

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 —¹

敬愛大学 和田良子²

慶應義塾大学 大塚崇夫³

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．また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

平成 29 年度より個人型確定拠出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，その運用において様々な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

¹ 平成 30 年 9 月 21 日のゆうちょ財団助成研究報告会において本研究の報告を行い，有益なコメントを得ることができた．助成金をくださった，ゆうちょ財団および研究をサポートしてくださったゆうちょ財団の方々，さらに報告会において貴重なコメントをくださった先生方に心より感謝申し述べます．

² rwada@u-keiai.ac.jp 敬愛大学経済学部 教授
043 (251) 6363 代表

³ otk@sfc.keio.ac.jp 慶應義塾大学 総合政策学部研究科 修士課程

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結果が観察された。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、Giloba (2009) 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。

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 年度末 52.2%）、国債（同年度末 1.9%）および保険商品（同年度末 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 15.1%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（消費の異次点間の代替性）、金融リテラシーの四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四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。

また、本研究の実験の設定では、安全資産（本実験の債券）の利子率がネガティブになるケースも設定している。安全資産の利子率がネガティブであればリスク資産やあいまいな資産の超過収益率が大きくなることによって相対的な魅力が増大する。現代の金融市場を模した設定の下で、リスク（あいまいな）資産の収益率の変化がポートフォリオ選択にどのような影響をもたらすかをみることによって、今後起きる超低金利・ゼロ金利政策の終わりにより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性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 et al. (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は認知バイアスを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という結果を得ている。このことは株式投資におけるドメスティックバイアスを説明しうると考えられている。

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や実験研究があり、Epstein and 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式を購入しようとしないという事態が生じ、株価のプレミアムが大きくなるとする Chen and Epstein (2003) の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、二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、ポートフォリオ選択をさせると同時に、仮想市場で被験者どうし売買させることによって、株価へのあいまいさ回避の影響をリスク証券の株価形成と比較して調べており、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⁴。

2.2 日本の家計の資産選択の概況

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。近年はミニ株など投資資金のロットが小さくても株式に投資することが可能になったこともあり、株価指数に連動した投資信託を購入しなくても、一定程度の分散投資が可能になった。家計が危険資産を保有する割合についての国際比較統計によれば、2018 年 3 月末において (<http://www.boj.or.jp/statistics/sj/sjhiq.pdf>) 日本の家計では総資産に占める株式の保有比率は株式が 10.9%、投資信託が 4.0%であるのに対し、ユーロエリアでは株式が 19.2%、投資信託が 9.6%、米国では株式が 36.2%、投資信託が 11.8%となっている。日本と比較して米国では貧富の差が大きいため、富裕層の株式投資が大部分を占めていると考えるべきであり、そのまま比較する

4. Bossaerts and Ghirardato (2014) は Ahn et al.(2014) と同様に Gilboa 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ことを指摘している。本研究ではこれらの見解に基づいて、被験者にあいまいな証券を与えたとき、当たりのボールの色が出る時と出ないときの証券の結果についての主観的確率をエクセルに入力してもらうことにした。

ことはできないが、多様な国を含んでいるユーロエリアと比較してリスク資産保有は低いものとなっている。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% 上昇するなど株式市場の価格推移が堅調ななかでの結果であると考ええると、この結果には個人の資産選択へのリスク選好およびあいまいさ選好が影響していると考えられる。

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あるが生じる。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以下に示す。

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、観察される累積時間割引曲線をより近似することが 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の他、マッチングによるもの、さらに謝礼金付き実験または謝礼なしの仮想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、年利 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 (Frederick et al. (2002)). Takeuchi (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 β 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、リスク証券へ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、 $u(c) = c^\rho$ と表現する。将来の消費を β で割り引くとすると、生涯効用はアグレッグーター W を用いて、

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

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

結果の確実性等価を μ とすると、分散への耐性であるパラメタ α はリスク選好を表現している。

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

$\alpha=1$ のときはリスク中立であるため確実性等価 μ と期待値 z は等しくなり、 $0 < \alpha < 1$ のときはリスク回避的であるため、確実性等価 $\mu < z$ となる。(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、

$$W(c, z) = [(1-\beta)c^\rho + \beta(E\tilde{x}^\alpha)^\rho/\alpha]^{1/\rho} \quad 0 \neq \alpha < 1, 0 \neq \rho < 1 \quad (3)$$

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。

本研究では時間的・予算的制約から、時間選好率を実験による顕示選好として測定することはかなわなかったため、時間選好率の大きさがポートフォリオ選択に与える影響として、最もよく知られた Holt and Laury (2002) の方式によるアンケート調査を行うこととした。Holt and Laury (2002) では、今すぐ受け取れるある金額と将来のある時点で受け取れる金額を比較するのではなく、近い将来の受け取りと遠い将来の受け取りを比較しているため、いわゆる hyperbolic preference (双曲割引) の影響を避けて時間選好率を測ることができる。

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公表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いに対しては、ほとんどの人が「赤のボールが出たら賞金がもらえること」に賭けるほうを選ぶ。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。このエルスバーグパラドックスを内包しうる代表的な理論が、Gilboa and Shemidler (1989) が提唱した Maxmin 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** を選び、その想定の下での効用を最大化しようとする仮定すると、効用は (4) で表される。

$$U(P, f) = \min_{p \in P} E_p[u \circ f] \quad (4)$$

この理論に沿って、エルスバーグ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、その状況下で期待効用を最大にするため、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の行動を取るという理論である。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。ところがこの理論には、どの個人もあいまいさ回避であるとき情報集合のただ一点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る。Klibanoff, Marinacci, Mukerji (2005) は、個人が最も良い状態 (**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となるあいまいさ回避度 α を持つとする α -maxmin 理論を提示した。

$$U(P, f) = (1 - \alpha) \max_{p \in P} E_p[u \circ f] + \alpha \min_{p \in P} E_p[u \circ f] \quad (5)$$

