

実験経済学による個人のポートフォリオ選択の決定要因分析

— あいまいさ選好，リスク選好，時間選好率および金融リテラシー —

敬愛大学 和田良子¹

慶應義塾大学 大塚崇夫²

要旨

個人のポートフォリオ選択を決定づけると考えられる要因のうち，あいまいさ回避度，割引率，金融リテラシーのどの要因が最も大きく影響しているのかを明らかにするため，債券，リスク証券，あいまいな証券からなるポートフォリオ選択実験を行い，安全資産は，あいまいさ回避度が高く，リスク回避度が高く，割引率が低く，金融リテラシーが高いものによって需要されていたことがわかった．金融リテラシーの影響力が最も頑健だが，金融庁の調査結果とは逆に，リテラシーの高い学生ほど確実な投資への選好が強かった．リスク証券とあいまいな証券に関しては逆に，割引率が高く，金融リテラシーの低いものによって選好されていた．リスク態度よりもあいまいさ回避度が，債券保有を促しているという現実と整合的な結果も得た．さらに証券の相対的な収益率や単価によっても各証券への需要が有意に説明されることから，価格に対して感応度が高いため，今後の金利政策の変化は資産選択を大きく変える可能性があることが示唆される．

1. 問題意識と研究目的

平成 29 年度より個人型確定拠出型年金の対象者が拡大され，非正規雇用者への門戸が開かれた．税制優遇により，個人の自己責任による証券投資を誘導する NISA など作られ，個人の金融リテラシーを高めることは喫緊の課題となっている．ところが，先に確定型拠出年金である通称 401K の運用が始まったアメリカにおいては，その運用において，多くの限定合理性がみられることが指摘されてきた．年金の運用にあたっては，分散投資戦略が必要となるが，個人のポートフォリオ選択がナイーブであるという問題提起がなされてきた．

例えば Benartzi and Thaler (2001) が大学の職員に対して行ったアンケート実験の結果からは，情報が限定的であるとき，個人がどのような証券を与えられても，与えられた証券を半分ずつ保有すると回答している結果，与えられた問題のフレーミングによって，リスク選好が異なるというヒューリスティックが観察された．これは“naïve diversification”と呼ばれ，証券が n 種類になると， $1/n$ ずつすべての証券を均等に保有しようとするという rule of thumb を実験で確認したものとして知られている．Benartzi and Thaler (2001)の第二実験では，証券についての知識と情報を付与したところ，最初にみら

¹ rwada@u-keiai.ac.jp

² otk@sfc.ac.jp

れたナイーブさが減少するという結果がみられた。この結果は、Annamaria Lusardi と Olivia S. Mitchell の一連の研究によって、金融リテラシーが資産選択に大きく影響しているということが明らかになってきたことと整合的である。金融リテラシーは、選択集合の認知や選択の合理性に関わる説明変数であり、現実の投資に直面した意思決定を説明する上で重要な役割を果たすと考えられる。

数理経済学においては、ギルボア（2014）で概観されているように、1990年代から現代にかけて、確率分布が事前にわかっていないナイト流不確実性下での意思決定理論が飛躍的に発展した。そのなかで、株式への需要がファンダメンタルズでは説明できないとするいわゆるプレミアム・パズルを説明するためには、リスク選好とは異なる、あいまいさ選好の程度に関するパラメタが必要になることがわかってきた。

ここで本研究の対象としている日本の家計の資産運用の現状を概観すると、多くの家計がその資産のほとんどを無リスク証券である預貯金（2017年末 52.2%）国債（同年末 1.9%）および保険商品（同年末 28.2%）によって保有しており、保有投資有価証券株式と投資信託の合計で 15.2%に過ぎない。また、資産残高の小さい個人では、無リスク資産となる預貯金を所有する比率はより高いものとなっている。この理由として、個人が金融商品の収益性よりも安全性に強い魅力を感じている可能性がある。実際、1990年代におきたいくつかの金融機関のデフォルトの後、郵便貯金に個人資産が集中したことについても、あいまいさ回避理論による maxmin 理論によってある程度説明することが可能であると考えられよう。また、その裏返しであるが、証券市場における価格プレミアムは、リスク回避度を反映したプレミアムのみならず、事象の確率分布そのものがわからないことからくるあいまいさ回避によっている可能性が高い。

以上の考察より、個人にとっての最適な金融商品のポートフォリオ選択は、少なくとも各個人のあいまいさ回避度、リスク回避度、時間選好率（消費の異時点間の代替性）、金融リテラシーの4要素が影響していると考えられる。本研究は、個人が最適な金融商品のポートフォリオをいかに組むかを実験経済学的手法によって観測し、アンケートおよび独立した追加実験によって測定した4要素を説明変数として、どの要素が個人の資産保有に最も強い影響を与えているのかを明らかにする。

さらに、どのような特性を持つ個人が多くの安全資産を持とうとするのかを調べるために、本研究の実験の設定では、安全資産（債券）の利子率がマイナスになるケースを用意している。安全資産の収益率がマイナスであれば、借金をしてリスク資産を購入することが理論上は最適ポートフォリオになるはずである。安全資産の利子率がどの程度マイナスになると、リスク資産やさらに危険なあいまいな資産によって資金を運用しようとするのかを観察することにより、今後超低金利・ゼロ金利政策が終わることで、リスク資産への投資がどの程度減るのかについて予測することができる。

2. 先行文献と本研究の位置づけ

2-1. 個人の証券投資と限定合理性

個人の年金運用などにおいて重要さを増している証券投資だが、限定合理性がみられることが、行動経済学の成果によって明らかになってきた。確定型拠出年金の運用の実態を、フィールドワークによって明らかにした一連の研究のうち Sunstein, Benartzi, Thaler and Utkus, (2007) では、所得のバックグラウンドリスクを考慮に入れると、所得の変動性を高めてしまう行為であるにもかかわらず、自

社株を所有する個人が多く、そうした傾向がエンロンの問題が明るみに出て上場廃止になったのちも、変化しなかったことを指摘している。

個人が自分の所得（変動）の源泉となっている企業の自社株を購入する理由として、あいまいさ回避による認知バイアスによるものと考えることができる。Fox and Tversky (1991) は経済実験によって、一年後の気温についての賭けを、国内のある都市の気温で行うか、過去の気候変動データが似ている海外の都市の気温で行うかをたずねたところ、多くの被験者が国内の都市での賭けを選んだことが知られている。

あいまいさ回避がいかに株式市場の価格形成に影響するのかについては、理論的なモデルに基づく実証研究があり、Epstein, L.G., and M. Schneider(2008) では、証券の分散が一つに定まらないという意味でのあいまいさがあるとき、投資家が投資対象の株式について良いニュースを得たときには当該株式の分散が大きいと考え、悪いニュースを得たときには、分散が小さいと悲観的にとらえることによって、株価が常に過小評価されるばかりか、あいまいさがあることによって投資家が株式を購入しようとしないうという事態が生じ、株価のプレミアムが大きくなるとする Chen, Z and L Epstein (2003) の理論モデルをフィールドデータで検証している。Bossaerts and Ghirardato (2014) はエルスバークパラドックスの文脈を用いて一つのリスク証券と、2つの排反事象に紐づけられたあいまいな証券をそれぞれアロー証券として用意して、ポートフォリオ選択をさせると同時に、市場で売買させることで株式市場へのあいまいさ回避の影響を調べており、あいまいさ回避の強い投資家は、あいまいな株式を保有せず売買しないために、それが株価に影響しないという結論を導き出している。

また、Bossaerts and Ghirardato (2014) は Ahn et al.(2014) と同様に Gilbor and Shumidler の minmax 理論によって説明できない被験者は主観的確率を置いている可能性が高いとしている。本稿ではこれらの見解に基づいて、あいまいな証券が与えられたとき、主観的確率をエクセルに入力してもらうことにした。

2.2 日本の家計の資産選択の概況

個人や家計が危険資産を保有する割合は、2017年度の日本では20%程度である。近年はミニ株など、投資資金のロットが小さくても投資することが可能になったこともあり、一定程度の分散投資が可能になった。また、2014年1月より個人投資家のための税制優遇制度、NISA（ニーサ・Nippon Individual Savings Account）が始まり、毎年120万円の非課税投資枠が設定され、株式・投資信託等の配当・譲渡益等が非課税対象となるなど、株式投資の奨励がなされている。NISAが導入される前の2013年12月30日の東証TOPIXは1303円であったが、4年後の2018年12月29日には1817円まで39%上昇している。個人の総資産が902.8兆円から960.5兆円に増加するなかで、個人の株式保有総額も16.7%伸びている。NISAが導入される前の2013年12月30日の東証TOPIXは1303円であったが、4年後の2018年12月29日には1817円まで39%上昇している。個人の資産選択に影響するファクターとして、証券の収益率は最も重要な要素と考えられるが、個人の総資産に占める比率でみると、株式保有は2014年度末の18.89%から2017年度末には20.69%と1.2%の伸びにとどまっている。ストックはフローよりも増加のスピードが遅いとはいえ、1.2%の増加というスピードは低いということができよう。このような結果には個人の資産選択への選好が影響していると考えられる。

本論文ではリスク態度、あいまいさ回避度、時間選好率、さらに金融リテラシーを計測する。NISAは非

正規雇用者にも開放されたが、非正規雇用者は正規雇用者よりも学歴が高くなく、金融リテラシーを入手する機会が少ない可能性があり、そのことがリスク資産の保有にどのような影響を持つ可能性があるのかについても明確にする目的がある。

