ニッセイ基礎研究所内での掲示板等を通じて公募した。実験は 2 日間で行われた。被験者は所定の時間に青山学院大学の教室に集合すると、受付を行い、実験中に友人同士相談できないように、予め定められた席に着くよう指示される。実験は、まず、被験者に対して実験の説明を行い、実験内容に慣れてもらうため、練習を 1 回行った。練習は、実験者の指示に従い全被験者が同一の操作を行った。まず 70 枚購入し 20 枚売却した。練習終了後、試行 2～6 までの実験を行った。実験終了後、別のくじを引いて、被験者の謝礼額を決めた。その後、被験者は簡単なアンケートを記入して解散した。実験の所要時間は約 90 分であり、約 40 分が実験の説明と操作練習、30 分が実験、20 分がアンケート記入と謝礼の支払に充てた。以下は被験者に対する実験の説明の要約である。

1. 皆さんは 100 ドルの現金を得ます。これで「くじ X」を購入してください。くじ X の価格は 1 枚 1 ドルで、0 枚～100 枚まで購入できます（空売り、借入はできない）。
2. 「くじ X」は当たれば 3 倍になり、外れるとゼロとになります。「くじ X」の当たる確率は 75%、外れる確率は 25%です。
3. 100 ドルのうち、「くじ X」を買わない場合は、「現金」として残ります。現金には無利息です。皆さんは、「くじ X」と「現金」との配分比率を決定してください。
4. くじ X はコンピュータを利用して購入します。購入できる時間は 1 回当たり 120 秒です。「くじ X」の購入枚数をコンピュータに入力してください。一度購入しても時間内であれば、購入枚数を変更できます。
5. 取引時間終了後、「くじ X」が当たったか、外れたかわかります。そこで、皆さんの最終残高を計算します。
6. 皆さんの最終残高の最高額は 300 ドル（くじ X を 100 ドル分買い、当たった場合）で、最低額は 0 ドル（くじ X を 100 ドル分買い、外れた場合）です。
7. 1 回の練習を含めて 6 回試行します。ただし、謝礼の支払いは、最後の 6 回目の最終残高で決まります。最終残高は累積しません。毎回 100 ドルの現金を得て、くじ X を購入できます。
8. 謝礼は、固定謝礼 4000 円、成功報酬 5000 円です。成功報酬は、6 回目の試行の最終残高に基づき、図表 2 のように「5000 円が当選する確率」を計算します。
9. 当初 100 ドルで、「くじ X」を買わないと、全て現金で保有され、最終残高も 100 ドルのままです。その場合、5000 円が当たる確率は 60%です。「くじ X」を買うと、当たれば 3 倍で、当たる確率は 75%です。外れると価値はゼロとなり、外れる確率は 25%です。皆さんの目標は、「くじ X」の枚数を調整して、5000 円が当たる確率を高めることです。
10. 6 回目の試行終了後、「別のくじ（一様乱数）」を引いて成功謝礼を決めます。この数値が各自の 5000 円が当たる確率より小さければ、その方の成功報酬は 5000 円です。大

きかった場合、成功報酬は0円です。

11. くじ買う際、各自のスクリーン上にある情報も確認してください。

## Appendix B: 原データのサマリー

[図表 4 をここに挿入]

[図表 5 をここに挿入]

[表 1 をここに挿入]

### Appendix C: 期待謝礼とくじ X の購入量との関係

被験者への 2 種類の謝礼を  $z = \{z_h, z_l\}$  とする. ここで  $z_h$  は高い額の謝礼であり,  $z_l$  は低い額の謝礼とする. X の購入枚数を  $x$ , 最終残高を  $y$ , 被験者の効用を  $U(z)$ , 被験者の最終残高が  $y$  の時、謝礼  $z$  を受け取れる確率を  $\Pr(z|y)$  とする<sup>10</sup>.  $y_H$  を X が当たった ( $X = X_H$ ) 時の最終残高,  $y_T$  を X が外れた ( $X = X_T$ ) 時の最終残高とする. X の当たり外れと最終残高との関係は,

$$y(x) \equiv \begin{cases} y_H(x) \equiv (k-1)x - 100, & \text{if } X = X_H \\ y_T(x) \equiv 100 - x, & \text{if } X = X_T \end{cases} \quad (1)$$