しかしながら、このモデルもまた情報空間の二点しか利用しておらず、二次元の情報空間と三次元以上の情報空間を区別できないという問題を持っている。3 次以上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。不正確さとは情報がある程度分かっているような状態を「不正確な状態」と呼んでおり、そのような状態を怪異日しようとする不正確さ回避度を示すパラメタを ε とする、 ε は、あいまいな箱の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。(6) 式において、 $s(P)$ は、情報集合 P の重心(スタイナー点)である

$$U(P, f) = (1 - \varepsilon) E_{s(P)}[u \circ f] + \varepsilon \min_{p \in P} E_p[u \circ f] \quad (6)$$

$\varepsilon = 0$ のときは $s(P)$ を主観的確率とする主観的期待効用関数 $(P, f) = E_{s(P)}[u \circ f]$

$\varepsilon = 1$ のときは maxmin 理論に一致し、 $U(P, f) = \min_{p \in P} E_p[u \circ f]$

本研究では不正確さ回避度 ε によってあいまいさ回避の程度を測定する。赤と青が合計で 180 個入っていること以外は確率および確率分布が知らされていない箱（これを箱 B としている）の確率性等価を PE of Box B とするとき、あいまいさ回避度は以下の式であらわされる。

$$\varepsilon(\text{Box}B) = \frac{0.5 - p(\text{PE of Box}B)}{0.5} \quad (7)$$

(7) 式で求められる ε を用いて、あいまいさ回避度がどのようにポートフォリオ選択に影響するのかを調べる。

2.4 金融リテラシーと資産選択

NISA が非正規雇用者にも開放されたが、厚生労働省の「平成 25 年度 若年者雇用実態調査」によると、非正規雇用者は一般的に正規雇用者よりも学歴が高くないことが多く、その意味で金融リテラシーを入手する機会が少ない可能性がある。したがって金融リテラシーの差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ことには意味がある。金融リテラシーの差が個人のリスク資産保有に与える影響については、Lusardi and Mitchell (2014) は金融リテラシーが高いほどリスク証券の所有比率が高まることを発見している。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、若年層や女性、学歴の低いものが相対的に低いことがわかっている。日本において金融リテラシー教育の重要性を指摘する論文には浅井(2017)があり、北村・中島 (2009) では、企業の従業員へのフィールド実験によって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。

本研究は被験者のサンプル数のみならず属性がほぼ大学生に限られている。得られた結果の汎用性を高めるために、金融庁が行っている「金融リテラシーに関するアンケート」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⁵。この調査は全国 47 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、インターネットを用いた金融取引の制度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。Bianchi and Tallon (2018) では金利の計算ができるかどうかについての質問を行って、計算能力が（あいまいな資産を含む）リスク資産の運用比率に影響するかを調べており、影響しないという結果を得ている。

また、金融投資において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。

⁵ 今回の実験対象が学生であったため、理解できるようにわずかに修正した問題もある。

2.5 あいまいさ回避を考慮にいれたポートフォリオ選択理論

ナイト流不確実性を考慮にいれたポートフォリオ選択理論を展開している先行研究のうち、本研究の実験と密接に関係しているものをいくつか取り上げる。

Garlappi, and Wang (2006) はポートフォリオ選択理論において、期待値と分散が *a priori* に決まっていない現実にも照らし、multiple priors を持つ場合のあいまいさ回避を取り入れたポートフォリオ理論を構築している。仮定として、ファンドマネジャーが期待収益の推定値について一点ではなく、ある一定の幅を持って推定し、その幅が大きければファンドマネジャーが直面するあいまいさが大きく、幅が小さければあいまいさが小さいとしている。そのうえで、maxmin モデル (multi-priors モデル) の考え方に基づいたポートフォリオ最適化問題の制約条件を導いて、古典的な平均分散モデルによるポートフォリオ選択理論を拡張し、ファンドマネジャーが個別の資産ごとに不確実性を導入する場合、資産全体に不確実性を導入する場合、資産の部分集合に導入する場合のそれぞれについての理論的な解を導いている。さらに証券の部分集合をベンチマーク資産と、そうでないあいまいさを保有する証券にわけ、ベンチマーク資産の期待収益のエラーがゼロである場合、投資家はベンチマークとしたファクターよりも資産に対してより不確実性を感じ、その結果ファクターポートフォリオに 100% 資産をつぎ込むことになるという帰結を得ている。一方で、ベンチマーク資産の期待収益のエラーが存在する場合、ファクターポートフォリオの比率が下がる。資産にもファクターにも不確実性がある場合には相関があるため、この二つの不確実性の相対的なレベルがポートフォリオを決めることとなることをモデルにおいて示している。Garlappi, and Wang (2006) においては、multi-prior 理論を用いているため、あいまいさのレベルはモデルに導入されているが、あいまいさ回避度のレベルはモデルに導入されておらず、あいまいさ回避度について、(愛好的か)、中立的か、回避的かという区分以上の情報は実際には重要ではない。