2.3 時間選好率と資産選択

資産の運用には時間がかかることから、時間選好率は資産選択の重要なファクターである。期待効用理論を仮定する場合には、時間選好率は将来の消費のために現在の消費をあきらめることに対するプレミアムである。資産運用では、ポートフォリオの一部を株式などのリスク資産に投資をする際に、確実な消費をあきらめて将来の不確実な消費を手に入れることとなり、この際、時間に関するプレミアムと分散に対するプレミアムの両方を考慮する必要が生じる。本研究の実験では、長期の資産選択問題を解いてもらうことはしていないが、時間選好率が潜在的にポートフォリオ選択に影響を与える可能性があることをいかに示す。

時間選好率の概念の定式化は Strotz (1956) に遡るが、経済学が長らく仮定してきた時間選好率の時間についての stationarity は成立せず、累積時間割引曲線は指数関数によって表現されるのではなく、hyperbolic function による曲線（双曲割引曲線）が近似としてよりふさわしいということが Ainslie (1992) をはじめとする心理学者によって明示的にされた。Lowenstein and Prelec (1992) によって、stationarity の破れを許容する現在バイアス β を導入した経済モデルが一般的になった、時間選好率についての新しい認識は、時間選好率を測定する際、今と将来を比較するのではなく、近い将来と遠い将来を比較する必要があることを示している。

時間選好率の計測については、測定期間、測定対象、測定の元金、計測手法 BDM 方式といわれるオークション方式やマッチング、謝礼金付き、アンケートなど多岐にわたっている。その結果得られた時間選好率の範囲は広く、金利と比較すると 500% 以上など極めて高い時間選好率が得られるケースがあることが知られている。Takaueuchi (2011) は、時間選好率を、ハザードが起きる確率に置き換えることで効用関数の関数形を特定しないまま、より自由で複数のパラメータを持つ関数による累積割引率を計測しているが、暗黙に期待効用理論と同じ公理を満たしていることを仮定している。

Epstein and Zin (1989) は、一般的に用いられているフォン・ノイマン・モルゲンシュタイン型の効用関数においては、消費の代替性を決定づけるパラメータ ρ = リスク回避度という仮定が暗黙になされていることを指摘している。これが、リスク証券の需要を説明するときに、時間選好率とリスク選好の両方が必要になる理由である。

通常の異時点間の消費からの効用は、現在の消費を c 、将来の消費の期待値を z とする。確定的な消費からの効用を、 $u(c) = c^\rho$ とする。将来の消費を β で割り引くとすると、アグレゲーターを用いて、

$$W(c, z) = [(1 - \beta)c^\rho + \beta z^\rho]^{1/\rho} \quad 0 \neq \rho < 1 \quad \dots (1)$$

とあらわされる。将来の投資結果に期待値 z からの mean-spread 型の分散があるならば、

$$\mu(\tilde{x}^\alpha) = [E\tilde{x}^\alpha]^{1/\alpha} \quad 0 \neq \alpha < 1 \quad \dots (2)$$

分散への耐性であるパラメータ α はリスク選好を表現している。(1) に (2) を代入すると、現在および確率的な将来の消費からの効用は、

$$W(c, z) = \left[(1 - \beta)c^\rho + \beta(E\tilde{x}^\alpha)^{\rho/\alpha} \right]^{1/\rho} \quad 0 \neq \alpha < 1, 0 \neq \rho < 1$$

となり、将来の効用は時間選好率とリスク選好の両方に依存する。

2.4 あいまいさ回避理論と株式市場への影響

株式市場におけるリスクプレミアムがファンダメンタルズでは十分に説明できない理由の一つは、あいまいさ回避理論によっても説明されている。投資家はマクロ経済状況および、自分が保有したい株式の決算など好評されるニュースやデータをもとに、今後の株価を予測して株式を保有するかどうかを決めている。ここで、将来起こりうる事象が複数あり、各事象が起きる確率がわかっている（すなわち可能性の合計が1になる）のであれば、それはリスク下の選択となる。しかし現実には、業績予測が極めて難しい状況も存在し、今後起きうる業績の可能性について、いくつかのシナリオの先にある見通し（prior）と、それについての主観的確率に基づいて投資をしていると考えられる。

株式市場の現実が、将来起こりうる事象の確率も、確率分布を生み出す確率密度関数もわからないという意味で、ナイト流不確実性によって説明されるのであれば、その「あいまいさ」の下で投資家がどのようにふるまうのかについてはリスク下とは区別されなければならない。

ここでのエルスバークパラドックスとは、確率がわからない事象に対して主観的確率を置いていることを仮定し、アレのパラドックス包含する一つの理論としての主観的期待効用理論へのさらなる反証として提示されたものである。

エルスバークパラドックスでは、90個のボールが箱に入っているとき、30個は赤が入っていることがわかっており、青と緑のボールが合計で60個入っていることがわかっている状況を考える。今、赤のボールが出たら賞金がもらえることと、青のボールが出たら賞金がもらえることのどちらに賭けるかという問に対しては、ほとんどの人が「赤のボールが出るほうに賭ける」を選ぶ。このとき、主観的効用理論による予言は、それを選んだ個人が、青のボールが出る確率が、赤のボールが出る確率よりも小さいと考えていることを意味する。ところが、同じ個人に、赤または緑のボールが出たら賞金がもらえる場合と、青または緑のボールが出たら賞金がもらえる場合のどちらに賭けたいかを尋ねると、後者のケースに賭けるほうを選ぶ。青への主観的確率は赤よりも小さいはずなので、くじの加法性が成り立つならば、これは矛盾である。このエルスバークパラドックスを内包しうる代表的な理論が、Gilbor and Shemidler が提唱した Max Min Expected Utility である。起こりうる事象についての予見である prior が一つではなく複数あるときの選択を説明する理論であることから、Multiple Prior 理論とも呼ばれている。いま、ありえる見通しに基づく情報集合を P とし、そこから一つの最悪の prior を選ぶ。その下での効用を最大化しようとする。

$$U(P, f) = \min_{p \in P} E_p[u \circ f]$$

この理論に沿って、エルスバークパラドックスを理解するならば、確率がわからないとき、prior の集合のなかから、最悪の prior を選び、その状況下での最善を選ぶという、青の色に賭けるときには、青の取りうる値の0から60のうちの0個が箱に入っている最悪の prior が起きた場合の最善を選ぶという理論である。この理論によりあいまいな状況下での効用を、Maxmin Expected Utility として定義することが可能になった。（しかしながら、この理論は、どの個人もあいまいさ回避であるとき情報集合の端点以外の情報をすべて捨ててしまうという意味で、個人の間でのあいまいさ回避度の違いを定義できな

いという問題があった。そこで、個人はあいまいさ回避度に応じて、最も良い状態（prior）と最も悪い状態（prior）の両方を考え、Hurwicz criterion (1951) を用いてその内分点を取ると考えるのが、Maccheroni and Marinacci (2006) によって提唱された α -maxmin 理論である。

$$U(P, f) = (1 - \alpha) \max_{p \in P} E_p[u \circ f] + \alpha \min_{p \in P} E_p[u \circ f]$$

しかしながら、この理論は、2次元の情報空間と3次元の情報空間を区別できないという問題を持っている。高次の情報空間の情報に基づいたあいまいさ回避を測定する理論に、Gajdos, Hayashi, Tallon and Vergnaud (2008) による不正確さ回避の理論がある。不正確さとは情報の不正確さを意味し、不正確さ回避度を示すパラメタ ε は不正確さ回避度であり、本研究で求めている確率性等価から直接導き出される。客観的な確率分布の情報 P と、その下での行動 f は以下の定式化で評価される。

$$U(P, f) = (1 - \varepsilon) E_{s(P)}[u \circ f] + \varepsilon \min_{p \in P} E_p[u \circ f]$$

$s(P)$ は、情報集合 P の重心(スタイナー点)である。

$\varepsilon = 0$ のときには、 $s(P)$ を主観的効用とする主観的期待効用関数 $U(P, f) = E_{s(P)}[u \circ f]$

$\varepsilon = 1$ のときには、マキシミン理論に一致する。 $U(P, f) = \min_{p \in P} E_p[u \circ f]$

$$\varepsilon(\text{Box}A) = \frac{0.5 - p(\text{PE of Box } B)}{0.5}$$

本研究においては、このパラメタを用いて、あいまいさ回避の程度を測定し、それがいかにポートフォリオ選択に影響するのかを調べる。Ahn et al. (2014) の実験を応用し、様々な証券価格と（したがって必然的に異なる）予算制約の下でのポートフォリオ選択を観察する。

2.4 金融リテラシーと資産選択

金融リテラシーが家計の証券の保有に与える影響については、Lusardi and Mitchell (2014)が良く知られており、金融リテラシーが高いほどリスク証券を保有することがわかっている。Lusardi and Mitchell (2011) では世界各国の金融リテラシーを概観しており、年齢については、若年層や学歴の低いものが相対的に低いことがわかっている。この研究の被験者のほとんどは20代前半であるが、大学進学者であり、経済学やファイナンスの授業を受ける機会を有する学生である。金融リテラシーの内容には通常、複利、インフレ（名目と実質の違い）、分散投資等の概念の理解のほか債券価格と金利の関係等が含まれる。

日本においても、金融リテラシー教育の重要性について指摘する論文があり、浅井(2017)の研究によってもその重要性は明らかにされている。北村・中島(2009)であ、金融リテラシーの教育を継続的に行うことが年金加入率やその増額を有意に上昇させることを確認している。