$G(y)$  を増加凹 (コンケイブ) 関数とし,  $\Pr(z|y)$  を  $G(y)$  の線形関数

$$\Pr(z|y) \equiv a + b \cdot G(y) \quad (2)$$

として構成する. ここで  $\Pr(z|y)$  は確率であるから,  $a$  と  $b$  を連立方程式

$$\begin{cases} 1 = a + b \cdot G(y_H(100)) \\ 0 = a + b \cdot G(y_T(100)) \end{cases} \quad (3)$$

の解として決める. 期待効用を最大化する被験者の問題は,

$$\begin{aligned} & \max_{x; 0 \leq x \leq 100} E[U(z(x))] \\ & = q \left[ \Pr(z_h | y_H(x)) \cdot U(z_h) + (1 - \Pr(z_h | y_H(x))) \cdot U(z_l) \right] \\ & + (1 - q) \left[ \Pr(z_h | y_T(x)) \cdot U(z_h) + (1 - \Pr(z_h | y_T(x))) \cdot U(z_l) \right] \end{aligned} \quad (4)$$

ここで,  $U(z_h) = 1, U(z_l) = 0$  として考えても一般性を失わない. 式(4)の解は,  $z_h = 1, z_l = 0$  とした場合の期待成功報酬の最大化問題

$$\begin{aligned} & \max_{x; 0 \leq x \leq 100} E[F(z(x))] \\ & \equiv q \cdot \Pr(z_h | y_H(x)) + (1 - q) \cdot \Pr(z_h | y_T(x)) \end{aligned} \quad (5)$$

を考えればよい. つまり, 式(5)の解は式(4)の解でもある (Appendix D を参照).  $z_h = 5000, z_l = 0$  とした場合は式(5)を 5000 倍する. 式(5)は凹型 (コンケイブ) 効用関数の期待効用最大化問題と同じ形式であるので, 被験者はあたかもリスク回避的な行動をするはずである.

本稿では X が当たる ( $X = X_H$ ) 確率を  $q = 0.75$ , 外れる確率を  $1 - q = 0.25$ , 当たった場合の倍率を  $k = 3$ , 高い方の謝礼を  $z_h = 5000$  円, 低い方の謝礼を  $z_l = 0$  円と設定した. 被験者のリスク回避性を誘発するコンケイブ関数  $G(y)$  には指数関数を利用して,

$$G(y) \equiv -\frac{1}{\gamma} \exp\{-\gamma \cdot y\} \quad (6)$$

とした. ただし  $\gamma = 0.007821$  と設定した. 連立方程式(3)の解は,  $0 \leq y(x) \leq 300$  であるから,

$$a \equiv -\frac{G(0)}{G(300) - G(0)}, \quad b \equiv \frac{1}{G(300) - G(0)} \quad (7)$$

<sup>10</sup> 最終残高が  $y$  の時の 5000 円が当たる確率のこと

となる。最適解の一階条件  $\frac{dE[U(x)]}{dx} = 0$  より、期待成功報酬（期待確率）を最大化する被験者の購入枚数は、

$$x^* = \frac{1}{k \cdot \gamma} \ln \left( (k-1) \frac{q}{1-q} \right) \quad (8)$$

ここで  $x > 0$  であるためには、 $(k-1) \frac{q}{1-q} > 1$  であればよい。本稿のパラメータ設定 ( $q = 0.75$ ,

$k = 3$ ,  $\gamma = 0.007821$ ) では  $x^* = 76.362$  の時に式(5)は最大となる。

被験者には最終残高とそれに対応する確率（図表 2）のみが教えられ、式(5)は教えられていない。しかし、Info0 及び Info1 に属するどちらの被験者も、コンピュータ上の情報画面に、現在の X の保有枚数に対する (1) 期待最終残高、(2) 5000 円が受け取れる確率の期待値（期待成功報酬）が表示される。まず、試行 1 の練習で 70 枚と 50 枚を購入し、コンピュータ上の情報画面で期待謝礼額を確認し、また、120 秒の取引時間の間では X の枚数を調整できるため、試行錯誤によって、期待成功報酬額が最大となる X の購入枚数を推察することができる。