これに対し、Gollier, C. (2011) および Bianchi, and Tallon (2018) では、あいまいさ回避があるかなにかに加え、あいまいさ回避の程度があいまいな資産の所有比率に及ぼす影響を調べている。Gollier, C. (2011) は Maccheroni and Marinacci (2006) によって提唱された smooth ambiguity preference を仮定した α -maxmin 理論を採用し、あいまいな証券からの効用関数とリスク資産からの効用関数についての凹性を仮定することによって、第一に、あいまいな証券の超過収益率がプラスであれば、需要はプラスとなること、第二に、効用関数のリスクについての選好の凹性があり、資産残高とともにリスク回避の程度が減衰し、あいまいさについても選好の凹性があり資産残高が高くなるとともにそれが減衰すると、あいまいさの程度が非常に大きくなったときに、あいまいな資産保有による効用の限界的な変化 (つまり限界期待効用) が 0 となり、その結果あいまいな証券を多く持つことへの耐性ができるため、あいまいな証券保有がむしろ高まる可能性があるとの理論的な結論を導き出している。Bianchi and Tallon (2018) ではフランスの 2010 年から 2011 年の保険資産運用のフィールドデータを用いて、上記の結論に整合的な実証結果を発見している。ただし、リスク証券とあいまいな証券の区別はなく、分散がある証券をすべてあいまいな証券としている。

我々の実験では、債券、収益率と確率がわかっているリスク証券、あいまいな証券の 3 種類の証券を用意して被験者に 2 証券または 3 証券でのポートフォリオ選択をさせている。現実の市場における投資についても、ある程度予想が可能な証券と、全く予想ができないような新規上場株などがあることを反映させた実験としている。本実験のあいまいさ回避における不正確さ回避度 ε は Bianchi and Tallon

(2018) と異なり、回答に依存して決まる現実の謝礼を伴っている。

3. 研究の手法

3.1 先行研究と本研究の手法の違い

本研究の実験の設定は、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) 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。

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、経済実験において一種類のリスク証券と二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、二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になるよう設定している。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の事象となるように設定されている。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。したがって、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のに対し、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⁶。

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、回答してもらえる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%、-12.5%、-28.57%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。

⁶ なお、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、Bossaerts 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。

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.金融リテラシー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つの内容を含んでいる。

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。

被験者は説明変数となる属性を示す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、二証券から三証券が与えられる。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) 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、確実に購入した額面の 1.05 倍または 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】リスク証券は、リスクの箱 A に紐づけられており、赤と青のボールが合計 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①, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑨, ⑩で $p_R = 1$ であり、選択問題⑧, ⑪で $p_R = 1.2$ 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。単価を考慮したリスク証券の期待収益率は、選択問題①, ④, ⑤では 1.2 であり、選択問題⑧, ⑪では単価が 1.2 (百) 円であることから、期待収益率 $1.2/1.2 = 1$ 倍となっている。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、選択問題②～⑨では額面の 2.4 倍の金額を返し、選択問題⑩, ⑪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②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑨, ⑩で $p_A = 1$ であり、選択問題⑧で $p_A = 1.2$ 、選択問題⑦, ⑨で $p_A = 0.8$ 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②, ③, ④, ⑤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、選択問題⑪ではリスク証券の価格が 1.2 であることから、相対的にあいまいな証券が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ボールの予測（自分の箱に最も入りそうな青のボールの数、自分の箱に入りそうな青のボールの上限、自分の箱に入りそうな青のボールの下限）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、リスク証券の客観的な確率と同じまたは低く申告していた。

	証券の単位価格			当たりが出たときの額面に 対する収益率			投資資金に対する(主観的) 期待収益率		
	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赤=p青=0.5	S(P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	1.05		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

表 1 証券価格および(主観的)期待収益率

(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 C1 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 C2 がある。

被験者は約 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て自分にとって最適なリスクを取る方法を学ぶ。あいまいな証券が加わった場合も練習問題で確定し、確率が知らされないことと、主観的確率を入力しないと主観的期待値および主観的分散がエクセル内でみられないことについて説明を受ける。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、同一のあいまいな箱 C から青が実現す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、リスクをゼロにしながら債券で運用するよりも高い収益率を得る方法を教示される。その後、実際に謝礼金がもらえる可能性がある各証券が依存している事象が独立な問題 11 問に回答し、さらに、Ahn et al. (2010) と Bossaerts and Ghirardato, (2010) の同様のセッティングでの Ellsberg Paradox の設定に債券を加えた問題 10 問に回

以下、インストラクションより、基本的な問題についての内容から抜粋して掲載する（全文は Appendix A を参照のこと）。

[illegible]

- ・ 練習用ファイルを開けてください。練習用ファイルの問題は、問題 1-1、問題 1-2、問題 1-4、問題 2-1 と同じ問題です。最初にタブ (1-1) を開いてください。これから、回答の仕方について説明します。

・ 債券はいつでも約束した額面と金利を支払う証券です。「額面」と「単価」をごらんください。「額面」は必ず1すなわち100円で、金利を含めた収益率は①～⑨の問題において1.05です。

- ⁷後者の問題では、リスク証券とあいまいな証券は独立ではなく本報告書の分析には加えていないが、後日追加的な分析を行う予定である。

次に、被験者は債券の単価が 1.2 となり、その超過収益率がネガティブになる例について解説を受ける。

《債券の単価が 1.2 の例》

- 債券の単価が 1 ではなく 1.2 の場合を説明します。債券への投資の結果は、以前と同じく 1 ユニットに対し 1.05 倍です。額面 100 円は投資により 105 円になります。しかし投資 1 ユニットについて、1.2 (百) 円かかるので、収益率は、 $1.05/1.2=0.88$ となり、投資 1 円の価値が確実に 0.88 円に減ることを示しています。