本研究は実験研究という性質上、結果の汎用性を高めるために、金融庁が行っている「お金に関するアンケート調査」をほぼそのまま用いて、リテラシーの高さを計測することとした。この調査は全国48都道府県において年代、性別、職業など国民から広くデータを収集している。これにより、金融リテラシーによって投資行動を説明できる場合、日本全体に対する示唆を提示することができる。金融リテラシーの項目は多岐にわたっており、金融についての知識というよりも、消費性向を測る質問や、人生において準備しなければならないと考えている費用や、証券投資の経験をたずねるものも含まれている。一方で、

Lusardi and Mitchell (2011) に含まれているような、大統領名をたずねるといった一般常識をたずね

る質問は入っていない。本研究の被験者が学生であることを踏まえ、金融の基礎知識がどの程度あるか、特に金利計算ができるか、インフレーションではどうすべきか、分散投資の考え方を知っているかなど、得点化できるものについて採用することとした。また、消費性向についてたずねている3つの質問があり、時間選好率の間接的なパラメタとして採用した。

また、金融投資においては、自信の程度が影響するとされ、特に自信過剰なものは資産運用において大きなリスクを取る傾向があることが、機関投資家の運用にあたるディーラーの間で観察されるとされてきた。Bhandari and Deaves (2006) は、カナダの確定拠出年金加入者に対して金融リテラシーに関する質問を行い、投資アドバイスを受けた経験もあり自分で投資を行ってきた高学歴の男性では高齢者の自信過剰の水準が高いことを見出した。彼らは金融リテラシーについての回答が正解であることについての確信の度合いと現実の正解率の差によって、自信過剰の度合いを計測している。また Gamble et al. (2013) は、自信過剰者は分散投資よりも投資リスクを集中させる選好があり、リスク愛好者においてよりその選好が強まることを発見している。本研究でも自信過剰についての代理変数を計測し、資産選択に与える影響を調べる。

3. 研究の手法

3.1 先行研究と本研究の手法の違い

本研究の手法は、リスク証券とあいまいな証券の両方がある場合のポートフォリオ選択において、最もよく知られた研究の一つである Ahn et al.(2014) を一部踏襲し、応用している。

Ahn et al. (2014) においては、不確実性下での個人の行動を説明する効用理論を解明することに主眼があるため、エルスバークパラドックスの文脈を用いた実験がなされている。そのため、経済実験において1種類のリスク証券と2種類のあいまいな証券が独立事象ではなく、リスク証券が正の収益を生む確率と、2種類のあいまいな証券が正の収益を生む確率の合計が1となっている。すなわち、リスク証券とあいまいな証券は、相関がマイナス1の事象として設定されている。こうすることで、リスク証券とあいまいな証券への需要を相対的に比較することが可能になるからである。しかしながら、エルスバークパラドックスの文脈による実験の設定は現実に近い状況ではない。現実の市場においてある企業の株式に投資をする場合、歴史が長く過去からのデータがあることによって、ある程度将来の利益について確率的に予測ができる（したがってその企業の証券をリスク資産とみなせる）ような企業の株式もあれば、新規上場の企業のように、過去のデータを全く入手できない、あるいは企業が大きな転換点を迎えているなど予測が極めて困難な場合（したがってその企業の証券をあいまいな証券とみなすことが適切）な場合もある。後者の例としては、facebook のような既存の産業のどのカテゴリーにも入らない企業が上場した際に市場における適正な上場価格の予想が難しかったことなどが挙げられる。

さらに、あいまいな証券を含むポートフォリオ選択研究の実験には安全資産は含まれていない。この設定はあいまいな証券への需要を解明するための理論研究には資するものであるが、現実にはあいまいな証券も預貯金といった安全資産が存在するなかでの一つの選択肢であることを考慮して、本実験では債券も選択することができるようにし、現実の資産選択に近づけている。債券の額面に対する収益率は1.05 または1とし、債券の単価として100円、105円、120円、140円を用意した。実験の時間はインストラクションと意思決定を加えて、最長100分という制約時間があるため、回答してもらえない問題は

有限の組み合わせとなった。このため、1 ユニット債券に投資をした際の収益率としては、1.05, 1, 0.875, 約 0.7143%であり、超過収益率では 5%, 0%, -0.125%, -0.2857%となっている。超低金利下での債券運用が続く日本において、インフレ期待が高まったときに、個人が安全資産で運用するかどうかについての一つの可能性を示唆するものである。

また、Ahn et al. (2014) ではリスク証券が正の収益をもたらす事象とあいまいな証券が正の収益をもたらす事象は背反事象となっているが、本研究ではそれぞれ独立の事象に紐づけられた証券であると仮定した実験を行っている。本研究は、不確実性下でのあいまいさ回避が証券市場の価格形成に与える影響を調べることに主眼ではないため、Bosschaerts and Ghirardato (2014) のようにマーケットを作り証券取引をさせていないことにも注意されたい。

3.2 実験設計

実験には、A.ポートフォリオ選択実験、B.リスク選好および時間選好率を測定するためのアンケート、C. お金についてのアンケート、D.あいまいさ回避およびリスク態度を測定するための実験の4つを含んでいる。

3.2.1 ポートフォリオ選択実験

ポートフォリオ選択実験として、債券、リスク証券、あいまいな証券 C1 およびあいまいな証券 C2 を含む 11 問を用意した。

被験者は②および③のアンケートに回答することにより、2000 円分の投資資金を与えられると告げられる。アンケート両方の回答には 30 分程度かかることも告げられる。これは、何の理由もなく投資資金を与えられる場合、それを失うことからくる不効用が小さくなるため、全額リスクの高い危険資産に投資をする可能性が高くなることを避ける措置である。被験者が告げられた実験の条件は以下の通りである。

(1) 各問題において、2 から 3 証券を与えられる。どの証券にも 2000 円を 1 円単位で投資をすることができる。投資の結果に基づいた金額に値する QUO カード (500 円単位) でと残りの端数が現金で支払われる。また、2000 円を全額投資しなければならない。

(2) 1 ユニットの額面はどの証券も 100 円である。

(3) すべての証券の 1 ユニットの単価は、選択問題によって異なる。リスク証券とあいまいな証券の収益率も選択問題によって異なる。

【債券】債券は、常に購入した額面の 1 倍を返す証券である。債券の 1 ユニットの価格 (単価) は、選択問題①, ②, ④, ⑤においては、 $p_B = 1$ 、選択問題③, ⑦, ⑧, ⑨においては、 $p_B = 1.2$ 、選択問題⑥においては、 $p_B = 1.05$ 、選択問題⑩, ⑪においては、 $p_B = 1.4$ である。単位はすべて 100 円である。

リスク証券は、選択問題①～⑨においては、2 分の 1 の確率で額面の 2.4 倍を返し、2 分の 1 の確率で 0 を返す証券である。選択問題⑩, ⑪においては、2 分の 1 の確率で、2.2 倍を返し、2 分の 1 の確率で 0 を返す。

【リスク証券】リスク証券は、リスクの箱 A に紐づけられており、赤と青合計 180 個が入った箱から赤が出たときが当たりである。リスク証券の単価は、選択問題①④⑤⑥⑦⑨⑩で $p_R = 1$ であり、⑧⑪で $p_R = 1.2$ である。

単価を考慮したリスク証券の期待収益率は、選択問題①④⑤では 1.2 であり、選択問題⑧⑪では単価が

1.2（百）円であることから、期待収益率 $1.2/1.2=1$ となっている。選択問題⑩では額面に対して平均的に 1.1 倍を返すことから、 $1.1/1=1.1$ 倍、となっている。

【あいまいな証券】あいまいな証券はあいまいな箱 C に紐づけられており、証券 C1 ではあいまいな箱 C から青のボールが出たときだけ、問題②～⑨では額面の 2.4 倍の金額を返し、問題⑩⑪では、額面の 2.2 倍を返す。倍率はリスク証券と同じである。あいまいな証券の単価は、選択問題②③④⑤⑥⑦⑨⑩で $p_A=1$ であり、⑧で $p_R=1.2$ 、⑦⑨で $p_R=0.8$ である。単価を考慮し、あいまいな箱から青のボールが引かれる主観的確率を 2 分の 1 としたあいまいな証券の主観的期待収益率は、選択問題②③④⑤では 1.2 であり、選択問題⑧では単価が 1.2（百）円であることから、主観的期待収益率 $1.2/1.2=1$ となっている。選択問題⑩では額面に対して平均的に 1.1 倍を返すことから、 $1.1/1=1.1$ 倍、選択問題⑨⑪では、 $1.2/0.8=1.5$ 倍となっており、⑪ではリスク証券の価格が 1.2 であることから、相対的に魅力的になっている。ただしあいまいな証券は客観的な確率は与えられないため、各被験者が感じている主観的収益率はこれとは異なる。エクセルに入力したもらった結果を観察すると、ほとんどの被験者で正の収益率をもたらす事象についての確率を、客観的な確率よりも低く申告していた。