Appendix D: 期待成功報酬と期待効用の関係

$z_h = 1, z_l = 0$  とした場合の期待成功報酬は、式(5)及び式(2)より、

$$\begin{aligned}
 & E[F(z(x))] \\
 &= q \cdot \Pr(z_h | y_H(x)) + (1-q) \cdot \Pr(z_h | y_T(x)) \\
 &= q \cdot (a + b \cdot G(y_H(x))) + (1-q) \cdot (a + b \cdot G(y_T(x)))
 \end{aligned} \tag{9}$$

式(9)を最大化する最適解の一階条件は、

$$\begin{aligned}
 0 &= \frac{dE[F(z(x))]}{dx} \\
 &= b \cdot [q \cdot G'(y_H(x)) \cdot y'_H(x) + (1-q) \cdot G'(y_T(x)) \cdot y'_T(x)]
 \end{aligned} \tag{10}$$

一方、被験者の期待効用は、式(4)より、

$$\begin{aligned}
 & E[U(z(x))] \\
 &= q [\Pr(z_h | y_H(x)) \cdot U(z_h) + \{1 - \Pr(z_h | y_H(x))\} \cdot U(z_l)] \\
 &+ (1-q) [\Pr(z_h | y_T(x)) \cdot U(z_h) + \{1 - \Pr(z_h | y_T(x))\} \cdot U(z_l)] \\
 &= q [\{a + b \cdot G(y_H(x))\} \cdot U(z_h) + \{1 - a - b \cdot G(y_H(x))\} \cdot U(z_l)] \\
 &+ (1-q) [\{a + b \cdot G(y_T(x))\} \cdot U(z_h) + \{1 - a - b \cdot G(y_T(x))\} \cdot U(z_l)]
 \end{aligned} \tag{11}$$

式(11)を最大化する最適解の一階条件は、

$$\begin{aligned}
 0 &= \frac{dE[U(z(x))]}{dx} \\
 &= q [b \cdot G'(y_H(x)) \cdot y'_H(x) \cdot U(z_h) - b \cdot G'(y_H(x)) \cdot y'_H(x) \cdot U(z_l)] \\
 &+ (1-q) [b \cdot G'(y_T(x)) \cdot y'_T(x) \cdot U(z_h) - b \cdot G'(y_T(x)) \cdot y'_T(x) \cdot U(z_l)] \\
 &= q \cdot b \cdot G'(y_H(x)) \cdot y'_H(x) [U(z_h) - U(z_l)] \\
 &+ (1-q) \cdot b \cdot G'(y_T(x)) \cdot y'_T(x) [U(z_h) - U(z_l)] \\
 &= b \cdot (U(z_h) - U(z_l)) [q \cdot G'(y_H(x)) \cdot y'_H(x) - (1-q) \cdot G'(y_T(x)) \cdot y'_T(x)]
 \end{aligned} \tag{12}$$