決定 (青の個数の予想1つ)	確認 ↓ ボール数 (個)	確認 ↓ 確率	確率	単位当たり 投資結果 (百円/ ユニット)	額面 (百円)	単価 (百円/ ユニット)	数量 (ユニット)	合計 投資金額 (百円)	主観的 期待値	主観的 投資結果 (百円)	主観的 期待 収益率 R	分散	偏差	主観的 超過 収益率 r
ポートフォリオ														
全体			-	0.88				20.00	0.88	17.50	0.88	0.00	-	-12.50%
赤のとき				0.88						17.50			0.00	0.00
青のとき										17.50				
ユニット合計OK														
債券			-	1.00	1.05	1.00	2	16.66666667	20.00	1.05	17.50	0.88	0.00	-
箱C(あいまい用)														
箱Cに入ると思う赤のボールの数	40	0.667												
箱Cに入ると思う青のボールの数	20	0.333												
あいまいC(青)														
全体			-	-	1.00	1.00	1	0.00	0.80	0.00	0.80	1.28	-	-
赤のとき			0.667	0.00						0.00				-0.80
青のとき			0.333	2.40						0.00				1.60
箱D(あいまい用)														
箱Dに入ると思う赤のボールの最小数	10	0.167												
箱Dに入ると思う青のボールの最大数	50	0.833												
箱E(あいまい用)														
箱Eに入ると思う赤のボールの最大数	80	1.000												
箱Eに入ると思う青のボールの最小数	0	0.000												

(シートタブ 1-2) 債券に 2000 円分 16.67 ユニットの投資する一債券の単価が 1.2 の場合

- 「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) を確実に受け取るようになります。

《証券の説明 2：リスク証券 A》

- 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、債券価格が上昇したことによるポートフォリオ選択への影響を確認する。実験者は全員が理解したことを挙手により確認する。被験者は次のインストラクションによって期待収益率や分散について丁寧な解説を受ける。実験者は被験者から質問があれば受け付けて回答する。

《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うこともあります。そこで、**債券とリスク証券を組み合わせ**て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**ことによって、**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。

[illegible]

(シートタブ 1-1-2) 債券に 10 ユニットとリスク証券 A に 10 ユニットの投資する一債券の単価が 1 の場合

- 一番左に「箱 A（リスク証券用）」とあります。箱 A の赤の個数と青の個数および確率が黄色いセルに入っています。赤のボールの個数は必ず 30 個、青の個数は 30 個であり、赤の確率は $1/2$ であることをご確認ください。
- 「投資結果」は、青や青などの色が出たらもらえる額であり、単位が 100 円です。
- 「単価」を確認してください。債券の「単価」は、ここでは 1、リスク証券の「単価」も 1 です。
- 青いセルをご覧ください。この例ではリスク証券への投資を 10 ユニットとしています。リスク証券の「単価」が 1 ですので、リスク証券への合計投資金額は $10 \times 1 = 10$ （百円）= 1000 円であり、それを、全投資金額 20（百円）から除いた 10（百円）分を債券に投資します。今債券の「単価」は 1 ですから、 10 （百円）/ 1 （百円）= 10 ユニットが債券への投資数量となることを確認してください。債券の収益は 1.05 なので、10 ユニットの債券投資から確実に 1050 円が得られます。
- このポートフォリオ（債券に 10 ユニット、リスク証券に 10 ユニット）では、債券に全額を投資していないので、赤が出たときと青が出たときで結果が異なります。それぞれの状態が起きたときのリスク証券 A の「投資結果」は薄い緑色のセルになっています。実際にももらえる金額は、濃い緑のセルの $34.50 \times 100 \text{ 円} = 3450 \text{ 円}$ または、 $10.50 \times 100 \text{ 円} = 1050 \text{ 円}$ です。
- 【超過収益率】ここで組んだポートフォリオの 1 単位当たり投資結果は、赤が出たら 1 単位につき 1.73（百円）すなわち 173 円を、青が出たら 0.53（百円）すなわち 53 円をリターンとしてもたらしめます。赤が出る確率は $\frac{1}{2}$ 。青が出る確率は $1/2$ であるため、このポートフォリオに何度も投資をすることができれば、 $\frac{1}{2} \times 1.73 + \frac{1}{2} \times 0.53 = 1.125$ より、平均的に 1 円に対して 1.125 円を返すものとなっています。そのため、ポートフォリオの「期待収益率 R」は $1.075 \text{ 円} / 1 \text{ 円} = 1.125$ （倍）であり、「超過収益率 r」（列の一番右端赤字）は $(1.125 \text{ 円} - 1 \text{ 円}) / 1 \text{ 円} = 12.5\%$ 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

次に、被験者はあいまいな証券があるときのポートフォリオ選択についての解説を受ける。あいまいな証券に投資する際には、被験者にとって正の収益をもたらす青のボールの数はしらされていないので、青のボールの数の主観的確率を記入する。自分のあいまいな箱に最も入りそうな青のボールの数と、その箱に入ると思う青のボールの最大数および最小数を記入する必要がある。ただし回収後すべての学生が上記の予測を記入していたわけではなかったことが判明したが、その場合は、被験者が主観的確率を持たないまま選択をしているという証拠となった。