	証券の単位価格			額面に対する収益率			投資資金に対する収益率		
	債券	リスク証券	あいまいな証券	債券	リスク証券	あいまいな証券	債券	リスク証券	あいまいな証券主観的確率が2分の1の時
							$p=1$	$p_{\text{赤}}=p_{\text{青}}=0.5$	$S(P_{\text{赤}})=0.5$ のとき
問題1	1	1		1.05	2.4		1.05	1.2	
問題2	1		1	1.05		2.4	1.05		1.2
問題3	1.2		1	1.05		2.4	0.875		1.2
問題4	1	1	1	1.05		2.4	1.05		1.2
問題5	1	1	1	1.05	2.4	2.4	1.05	1.2	1.2
問題6	1.05	1	1	1.05	2.4	2.4	1	1.2	1.2
問題7	1.2	1	1	1.05	2.4	2.4	0.875	1.2	1.2
問題8	1.2	1.2	1.2	1.05	2.4	2.4	0.875	1	1
問題9	1.2	1	0.8	1.05	2.4	2.4	0.875	1.2	1.5
問題10	1.4	1	1	1	2.2	2.2	0.71429	1.1	1.1
問題11	1.4	1.2	0.8	1	2.4	2.4	0.71429	1	1.5

（注）問題 4 においては、青が出たときに正の収益をもたらすあいまいな証券と、その排反事象である赤が出たときに収益をもたらすあいまいな証券があるが、収益率、価格ともに同じであるため割愛している

以下に、実際に被験者が直面した問題とそのインストラクションを掲げる。被験者は、60 分間のインストラクションを受け、練習問題において、実際にエクセルのセルの中の数字を動かしながら、債券による投資の意味、リスク証券に対する投資とその結果、債券とリスク証券を組み合わせで自分にとって最適なリスクを取る方法を教える。あいまいな証券が加わった場合も練習問題で確定し、確率がわからないことや、分散が一つだけではなく、その場合の主観的確率も入れてもらっている。さらに、一つのあいまいな箱から赤がでる場合に賞金がもらえることに紐づけられているあいまいな証券 C1 と、その排反事象である、同じあいまいな箱から青がでる事象に紐づけられたあいまいな証券 C2 が与えられたとき、リスクをゼロにししながら、債券よりも高い収益率を得る方法を教示される。

《債券の単価が 1.2 の例》

- [illegible]

➤ 「単価」が1.2であれば、2000円をすべて債券で運用すれば、16.666…ユニットを投資することができます。その場合、投資単位100円×16.67ユニット×収益率1.05=1750円（1円以下四捨五入）を確実に受け取ることになります。

- **リスク証券 A** は、**リスクの箱 A** から赤または青色のボールが出る状態に応じて「投資結果」が変わる証券です。**リスクの箱 A** には、**赤のボールが 30 個**、**青のボールが 30 個**入っています。
- **リスク証券 A** では箱 A から赤が出たときは、投資単位 100 円×投資ユニット数×2.4 倍が得られます。しかし、青が出た場合は 0 円となり、QUO カード 2000 円分は得られません。（何ももらえません）

- 「単価」がファイルにおいて1とあれば1ユニットの投資に必要な金額は100円です。「単価」が0.8であれば1ユニットの投資に必要な金額は $100 \times 0.8 = 80$ 円です。「単価」が1.2であれば1ユニットの投資に必要な金額は120円です。単価に気をつけて投資ユニットを決めましょう
- 証券Aの単価が1のとき ⇒ 2000円全額でリスク証券に投資し、赤が出たら、額面1(百円)×20ユニット×2.4倍=48(百)=4800円がもらえます。赤以外の色が出たら、何ももらえません。
- 平均的な収益率は、「期待収益率」に示されており、(赤が箱から引かれる確率(1/2)×「赤が箱から出たらもらえる金額」投資1ユニット(額面100円)の2.4倍 ÷ 単価1 = 1.2 となります。
- 証券Aの単価が1.2のとき ⇒ 2000円全額でリスク証券に投資するばあい、 $2000 \div 100 \text{円} \div 1.2 = 16.67$ ユニットの投資であり、赤が出たら、額面1(百)円×16.67ユニット×2.4倍=4000円がもらえます。赤以外の色が出たら、何ももらえません。(1円以下切り下げ)
- 平均的な収益率は、「期待収益率」に示されており、(赤が箱から出る確率(1/2)×「赤が箱から出たらもらえる金額」(投資1ユニット額面100円×2.4倍)÷価格1.2=1 となります
- 証券Aの単価が0.8のとき ⇒ 2000円全額でリスク証券に投資するばあい、 $2000 \div 100 \text{円} \div 0.8 = 25$ ユニットの投資であり、赤が出たら、額面100円×25ユニット×2.4倍=6000円がもらえます。
- 平均的な収益率は、「期待収益率」に示されており、(赤が箱から出る確率(1/2)×「赤が箱から出たらもらえる金額」(投資1ユニット額面100円×2.4倍)÷価格0.8=1.5 となります
- リスクの箱Aは、今ここで目の前で回答開始前に作ります。ご覧ください。

被験者は、練習シートを用いて、債券価格の影響を確かめる。その後、ポートフォリオ選択についての解説を受ける。全員が理解したのち、ポートフォリオ選択の解説を受ける。この際、期待収益率および分散の説明を受ける。

《ポートフォリオ選択—2証券ポートフォリオ選択の仕方1》

- 練習用ファイルのシート<1-1>は、債券とリスク証券Aを組み合わせる投資問題です。
- あなたは債券を選ぶことで、常に確実な金額を得ることができます。しかし債券の「単価」が高い問題では収益率が低くなってしまいます。そこで、債券とリスク証券を組み合わせることで投資をすることにより、確実に受け取る金額を決めると同時に、リスクを取ることで、債券に全額投資するよりも大きい金額を得る可能性を作ることができます。このことを、ポートフォリオ選択と呼びます
- 2000円分全額を投資することは決まっています。残念ながら例えば一部を手元に残し投資をしないという選択はありません、ただし、証券の組み合わせ方は自由です。

【分散】このポートフォリオのリスクは「分散」に表されます。分散はポートフォリオを所有したときに赤が出たときの投資結果と青が出たときの投資結果が、それぞれポートフォリオの「期待収益率R」からどの程度異なる結果が出るか（偏差といいます）を2乗した数字を、各状態が出る確率によって加重平均したものです。「分散」の値が大きいほど、期待収益率からのちらばりが大きくなりますので、リスクの目安としてご覧ください

《あいまいな証券があるときのポートフォリオ選択》

- [illegible]

《証券の説明3：あいまいな証券C》

- 14

- あいまいな証券 C1 に紐付けられたあいまいな箱 C から青のボールが出る確率はわかりません。
箱 C に青のボールが 1 つも入っていない可能性もあれば、60 個全部が青のボールである可能性もあります。 青のボールの数の決め方は、先述したとおり恣意的ではありませんが、0 個から 60 個は等確率で入るわけではありません。
- あいまいな証券 C1 では箱から青が出たときのみ 1 ユニットあたり 2.4 (百) 円が得られます。
- あいまいな証券 C2 は、箱から赤が出たときのみ 1 ユニットあたり 2.4 (百) 円が得られます。
- 以下の説明文において、あいまいな証券 C1 について説明します。証券 C2 については、1 ユニットあたり 2.4 (百) 円をもらえる状態が青から赤に変更されるだけであり、その他は同じように考えてください。
- あいまいな証券 C1 は 1 ユニット投資をして、あいまいな箱 C から青が出た場合には 240 円がもらえ、赤が出た場合は何も得られません。
- 証券 C1 の 1 ユニットの投資に必要な金額は、「単価」をみればわかり、「単価」がファイルにおいて 1 であれば 100 円です。「単価」が 0.8 であれば 1 ユニットの投資に必要な金額は 80 円 (0.8 百円) です。「単価」が 1.2 であれば 1 ユニットに必要な金額は 120 円 (1.2 百円) です。
- リスク証券 A とあいまいな証券 C1 が同一のポートフォリオ問題に入っているケースもあります。

《主観的確率の記入》

- あいまいな証券では、青のボールの個数がわかりません。ですから、自分で想定する、箱 C の中の青の個数の上限と下限をそれぞれ青いセル■に入力し、あなたが予想する青の範囲がわかるようにしてください。(もしも、あなたの青のボールの数の予想が、客観的な上限 60 と下限 0 と同じであれば、それを書き入れてください)。さらに、その範囲の中から、最も自分の箱に入りそうだと思う青の個数を、上方に枠で囲われている口の中の、青い決定セル■に入れてください。なお、青のボールの予想がただ一つだけなのであれば、上限、下限と、上段の予想した数の三つの枠の中に入る数は同じになります。
- 以下の計算例は、決定セル■に入れたボールの数が 20 個 (青のボールが出る確率は 3 分の 1) と予想した場合に基づいたものになります。実際に箱に入る青の数と同じというわけではありませんので注意してください。
 - あいまいな証券の「単価」が 1 のとき ⇒ あなたが 2000 円全額であいまいな証券 C1 に投資をし、もしもあなたの箱から青が出たら、額面 100 円 × 20 ユニット × 2.4 倍 = 4800 円がもらえます。赤が出たら投資した 2000 円を失い、何ももらえません。
 - あいまいな証券の「単価」が 1 のとき あいまいな証券 C1 の「主観的期待収益率」= (「C1 で青が箱から引かれる主観的確率」(1/3) × 「赤が箱から出たらもらえる金額」2.4 (百円)) ÷ 「単価」1 = 0.8 となり、投資金額の 0.8 倍しか得られないとあなたが考えていることとなります。
 - 【注意！】この 0.8 倍の収益率はあなたがボールが 20 個と予測していて、主観的確率 = 1/3 に基づく平均的な収益率です。もしもあなたが青のボールを 60 個と予想すれば (主観的