式(10)=0 となる  $x$  は、式(12)=0 とする。

## 参考文献

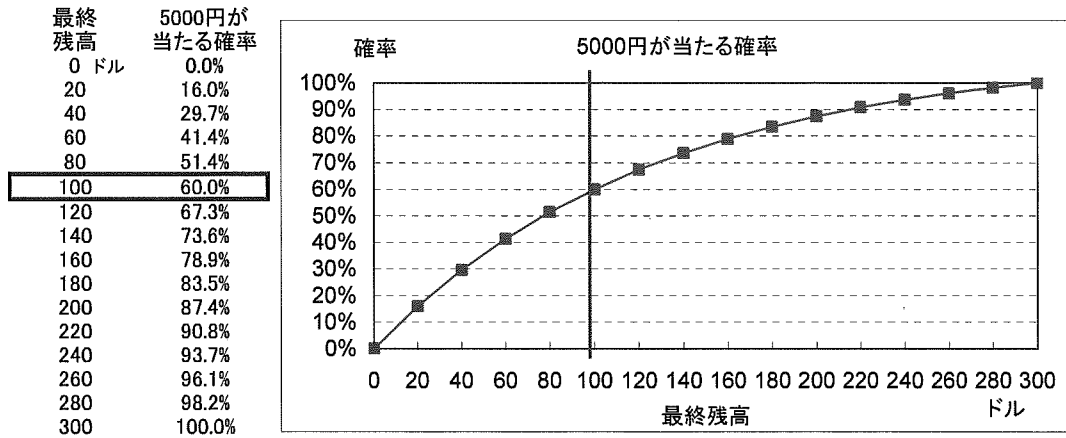
- Benartzi, Shlomo, and Richard Thaler, 1995. Myopic Loss Aversion and the Equity Premium Puzzle, *Quarterly Journal of Economics* 110, 73-92.
- Benartzi, Shlomo, and Richard H. Thaler, 1999, Risk aversion or myopia? Choices in Repeated gambles and retirement investments, *Management Science* 45, 364-381
- Benartzi, Shlomo and Richard H. Thaler, 2002, How Much Is Investor Autonomy Worth? *Journal of Finance* 57-4, 1593-1616
- Berg, Daley, Dickhaut and O' Brien, 1986, Controlling Preferences for Lotteries on nits of Experimental Exchange, *Quarterly Journal of Economics*, 101, 281-306.
- Kahneman, Daniel, and Amos Tversky, 1973, Prospect theory: An analysis of decision under risk, *Econometrica* 47, 263-91.
- Keren, G., and W.A.Wagennar, 1987, Violation of utility theory in unique and repeated gambles, *Journal of Experimental Psychology: Learning and Cognition*, 13.3, 387-391
- Michael S. Haigh and John A. List. 2005, Do professional Traders Exhibit Loss Aversion? An Experimental Analysis, *Journal of Finance* 60-1, 523-534
- Thaler, Richard H., 1985, Mental Accounting and Consumer Choice, *Marketing Science* 4, 199-214
- 確定拠出年金教育協会 (2004), 企業型確定拠出年金の加入者実態調査
- 北村智紀, 中里宗敬, 中嶋邦夫, 俊野雅司, 白杵政治, 米澤康博 (2006), 老後の支出と年金のペイオフに関する情報通知が年金の加入率を高めるかーファイナンス実験, 本報告書第4章
- 北村智紀, 中嶋邦夫, 白杵政治 (2005), 「公的年金の通知に関するファイナンス基礎実験, 個人レベルの公的年金の給付と負担に関する情報を各人に提供する仕組みに関する研究」平成16年度総括研究報告書第7章
- 北村智紀 (2006), 確定拠出年金と公的年金加入者の興味深い行動の違い, ニッセイ年金ストラテジー2006年4月(Vol. 118)
- 北村智紀 (2005), わが国の確定拠出年金加入者の安全志向が高い理由, ニッセイ年金ストラテジー2005年9月(Vol. 111)
- 社会保険庁 (2006a), 国民年金の納付状況
- 社会保険庁 (2006b), 公的年金加入状況等調査結果

図表1: 実験のデザイン

被験者タイプ	Info1	Info0	小計
Fin	14	18	32
Non-Fin	19	15	34
小計	33	33	

注: 数値は被験者数を表す。“Info1”は下方リスク情報が明示的に示される被験者で、“Info0”はそうでない被験者である。“Fin”は金融機関に勤める専門家の被験者であり、“Non-Fin”は、金融機関以外の社会人と大学院生の被験者である。

図表2: 被験者の最終残高と成功謝礼(5000円)が当たる確率



注: 上記の図と表は、被験者の最終残高と成功謝礼 5000 円が当たる確率を示す。5000 円が当たる確率が最終残高に対して凹(コンケーブ)関数となっているため、被験者のリスク回避性を誘発している。この図表は実験説明書の中で Info0 と Info1 の両被験者に示された。