《あいまいな証券があるときのポートフォリオ選択》

- 次に、練習ファイルのタブ1-3をあけてください。このようになっています。

* 青の個数の予想を自分で入力してください。赤は自動的に計算されます			確認するセル	入力するセル	* 債券への投資金額は、全投資金額2000円から、その他の証券への投資金額の合計を除いたものになります											
決定 (青の個数の予想1つ)	確認 ↓ ボール数 (個)	確認 ↓ 確率			確認 ↓ 確率	確認 ↓ 単位当たり 投資結果 (百円/ ユニット)	確認 ↓ 額面 (百円)	確認 ↓ 単価 (百円/ ユニット)	入力(債券以外) 数量 (ユニット)	確認 ↓ 合計 投資金額 (百円)	主観的 期待値	主観的 投資結果 (百円)	主観的 期待 収益率 R	分散	偏差	確認 ↓ 主観的 超過 収益率r
			ポートフォリオ	全体 赤のとき 青のとき	- 0.88 0.88					20.00	0.88	17.50 17.50 17.50	0.88	0.00	-	-12.50%
ユニット合計OK										債券の運用による投資結果は確実です						
			債券	-	1.000	1.05	1.00	1.2	16.66666667	20.00	1.05	21.00	0.88	0.00	-	
箱C(あいまい用)			あいまいC1(青)													
			箱に一番入ると思う赤のボールの数	40	0.667			1.00	1	0	0.00	0.80	0.00	0.80	1.28	-
			箱に一番入ると思う青のボールの数	20	0.333								0.00			-0.80
													0.00			1.60
箱C(あいまい用)																
			箱に入ると思う赤のボールの最小数	10	0.167											
			箱に入ると思う青のボールの最大数	50	0.833											
箱C(あいまい用)																
			箱に入ると思う赤のボールの最大数	60	1.000											
			箱に入ると思う青のボールの最小数	0	0.000											

(シートタブ1-3) あいまいな証券C1があるポートフォリオ選択

《証券の説明3：あいまいな証券C》

- あいまいな証券は、あいまいな箱Cに紐付けられており、赤または青、黄色などの状態に応じて「投資結果」が変わる証券です。
- 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が注意してください。
 - 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になります。
 - **【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。

主観的確率の青いセルへの記入の必要性和方法について確認する。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。その後、被験者はあいまいな箱は、実験後に各被験者について作られることを告げられる。さらに青と赤のボールの内訳については実験者が謝礼金を節約するなど恣

意的ではなく、uniform distribution で決定されるわけではないことが告げられる。

- 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。

被験者が高い報酬を狙おうとしてリスクを取った場合に、その結果、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報酬をもらえないといった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のなか、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被験者は 1 人、270 円となった被験者が 1 人存在した。

- **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．上記の問題では多くの被験者が A を選択する．2 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

とし、 α を 10%から 5 %刻みで 100%まで上げていくと B に変化することが考えられる．ある人が x % となったところで、選択が A から B に変化したとすると、この人の $(x-5)$ %と x %の midpoint が真の threshold に近い．期待効用仮説を仮定すると、A と B が等価になるので、

$$(x - 2.5)u(1.8) + (97.5 - x)u(1.4) = (x - 2.5)u(3.4650) + (97.5 - x)u(0.09) \quad (8)$$

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

x を求めることができる．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、

$$W(c, z) = \left[(1-\beta)c^\rho + \beta(E\tilde{x}^\alpha)^\rho/\alpha \right]^{1/\rho} \quad 0 \neq \alpha < 1, 0 \neq \rho < 1 \quad (9)$$

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．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、Harrison, Lau and Williams (2002) 方式を用いて、近い将来と遠い将来の受け取りについてたずねる、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、被験者の累積割引関数が疑似双曲割引であれば、現在バイアスをはじめから排除できていることになる．

アンケートの文面は以下の通りである．問 1 では 3 週間後と A と 12 週間後の B の報酬が同じ金額から始まり、問 20 まで B の報酬の金額が上がっていく．

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 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）がネガティブでない場合には、A を選択するところから始まり、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、問 20 でも 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 (2007) 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 から引いて、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、Q 4, Q 5, Q 6, 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)

重要な問題について被験者の正答率とともに掲示する。

Q12 太郎と花子は同い年です。花子は 25 歳の時に年 10 万円の預金を始め、その後も毎年 10 万円の預金を続けました。一方、太郎は 25 歳の時には預金を始めず、50 歳の時に年 20 万円の預金を始めました。二人が 75 歳になったとき、どちらの預金残高が多いでしょうか。（被験者の正答率 57%）

Q22 金利が上がったら、通常、債券価格はどうなるでしょうか。（正答率 28%）

Q23 金利が上がっていくときに、資金の運用（預金等）、借入れについて適切な対応はどれでしょうか（正答率 47%）

Q31 10 万円の借り入れがあり、借り入れ金額は複利で年利 20% です。返済をしないと、この金利では、何年で残高は倍になるでしょうか。（正答率 53%）

また、これらの正誤問題のすべてにおいて、「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」と回答した頻度も説明変数として採用した。

また、Q17に「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（一つだけ）」という問題があり、5段階での回答をしている。この数値は自信のあるものほど小さい数字になっているので、それを5から除いている。（わからないと回答したものが一人おりNAとした）金融リテラシーの指標として採用した問題の合計数は19であるので、正解数/19×5を正解の指標とした。

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⁸。

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⁹。確率性等価 PE を求めるための手順は以下の通り。この確実性等価の求め方は、Bianchi and Tallon (2018) と同じである。

【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。

⁸ 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。

⁹ 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。

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）
 ↓

【PE⑪】 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．

赤と青が合計で 180 個入っていること以外は確率および確率分布が知らされていない箱 B の確率性等
 価を PE of Box B とするとき，あいまいさ回避の程度 ε は (10) 式であらわされる．

$$\varepsilon(\text{Box B}) = \frac{0.5 - p(\text{PE of Box B})}{0.5} \quad (10)$$