確率が1ならば)であれば、主観的期待収益率は3倍の2.4となり、投資金額の2.4倍が平均的に得られると考えることになります。

主観的確率の記入について教室の大型スクリーンで被験者に確認してもらったのち、あいまいな箱は、実際に目の前で実験後に作られること(ただし、青と赤のボールの内訳がどのように作られるのかについては、恣意的でないこと、uniform distributionで決定されないことの外には説明されない)が告げられる。また、主観的な収益率やリスクの計算は目安にしかならないことも説明される。

- あいまいな箱Cは被験者の目の前で実験後に作ります。今、**あいまいな箱C**に入る青のボールの数が決まった後の、箱Cの作り方をざっくりと見せますので、ご覧ください。
- あなたは箱Cの中の青の数の予想を入力することで、収益率や分散(リスク)の試算をすることができ、その試算に基づいて投資ユニットを決定することができます。しかし、実際に謝礼金を決定づけるのは、目の前で作られた箱から何色のボールが出たかと、投資のユニット数だけなので気を付けてください。

また、被験者は、高い報酬を狙おうとしてリスクを取っても、実際に謝礼金が本当にゼロになってしまったときに、本当に何ももらえないことを予測していないことがある。そのため、インストラクション前の実験同意書内、インストラクション中にも何度も文面および口頭で警告をする。インストラクションの最後にも、赤字で次の警告を与えている。それにもかかわらず、全額をリスク証券やあいまいな証券に投資をして実際にゼロ円となった際に本当は何かもらえと思っていた被験者は存在する。

- **実験本番の問題は証券の「単価」に気を付けてください。**
- **(注意！) 投資の仕方によっては謝礼金が0円になる可能性があります、それを避けることはすべての問題において可能です。**
 - どの問題でも債券に投資をするか完全な分散投資をすることにより、多くないけれども確実な投資結果を得られます。全額安全投資で得られる最も低い投資結果は1667円です。
 - 「単価」が低い証券に集中投資することで大きい投資結果が得られます。しかし集中投資にはリスクを伴い、1円も得られない可能性があります。本当に謝礼金のお支払いがないので十分に気を付けてください。

3.2.2 仮想アンケートによるリスク選好の測定

本研究では、アンケートによるリスク選好だけではなく、顕示化された選好によってもリスク選好の程度を知ることが可能なように実験を行った。

リスク選好については、アンケートによる測定と謝礼金をとまなう経済実験によって確認した。アンケートは、Holt and Laury (2002) による Multi Price Task を応用した数値例による質問を利用し、分散が異なり、期待値も異なる2のくじについてどちらが良いかを二項選択で尋ねていくものである。アンケートによる測定では、仮想的な比較になるため、経済実験でリアルチョイスとして用意できる金額よりも大きい金額についてたずねることができる。そのため、むしろ正確なリスク回避度になる可能性がある。この実験では、

A. 5%の確率で 18000 円を受け取り, 95%の確率で 14000 円を受け取る.

B. 5%の確率で 34650 円を受け取り, 95%の確率で 900 円を受け取る

の二項問題をたずねるところから始まる. 多くの被験者が B を選択する.

二番目以降の二項問題を,

A. α %の確率で 18000 円を受け取り, $(1-\alpha)$ %の確率で 14000 円を受け取る.

B. α %の確率で 34650 円を受け取り, $(1-\alpha)$ %の確率で 900 円を受け取る

において, α が 10%から 5%刻みで 100%まで上げていく.

ある人が x %となったところで, 選択が A から B に変化したとする.

この人にとって $(x-5)$ %と x %の midpoint に真の threshold があると仮定し, さらに期待効用仮説を仮定すると $(x-2.5)$ %が

$$(x-2.5)u(1.8) + (97.5-x)u(1.4) = (x-2.5)u(3.4650) + (97.5-x)u(0.09)$$

この人の効用関数が, 相対的リスク回避度が一定となる累積関数 $u(x) = \frac{x^{1-\gamma}}{1-\gamma}$ で表現されると仮定すること

とで, γ を求めることができる. 求められる閾値の対応表は Appendix に記している.

Holt and Laury (2002) では確率の区切りを 10%にしているため選択肢は 10 問だが, より正確にリスク態度を測りたいと考えて, 本研究では 5%刻みにしている.

3.2.3 仮想アンケートによる時間選好率の測定

Epstein and Zin (1989) 型の効用関数を再掲すると, 現在および確率的な将来の消費からの効用は,

$$W(c, z) = \left[(1-\beta)c^\rho + \beta(E\tilde{x}^\alpha)^\rho / \alpha \right]^{1/\rho} \quad 0 \neq \alpha < 1, 0 \neq \rho < 1$$

となり, 現在および将来の消費からの効用は時間選好率とリスク選好の両方に依存する.

本研究では, 実験において, 与えられた投資資金 2000 円を全額投資することが決まっているので, それを意識した個人にとっては, 上記の式の $c=0$ となるため ρ はなくなる. 500 円単位までは QUO カードで謝礼金がもらえることや, 今すぐに謝礼金を受け取ることができず, 一週間後以降の受け取り被験者も多く存在した.

この実験では運用結果がすぐにわかるため, 現実の謝礼金を受け取ることができるようなリアルチョイスとしての時間選好率の測定は行わず, アンケートによって測定した. その際の質問は, 近い将来と遠い将来の受け取りについてたずねるものとなっており, 今すぐ受け取れる一定の金額と, 将来受け取れる一定の金額ではないことから, たとえ被験者累積割引関数が双曲割引であっても, 現在バイアスは考慮する必要はない.

アンケートの文面は以下の通りである.

以下には, 受け取れるまでの期間と金額の組み合わせがあります.

もしもあなたがどちらかを選ぶなら, A と B のどちらがいいですか? A なら 1 を, B なら 2 をチェックしてください. 問 1 では同じ金額から始まり, 問 20 まで少しずつ金額が上がっていく.

問 1 1. A. 3 週間後に 20000 円受け取れる 2. B. 12 週間後に 20000 円受け取れる

問 2 1. A. 3 週間後に 20000 円受け取れる 2. B. 12 週間後に 20035 円受け取れる

|

問 20 1. A. 3 週間後に 20000 円受け取れる 2. B. 12 週間後に 25896 円受け取れる

この問題でも、時間選好率（割引率）がマイナスでない場合には、A から始まり、どこかで選択が B に移行する。時間選好が極めて高い場合には、B に移行しない。実際そのような被験者が少なからず存在した。なお、時間選好率から計算できる割引率とリスク選好の相関は強くないことが Wada and Oda と同じく確認された。あるものは、割引率が極めて高く B に移行しないがリスク愛好ではなく、あるものは、割引率は低い喜んでリスクを取ろうとする。本研究の範疇を超えている可能性はあるが、この二つの要素を別々に考慮しないまま動学的効用最大化問題を解くことは大きな制約を課していることを改めて確認することとなった。

3.2.4 金融リテラシーの測定

本研究では金融リテラシーの測定方法として、金融庁が全国のすべての年代を対象に広く行った「金融リテラシー調査」の問題を踏襲し、被験者にアンケートに回答してもらうという名目で金融リテラシーの測定を行った。また、自信過剰の代理変数を以下のように行った。金融庁が行っている「金融リテラシー調査」における正誤問題のなかから、本研究と関係があると考えられる、基礎的な金融知識に関するもので、実際に投資および資産選択をするうえで重要と思われる問題を中心に 19 問を選択し、19 問の正答率を測定し、客観的にみたリテラシーの程度を測定した。また、アンケート中の「Q17 あなたの金融全般に関する知識は、他の人と比べて、どのようなレベルにあると感じていますか（1つだけ）」という質問に対し、回答の選択肢として 5 段階用意されており、1. とても高い 2. どちらかといえば高い 3. 平均的 4. どちらかといえば低い 5. とても低い である。この回答の番号を 6 から除いて、自己評価が高い順に、5 点から 1 点に下がるようにし、その点数から、客観的なリテラシーの合計点を満点で 5 点になるように 5/19 をかけたものを、自信過剰の代理変数とした。金融庁「金融リテラシー調査」には 50 問以上にわたる質問があるものの、すべてが正誤問題ではなく、将来のためにどのような資産を蓄える必要があるか、また資産の蓄財は十分であると思うかなどの、資産形成についての現状や将来の心構えについての質問を多く含んでいる。金融リテラシーを測定するためにたずねた 19 問とは、Q4, Q5, Q6, Q12, Q14, Q15, Q16, Q18, Q20, Q21, Q21-2, Q21-3, Q21-4 Q22, Q23, Q25, Q26, Q30, Q31, Q33 である (https://www.shiruporuto.jp/public/document/container/literacy_chosa/2016/pdf/16literacy.pdf)

また、これらの正誤問題において、「わからない」と回答することができる。選択肢があるのに、選択することができない、または自由記述で回答できない「わからない」と回答した人は、間違っている回答をした人に比べて、金融リテラシーについて自信がないか、または、回答をあきらめてしまっている可能性がある。このような回答をする心理を掘り下げていくと、確率がわからないあいまいな証券が与えられたときに、客観的に確率が与えられているリスク証券との比較により、あいまいな証券の主観的期待値を低く設定したり、分散が一つではなく複数存在することの影響を予想したりすることができないため、あいまいさ回避が強まる可能性がある。そこで、「わからない」と回答した頻度を説明変数として採用した。