例えば，PE=27.5%であれば， $\varepsilon = \frac{0.5 - 0.275}{0.5} = 0.45$ となる．上記の手法で計測された ε の分布は下図の
 通りである． x 軸は ε の値，縦軸は頻度（人数）を示している．あいまいさ回避度 $\varepsilon=1$ の被験者は存在
 しなかったものの，0.5 を超えるあいまいさ回避度が多くみられた．あいまいさ中立 0 の被験者は 2 人，
 あいまいさ愛好の被験者が 1 人存在した．

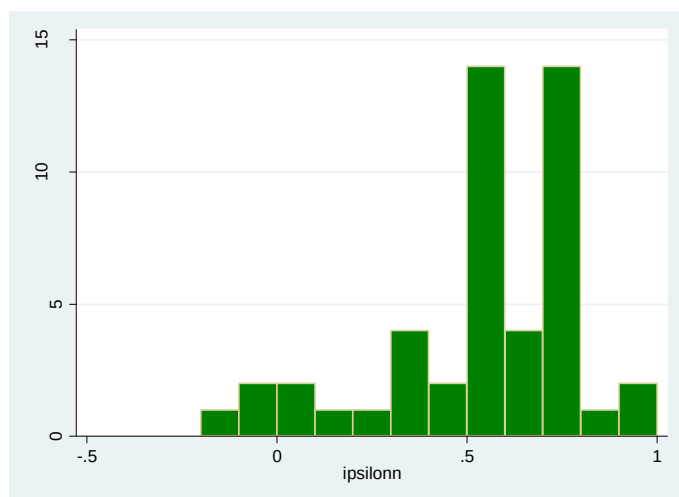


図 1 測定されたあいまいさ回避度 ϵ のヒストグラム

4. 実証分析

4.1 実験データ

2018 年 1 月 26 日に初めの実験を 20 人に対して慶應義塾大学で行った。この際には、リスク証券およびあいまいな証券において正の収益が実現したときには元本の 3.3 倍となるという収益率の設定をしており、あいまいな証券およびリスク証券に全額賭けるものが全体の 2 割と高い比率で観察され、本研究の目的を達成することができないと判断した¹⁰。これをプレ実験としデータの観察・分析を経て、第 3 章で説明した本実験の証券価格設定を行った。

本実験は、2018 年 5 月 14 日および 7 月 24 日に敬愛大学において、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分の実験を同日中に行う時間がなかったため、後日追加実験を受けている。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¹¹。

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 倍でもたらず債券と、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。

¹⁰ また謝礼金の支払い方について現金を用いることが出来なくなった。

¹¹ なお、最善を尽くしたが、データには一部欠損がある。

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。この結果は、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ことによって得られた可能性がある。

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において、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。

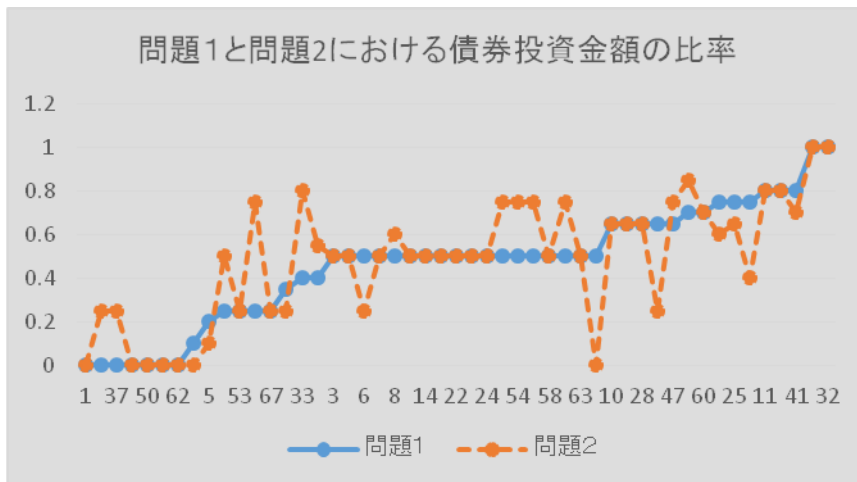
問題 4 は、被験者がポートフォリオを組んで合理的な分散投資をできていたかどうかをみるチェックとなっている。この問題では債券の保有比率を 0 にしながら、ネガティブな共分散を持つあいまいな証券 C1 と C2 を同同じユニットだけ投資をすることによって、リスクを 0 にしながら (したがって確実に) 2400 円を受け取ることができ、その金額は債券に全額投資した場合の 2100 円よりも 300 円大きい。練習時に説明されていることもあり、18 人 (36%) が上記の効率的なポートフォリオ選択をしている。被験者となった敬愛大学と慶應義塾大学の学生の金融リテラシーには差があるが、この行動には大学による有意な差はなかった¹²。

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 でありすべての証券に正の金額の投資をした場合には、リスク証券およびあいまいな証券の両方とも正の収益が得られるケース、リスク証券またはあいまいな証券のどちらかだけについて正の収益が得られる 2 つのケース、リスク証券もあいまいな証券も収益がゼロであるという 4 種類の投資結果のうち、どれかが現実のものとなる。ただし証券だけに投資をした場合には投資結果は「当該問題で得られる最高金額または 0 円」の 2 種類となり、それぞれの結果が得られる確率は 2 分の 1 である。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、現実の株式市場でエクイティプレミアムとして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、2 分の 1 ずつを投資するものはいなかった。ここでは *Naïve diversification* を行ったわけではないことは明確に観察された。

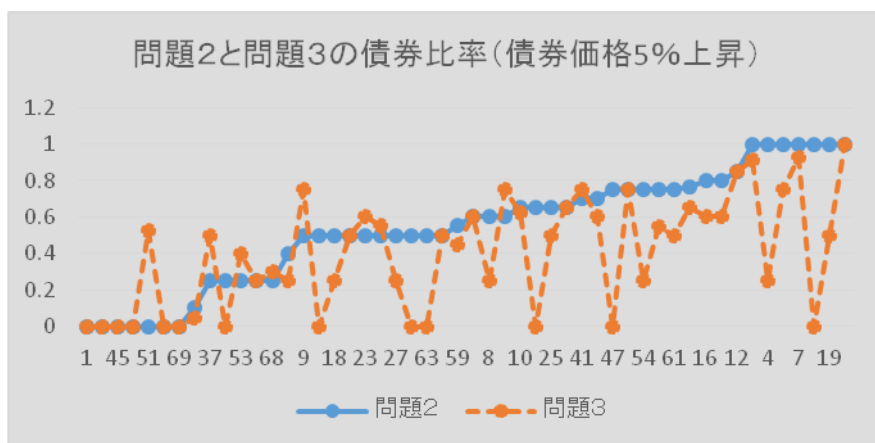
問題 6 から問題 11 では、異なる種類 3 証券問題において、債券価格、リスク証券の価格、あいまいな証券の価格および利回りが変化する。その投資結果の分析は、実証分析に示される。

¹²因みに今回のリテラシー調査ではほぼ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。分散投資の必要性や金利や株価形成理論についてのリテラシー教育の重要性が示唆される。



(注) x 軸ラベルは被験者番号であり，債券比率が低い方から並べ替えたもの

図 4-1 問題 1（債券とリスク証券）と問題 2（債券とあいまいな証券）における債券比率



(注) x 軸ラベルは被験者番号であり，問題 2 の債券比率が低い順に並べ替えている

図 4-2 債券とあいまいな証券の選択問題における債券価格の上昇の影響

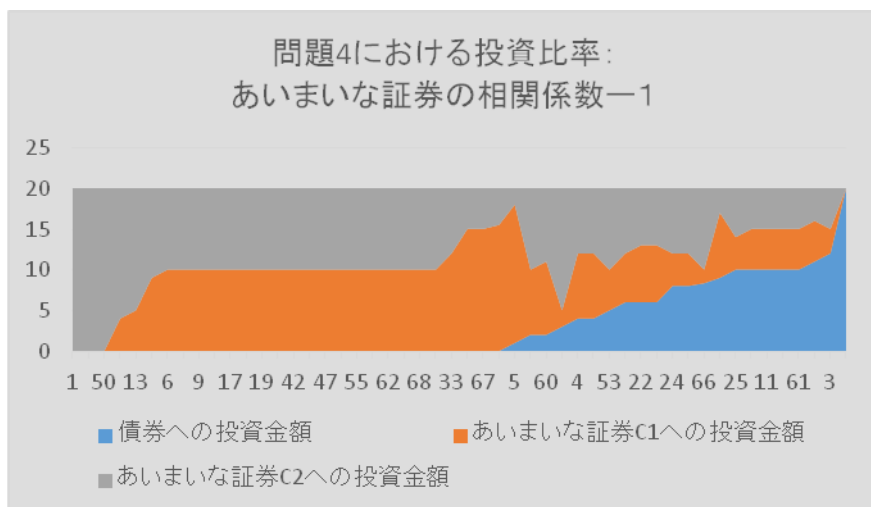
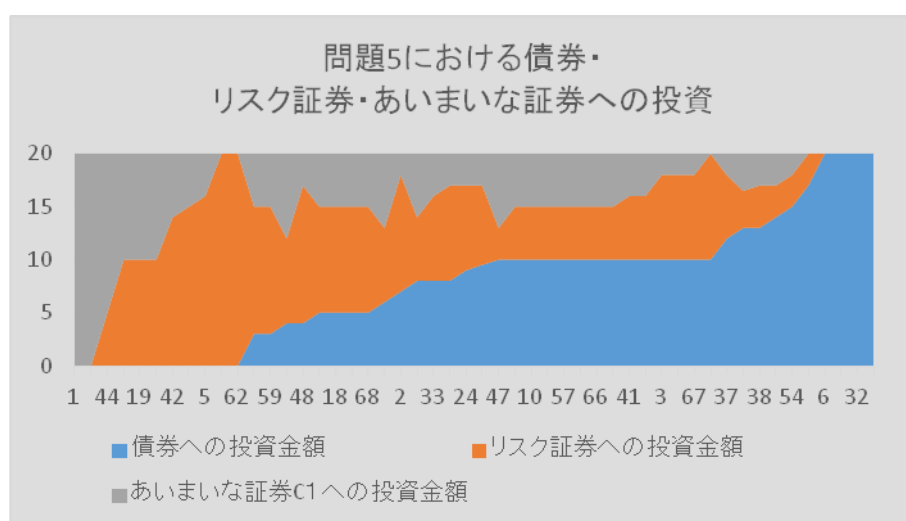


図 4-3 あいまいな証券 C1 と C2 に等量の投資をすることで分散を 0 にできるケース



(注) 債券の収益率は 1.05 リスク証券とあいまいな証券 C1 の収益率は 1.2

図 4-4 債券，リスク証券，あいまいな証券 C1 を含む初めの問題

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. 表 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. 問題 4 は質の異なる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個人はより多く債券

投資をしている。これに対し、あいまいな証券については、あいまいさ回避度が高い個人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。また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。さらに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い。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。