3.2.5 あいまいさ回避度の顕示実験

本研究では、確率が与えられていえるリスク証券と独立事象に紐づけられているあいまいな証券を用意しているが、あいまいな証券とリスク証券が無差別になるようなあいまいさ回避度がわかれば、観察できる選択を説明することができると考えられる。ポートフォリオ実験とあいまいさ回避度の実験は、本来は同日に行うのが望ましいが、多くの被験者をリクルートした敬愛大学においては、放課後の時間にバイトなどの制約がある学生がほとんどであり、同日に行うことができなかったケースもある。謝礼金については、所得効果を避けるため、ポートフォリオ実験と可能な限り同日の同時間に決定して渡している。

あいまいさ回避度を顕示選好によって測定する実験は以下の通りである。あいまいさ回避度を測定する場合には、通常確実性等価 (Certainty Equivalent, CE) ではなく、確率性等価 (Probability Equivalent, PE) によって測定することが一般的である。本実験では、投資した場合に確率 1 で額面の 1 倍を返す債券にも投資をできることから、確率性等価のみならず、確実性等価の両方を求めている。確率性等価とリスク回避度から間接的に求めた PE* と確率性等価 PE を比較すると、PE* のほうが PE よりもあいまいさ回避度は有意に高かった。PE* にはリスク選好が含まれていることになるため、本研究の分析にとっては、PE がより適切であると考えて、それを採用している。確率性等価 PE を求めるための手順は以下の通り。

【PE①】から【PE⑪】では、〔ク. 赤が出る確率がわかっている箱 A から赤が出ることに賭ける〕か、〔ケ. 箱 B から赤が出ることに賭ける〕か、を選びます。ク. の確率がわかっている箱 A の確率は、①の 5% から 5% 刻みに増え、⑪では赤が 55% 入っている箱となります。それに対して、ケ. の確率がわからない箱については、赤と青は合計で 180 個入っていることはわかっていますが、赤が 0 である可能性もあれば、180 個である可能性もあります。それ以外は、どのように箱が作られるかも教えることはできません。

この問題が謝礼金の対象となり、【PE①】から【PE⑪】であなたが、

ク. を選んでいた場合、⇒ 実験の最後に、問の番号①～⑪に応じて確率が決まる箱 A から助手がボールを 1 つひき、赤が出た場合だけ 2000 円がもらえます。

ケ. を選んでいた場合、⇒ 実験の最後に確率がわからない箱 B から助手がボールを 1 つひき、赤が出た場合だけ 2000 円がもらえます。

被験者にとって確率性等価を測るための最初の質問【PE①】から最後の質問【PE⑪】まで、赤のボールの確率が 5% 刻みで増えていき、PE⑪では赤のボールが 55% 入っている箱と、確率がわからない「あいまいな箱」のどちらの選択肢を選ぶのかをたずねられる。

【PE①】 ク. 赤のボールが 5% (9 個) で青のボールが 95% (171 個) が入っている箱
ケ. 何% (何個) 赤が入っているかわからない箱

↓
(中略)

- ク. 赤のボールが 55% (99 個), 青のボールが (81 個) 入っている箱
ケ. 何% (何個) 赤が入っているかわからない箱

ある被験者が赤のボールが $(x-5)$ % のときには、ケを選んでおり、 x % のときにはクを選んだとしよう。この被験者にとって、確率のわかっている箱とあいまいな箱が完全に無差別になるのは、その中間の $(x-2.5)$ % 赤を含んでいる箱が、あいまいな箱と等価の箱となる。この確率性等価があいまいな証券への投資を決めるあいまいさ回避度を表している。

4. 実証分析

4.1 実験データ

プレ実験を 2018 年 1 月 26 日に 20 人に対して慶應義塾大学で行った。この際のリスク証券およびあいまいな証券の収益率の設定が高すぎ、本研究の目的を達成するには不十分であった。データの観察・分析を経て、本実験の設定に取り掛かった。

本実験は、2018 年 5 月 14 日および 7 月 24 日に敬愛大学で、2018 年 5 月 24 日に慶應義塾大学において行った。敬愛大学の学生は説明変数の測定のための追加実験を後日受けている。本実験を受けたのべ 69 人のなかから、データにほとんど不備がなく、アンケートにほぼすべて回答しており、後日のインタビューにも返事があり、有効とみなすことができた回答が 50 となった⁴。

4.2 基本的な問題におけるポートフォリオ選択の結果

基本的な問題におけるポートフォリオ選択を問題間の比較により観察する。図 4-1 は、問題 1 と問題 2 のポートフォリオ全体に占める試験の投資金額の比率を示したものである。

問題 1 は、確実な収益を 1.05 倍でもたらす債券と、期待収益率が 1.2 倍のリスク証券を運用できるときの、債券投資金額の比率である。債券比率を投資金額でみると、ちょうど 0.5 という比率を選んでいるものが 18 人、全体の 36% 存在する。この問題では債券単価、リスク証券単価がともに 1 であり等しかったことも影響していると考えられるが、半分ずつにしている被験者は、いわゆる *naïve diversification* を行っている可能性もある。

問題 2 では、債券とあいまいな証券とでの運用であり、比率を変化させた被験者が多いことが見て取れる。変化の内容をみると問題 1 で 0.5 を境に、それよりも多く債券を持っていたものはむしろ債券比率を増やし、逆に債券比率が低かったものは境にはあいまいな証券を増やす傾向がみられる。これは、あいまいな証券に対する選好の顕示であると同時に、複雑な問題を与えられて初めてポートフォリオ選択に真剣に取り組んだ可能性もある。

図 4-2 は、債券とあいまいな証券を組み合わせる最適なポートフォリオを作る問題であり、債券価格が 1 から 1.05 に上昇し、その収益率が 1.05 から 1 と変化している。わずか 5% の変化に対して感応的であり、29 人 (58%) 被験者が債券への投資を減らしている。

⁴ なお、最善を尽くしても一部データには欠損があることを報告しておく。

問題 4 は、ポートフォリオを組んで分散投資ができるかどうかをみるチェックとなっている。個の問題では債券の保有比率を 0 にしながら、2 つのあいまいな証券に同じユニットだけ投資をすることによって、リスクを 0 にしながら（したがって確実に）2400 円を受け取ることができる。練習時に説明されていることもあり、18 人が上記の効率的なポートフォリオ選択をしている。

問題 5 では、債券、リスク証券、あいまいな証券が与えられる。リスク証券とあいまいな証券の単価は 1 であり収益率だけをみて、インストラクションあったように、すべての証券に正の金額の投資をした場合には、4 種類の投資結果のうち、どれかが現実のものとなるが、その確率はわからない。一方、債券とリスク証券だけに投資をした場合には確率はわかっている。リスク証券よりもあいまいな証券への投資を少額にしたものは、50 人のうち 42 人と 84% を占めていることから、あいまいな証券では確率がわからないことについて *conscious* であったと考えられる。あいまいな証券への投資をしていないものは 5 人で、うち 4 人まではリスク証券にも投資をしていない。しかしその比率は 10% に過ぎないため、現実の社会で観察されるようなリスク回避やあいまいさ回避行動はみられなかったといえる。

問題 5 は異なる種類の 3 証券問題であるが、3 分の 1 ずつを投資するものはほとんどいなかった。Naïve diversification を行ったわけではないことは明確に観察された。

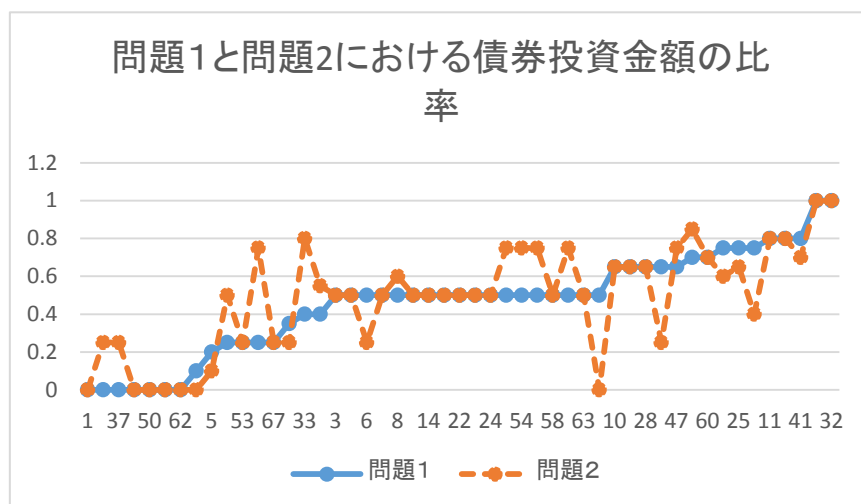


図 4-1

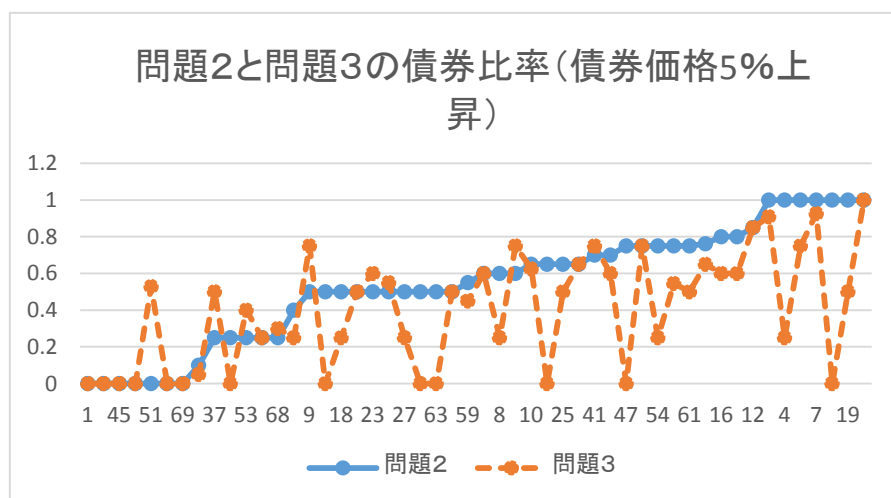


図 4-2

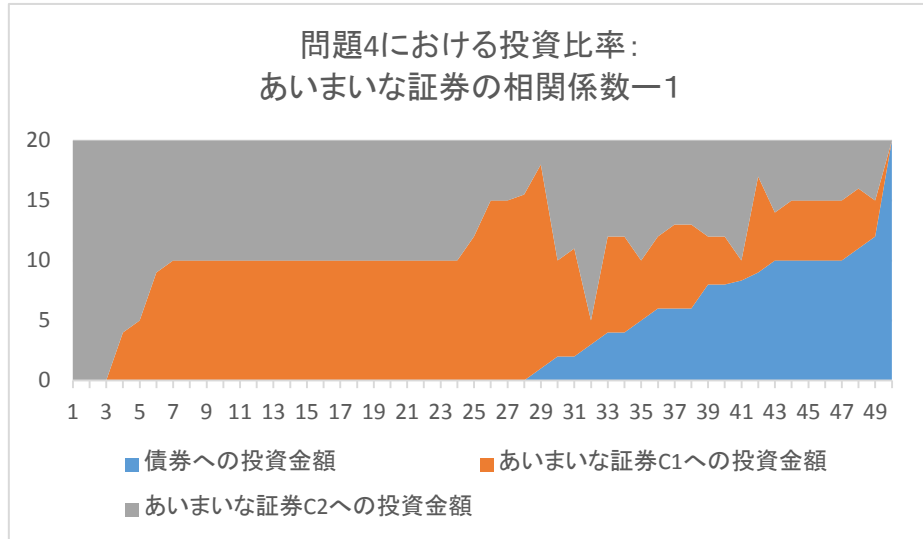


図 4-3

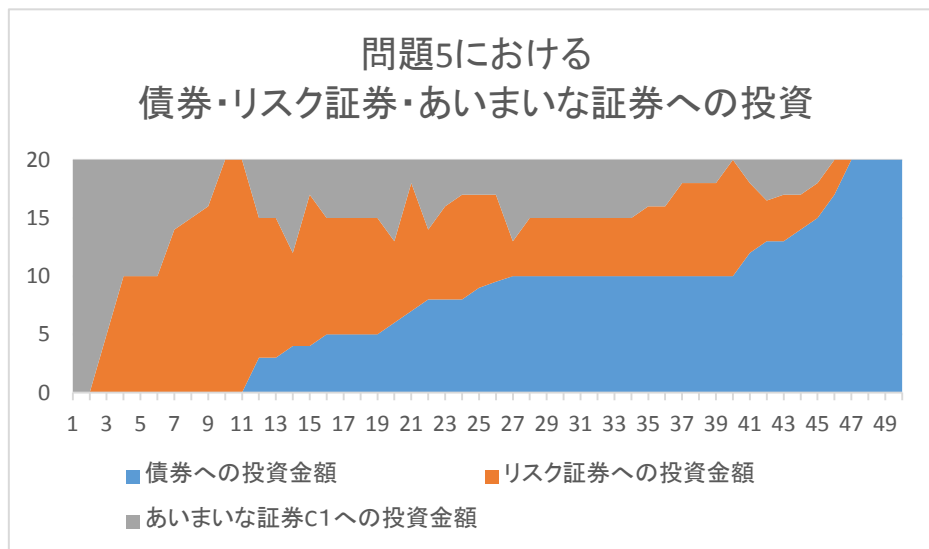


図 4-4

4.2 実証結果

実証分析の結果は表 4-1, 表 4-2 にまとめられている。被験者全員のすべての問題への回答の変動がが、あいまいさ回避度、リスク回避度、相対的な収益率、金融リテラシー正解数の違いによって説明できるかどうかを、最小二乗法によって推定した結果である。4-1 で確認したように、問題 1 では与えられた証券が n 種類であったときに、それぞれに n 分の 1 を割り当てる **naïve diversification** の可能性がある。また問題 4 は、ポートフォリオ選択における分散投資をすることによって完全にリスクを避けることが出来るケースである。特殊な問題設定となっているためデータを取り除いている。

	債券投資金額			リスク証券投資金額			あいまいな証券投資金額		
	係数	t値	P> t	係数	t値	P> t	係数	t値	P> t
あいまいさ回避度	0.108	2.4 **	0.019	0.136	0.9	0.383	-0.364	-1.6	0.113
リスク回避度	0.660	1.7 *	0.091	-0.428	-0.4	0.689	-0.119	-0.1	0.939
割引率	-0.310	-1.9 *	0.065	1.135	2.2 **	0.032	0.453	0.6	0.558
金融リテラシー正解数	0.290	6.1 ***	0.000	-0.531	-3.5 ***	0.001	-0.427	-1.9 *	0.060
あいまいな証券の債券への相対価格	-0.097	-7.8 ***	0.000						
あいまいな証券のリスク証券への相対価格				-1.106	-9.9 ***	0.000	0.743	4.5 ***	0.000
定数	8.734	14.3 ***	0.000	32.339	17.5 ***	0.000	30.400	11.2 ***	0.000
調整済み決定係数	0.2608			0.0544			0.0805		
F値(6, 284) =	18.05			3.08			25.29		

* 両側検定で10%有意水準を満たす
** 両側検定で5%有意水準を満たす
*** 両側検定で1%有意水準を満たす

表 4-1 証券投資金額を被説明変数とした回帰分析（最小二乗法）の結果

債券への投資金額は、あいまいさ回避度、金融リテラシー、あいまいな証券の債券に対する相対価格によって強く説明された。独立の選択型実験で測定されたあいまいさ回避度が高いものはより多く債券投資をしている。これに対し、あいまいな証券への投資は、あいまいさ回避度が高いものは投資していない可能性が高い（両側検定では有意ではないが、片側検定で10%有意）。リスク証券への投資はあいまいさ回避度では説明されていない。

債券への投資金額は、リスク回避度によって有意に説明されているのに対し、リスク証券やあいまいな証券への投資金額は、リスク回避度によっては有意に説明されていない。

アンケートによって測定された割引率（または時間選好率）が低いものほど債券保有比率が高く、安全な資産運用を望んでいることがわかる。逆に、リスク証券への投資は、割引率が高いものほど多く投資を行っている。ところが、あいまいな証券への需要は割引率によっては有意に説明されない。

あいまいな証券への需要、リスク証券への需要、債券投資への需要のすべてを強く説明しているものが金融リテラシーであった。被験者は全員20代であり大学生または学卒者であるものの、個人による正答率の差が大きかったことも寄与していると考えられる。ただし、実験においては、金融リテラシーが高いものは債券すなわち安全資産への需要が高く、逆に低いものがリスク証券やあいまいな証券への需要が高かった。

説明変数間の相関では、あいまいさ回避度とリスク回避度の相関係数が27%程度あるため、多重共線性が起きている可能性もある。リスク回避度とあいまいさ回避度の片方を用いて回帰を行った結果が表である。

	あいまいさ回避度	リスク回避度	割引率	金融リテラシー正答率
あいまいさ回避度	1.000			
リスク回避度	0.286	1.000		
割引率	0.013	0.130	1.000	
金融リテラシー正答率	-0.073	-0.107	0.188	1.000

	債券投資金額			債券投資金額			リスク証券投資金額			あいまいな証券投資金額		
	係数	t値	P> t	係数	t値	P> t	係数	t値	P> t	係数	t値	P> t
あいまいさ回避度	0.135	3.09 **	0.002							-0.370	-1.74 *	-0.790
リスク回避度				0.940	2.68 **	0.008	-0.093	-0.4	0.926			
割引率	-0.24198	-1.46	0.144	-0.359	-2.12 **	0.035	0.153	2.04 **	0.043	0.438	0.59	-1.029
金融リテラシー正解数	0.277	5.71 ***	0.000	0.289	5.86 ***	0.000	-0.543	-3.56 ***	0.000	-0.425	-1.9 *	-0.866
あいまいな証券の債券への 相対価格	-0.099	-7.87 ***	0.000	-0.095	-7.52 ***	0.000						
あいまいな証券のリスク証 券への相対価格							-1.100	-9.88 ***	0.000	0.744	4.54 ***	0.000
定数	9.051	15.1 ***	0.000	7.984	14.79 ***	0.000	31.576	19.41 ***	0.000	30.342	11.65 ***	0.000
調整済み決定係数	0.2608			0.2329			0.0544			0.0847		
F値(4, 284) =	23.8			23.02			3.08			6.02		

* 両側検定で10%有意水準を満たす

** 両側検定で5%有意水準を満たす

*** 両側検定で1%有意水準を満たす

表 4-2 証券投資金額を被説明変数とした回帰分析（最小二乗法）その 2

表 4-2 では多重共線性をもたらさうるあいまいさ回避度とリスク回避度をどちらか片方だけを説明変数として採用した。債券およびあいまいな証券の投資金額の説明変数として、あいまいさ回避度を採用した場合のほうが、リスク回避度よりも有意度が高まっており、決定係数も高い。この結果はあいまいさ回避度の測定がアンケートではなくリアルチョイスであったことから来る可能性もあるが、あいまいさ回避が、確実な債券への需要を高めるのは直感的に理解しやすい。

この場合にも、金融リテラシーは需要を両側検定の 1%水準で有意に説明しており、ポートフォリオ選択において最も重要な変数のひとつであることが浮かび上がった。ただし、この結果は、現実の資産運用において、金融リテラシーが高いものにおいて証券保有比率が高いということと逆の結果である。

どの証券の需要についても、相対的な価格への感応度も非常に高かったことから、被験者は価格に敏感に反応しながら、したがって予算制約を有効に利用しながら、自分にとって最適なポートフォリオを組もうとしたことがわかった。

金融リテラシーの理変数として、「わからない」と解答した累計も用いたがいずれも有意な結果を得られなかった。また、時間選好率の代理変数として、金融リテラシー調査より、消費性向についての 3 つの質問の合計を用いてみたが、これも全く有意な結果を得ることはなかった。

また、回帰分析のモデルとして、一般化最小二乗法を採用したところ、説明変数はBLUEを満たしているため、最小二乗法とほとんど同じ結果であった。

5. 結論と課題

個人のポートフォリオ選択を決定づけると考えられる要因のうち、あいまいさ回避度、割引率、金融リテラシーのどの要因が最も大きく影響しているのかについて、2つの独立した経済実験とアンケートによって測定し、50人の有効回答を得て、回帰分析を行った。

ナイト流不確実性の下であっても、ほとんどの被験者があいまいな証券すなわち生起確率がわからない結果を伴う証券への分散投資を行う行動がみられた。したがって、理論モデルとしては maxmin 理論ではなく、少なくとも

α -maxmin 理論に基づくことがわかった。また、あいまいな証券がなく、債券とリスク証券だけが与えられた最初の問題のおいてのみ **naïve diversification** が観察されたが、3証券問題ではほとんどみられなかった。

安全資産は、あいまいさ回避度が高く、リスク回避度が高く、割引率が低く、金融リテラシーが高いものによって需要されているが、金融リテラシーの説明力が最も高く、かつ、金融庁の調査とは逆に、金融リテラシーの高い学生ほど多く債券に投資することがわかった。

リスク証券とあいまいな証券に関しては逆に、割引率が高く、金融リテラシーの低いものによって選好された。彼らは非合理的なわけではなく、あいまいな証券のリスク証券に対する相対価格に感応的であった。これは、今後超低金利政策が終わることで、今以上に預貯金などの安全資産への需要が高まる可能性を示唆している。

本研究の結果は、非正規雇用者にとって NISA への門戸が開かれたことで、株式や株式投信への需要につながる可能性は決して低くないことを示唆している。それにも関わらず、これらの学生のほとんどには株式や株式投信への投資の経験がない。したがって、株式や株式投信の購入の仕方がわからない、NISA のメリットがわからないなど、何らかの障害があることが予想される。実際に、ほとんど全ての学生が学校で金融リテラシーを得る機会がなかったことを報告している。したがって、分散投資の必要性や金利や株価のファンダメンタルズについての基本的な知識を得る機会を作る必要がある。もしくは現実の株式市場の不確実性が高すぎると感じており、あいまいさ回避がより強く作用している可能性がある。

今回の実験研究では、サンプルが学生に限られていることから、金融リテラシーについては今後一般の社会人のサンプルを取ることで異なる結果が得られる可能性がある。より広く多くのサンプルを取りながら、個々で得られた研究結果を検証し深耕していくことが、今後の課題である。

参考文献

- 浅井 義裕(2017)「金融教育は有効なのか?—日本の大学生を対象とした一考察—」生活経済学研究 Vol.46, 11-24
- イツァーク ギルボア (2014) 川越 敏司 (翻訳)『不確実性下の意思決定理論』
- 北村智紀、中嶋邦夫 (2009)「確定拠出年金における継続投資教育の効果: 実験による検証」現代ファイナンス Vol. 25, 53-76
- 國枝繁樹 (2000)、「確定拠出型年金の経済学的意義」、『証券アナリストジャーナル』2000 年第 5 号、69-86 頁
- 國枝繁樹 (2014)、「行動経済学と金融税制」、『金融税制と租税体系』(証券税制研究会編, 日本証券経済研究所)
- 金融広報中央委員会 (2016)「金融リテラシー調査」
- 金融庁 (2017)、「NISA-ジュニア NISA 口座の開設・利用状況調査 (平成 28 年 9 月末時点)」
- Ahn, D. S Choi, D Gale, S Kariv (2014) Quantitative Economics, Estimating ambiguity aversion in a portfolio choice experiment Vol.5, No.2, 195—223
- Ainslie, G., (1992) Picoeconomics: The strategic interaction of successive motivational states within the person
- P Bossaerts, P Ghirardato, (2010) Ambiguity in asset markets: Theory and experiment The Review of Economics, Vol.23, No. 4, 1325--1359
- Benartzi, S., (2001), “Excessive Extrapolation and the Allocation of 401(k) Accounts to Company Stock?” Journal of Finance 56:1747-64.

- Benartzi, S. and Thaler, R. H. (2001). "Naïve Diversification Strategies in Defined Contribution Saving Plans". *American Economic Review*. 91: 79–98.
- Benartzi, S. and R. H. Thaler (2001) "Naive diversification strategies in defined contribution saving plans", *American economic review*, Vol.91, No.1 79—98.
- Ellsberg, Daniel (1961). "Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms". *Quarterly Journal of Economics*. 75 (4): 643–669.
- Epstein, L.G., and M. Schneider, (2003) Ambiguity, information quality, and asset pricing
Ambiguity, risk, and asset returns in continuous time
- Chen, Z and [L. Epstein](#) - *Econometrica*, 2002, *The Journal of Finance*, 2008,
- Epstein L.G. and S.E. Zin, Substitution, Risk Aversion, and the Temporal Behavior of Consumption and Asset Returns: An Empirical Analysis, *The Journal of Political Economy*, Vol. 99, No. 2 (Apr., 1991), pp. 263-286
- Gamble, K., P. Boyle, L. Yu, and D. Bennet (2013) , "Aging, Financial Literacy, and Fraud,"
- Gilboa, I. and Schmeidler, D., (1989). "Maxmin expected utility with non-unique prior," *Journal of Mathematical Economics*, Elsevier, vol. 18(2), pages 141-153, April.
- Lusardi, A., and O. Mitchell (2011) , "Financial Literacy around the World: An Overview," *Journal of Pension Economics and Finance*, Vol. 10, No. 4, pp. 497-508
- Lusardi, A., O. Mitchell, and V. Curto (2014) , "Financial Literacy and Financial Sophistication in the Older Population," *Journal of Pension Economics and Finance*, Vol.13, No.4, pp.347-366
- Madrian, B.C. (2014) , "Applying Insights from Behavioral Economics to Policy Design," *Annual Review of Economics*, Vol. 6. No. 30, pp. 1-30
- Maccheroni, F. M. Marinacci, A. Rustichini 2006 Ambiguity aversion, robustness, and the variational representation of preferences *Econometrica*, Vol.74, No, 6, 1447--1498
- McCannon, B., C. Assad, and M. Wilson (2016) , "Financial Competence, Overconfidence, and Trusting Investments: Results from an Experiment," *Journal of Economics and Finance*, Vol. 40, No.3, pp 590–606
- Mitchell, O., and S. Utkus (2012) , Target-Date Funds in 401 (k) Retirement Plans," NBER Working Paper No. 17911.
- Choi, J.J., D. Laibson, B.C. Madrian, A. Metrick, (2001) Defined Contribution Pensions: Plan Rules, Participant Decisions, and the Path of Least Resistance, NBER Working Paper No. 8655
- George Loewenstein G., D. Prelec (1992) Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and an Interpretation, *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 107, Issue 2, 1 May, 573–597
- T. Gajdos, T. Hayashi, J.M. Tallon (2008), Attitude toward imprecise information, *Journal of Economic Theory*, Elsevier, 140 (1), pp.23-56.
- Lusardi, Annamaria, Olivia Mitchell, and Vilsa Curto (2010). "Financial Literacy among the Young," *Journal of Consumer Affairs* 44.2, p. 358-380.
- Lusardi, Annamaria and Peter Tufano (2009). "Debt Literacy, Financial Experiences, and

- Overindebtedness." NBER Working Paper Series, w. 14808.
- Lusardi, Annamaria, and Olivia Mitchell (2007). "Financial Literacy and Retirement Preparedness: Evidence and Implications for Financial Education." *Business Economics* 42(1): 35-44.
- Lusardi, Annamaria and Olivia Mitchell (2006). "Financial Literacy and Planning: Implications for Retirement Wellbeing," Pension Research Council Working Paper n. 2006-1.
- D Prelec (2004) Decreasing impatience: a criterion for Non - stationary time preference and "hyperbolic" discounting, *Scandinavian Journal of Economics*, 2004 ,Vol, 106,No,3,511--532
- Sunstein, C.R., S Benartzi, R H. Thaler and S. P. Utkus, (2007) "The Law and Economics of Company Stock in 401(k) Plans," 50 *Journal of Law and Economics* 45
- Strotz, M. (1956). Inconsistency in Dynamic Utility Maximization, 23*Rev. Econ. Stud.*, 165, 165.
- Takeuchi, K., (2011) Non-parametric test of time consistency: Present bias and future bias *Games and Economic Behavior*, Vol.71,No,2,456--478