金融リテラシーは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。

	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

表 4-2 説明変数の相関係数

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 4-3 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

	債券投資金額			債券投資金額		
	係数	t値	P> t	係数	t値	P> t
あいまいさ回避度	0.162	3.29 ***	0.001	0.117	2.4 *	0.017
リスク回避度	0.379	1.01	0.315	0.229	0.6	0.555
割引率	-0.245	-1.37	0.171	-0.115	-0.6	0.524
自信過剰度	-0.579	-3.84 ***	0			
金融リテラシー回答「わからない」頻度				-0.104	-0.9	0.388
あいまいな証券の債券への相対価格	-0.093	-7.25 ***	0	-0.091	-6.9 ***	0.000
定数	10.964	16.46 ***	0	11.455	16.3 ***	0.000
調整済み決定係数	0.2005			0.1589		
F値(6, 284) =	14.74			3.08		

* 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 4-4 自信過剰が債券投資（リスク資産投資）に与える影響

	リスク・あいまいな証券保有比率		
	係数	t値	P>t
リスク・あいまいな証券保有比率の理論値	0.717	5.57 ***	0
定数	0.427	13.4 ***	0
F値(1, 497) =	31.01		
Prob>F=0	0		
調整済み決定係数	0.0587		

*両側検定で1%水準有意

表 4-5 リスク証券およびあいまいな証券の保有比率と理論

表 4-2 にみるように、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。そのため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（表 4-3）。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。

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ことを発見した先行研究とは逆の結果である。このことは被験者がほぼ全員大学生であるという同質性から来る可能性がある。女性やリテラシーの低いものとの比較では、リテラシーが高いが、大学生のなかでは、リテラシーの相対的に低いものが大胆な投資に臨んだ可能性が高い。

どの証券の需要についても、相対的な価格への感応度は高かったことから、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。

この実験におけるリスク証券保有費比率は理論値によって有意に説明された（z 値=-5.63）。理論値と

債券比率の間にはネガティブの相関がみられ、理論値がある程度リスク証券保有を説明している。

表 4-5 には、リスク愛好者のデータを除いて、リスク証券とあいまいな証券の合計が証券投資全体に占める割合を、CAPM 理論における資本市場線上の理論値（Tangency Value）によって回帰した結果を示す。理論値は 0.0505455 から 0.45915 の間で分布しているが、ポートフォリオとしては 0 から 1 までの値が選ばれている。リスク証券またはあいまいな証券への投資が、理論値が 1 増えるごとに 0.7 上昇することになり、被験者の行動が CAPM 理論によって部分的に説明できることがわかった。

あいまいな証券のリスク証券に対する投資比率		
	係数	t値
あいまいさ回避度	-0.081	-2.8 **
超リスク愛好	2.785	8.29 ***
自信過剰	0.095	1.94 **
定数	-0.593	-1.43 *
調整済み決定係数	0.2608	
F値(4, 284) =	23.8	
* 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 4-6 あいまいな証券のリスク証券に対する投資比率の分析

表 4-6 には、あいまいな証券とリスク証券の比率を、あいまいさ回避度、実験によって顕示されたリスク愛好、金融リテラシーの正答率と自己評価の差である自信過剰を用いて回帰をした結果を示している。これをみると、あいまいさ回避度が強いものはリスク証券よりも多くあいまいな証券を保有していることがわかる。さらに、問題 1 すなわち債券の魅力が最も高い問題において、債券を全く保有しなかった被験者を、超リスク愛好者とするダミー変数を作ると、超リスク愛好者はあいまいな証券をそうでないものに対して 2.78 倍持っていることがわかる。また、自信過剰なものがリスク証券よりも、より多くあいまいな証券に投資をしている。

最後に先行研究が得た結果との比較をしてみると、フランスの保険による証券運用についてフィールドデータの分析を行った Bianchi, and Tallon (2018)においては、(1) あいまいな証券への投資額は、あいまいさ回避度が高い個人では、リスク証券を全く運用しない個人が多いが、運用している個人の間では、あいまいさ回避度が強いほうがリスク証券をより多く持つ (2) 金融リテラシーは統計的に有意に影響しない (3) 時間選好率（割引率）も統計的に有意に影響しない、という結果を得ているのに対して、我々の結果は、(1) あいまいな証券への投資額は、あいまいさ回避度が高い個人が、あいまいさ回避度が低い個人より少ない (2) 金融リテラシーは有意に影響する (3) 時間選好率（割引率）も統計的に有意であり、時間選好率が高く将来を大きく割り引くものは、そうでないものに比べて債券を多く持つ。という、総合的にみて逆の結果をみている。このような違いは、フィールドデータがマクロ経済の影響を受けるのに対して、実験という統制された状況では、研究したい問題にフォーカスできること、さらに、被験者が未だ社会的な経験が少なく、家計を担っていない学生であること、フィールドデータでは年金の運用であるため大きな金額の運用であるのに対して、実験では投資金額が小さいこと、フィールドデータでは運用が長期にわたり行われているが、実験では運用時間が 2 時間程度であることなどに理由があると考えられる。

5. 結論と課題

本研究では、経済実験を用いて、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、敬愛大学および慶応義塾大学の学生 50 人の有効回答を得て、回帰分析を行った¹³。

リスク証券とあいまいな証券の両方を選べるポートフォリオ問題において、リスク証券だけを購入することが可能だが、債券のみを購入しないほとんどの被験者において、リスク証券とともに、結果の生起確率がわからないあいまいな証券を伴う証券への投資を行っていた。したがって、あいまいさ回避を説明する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においてのみ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。金融リテラシーの説明力が最も高く頑健であり、かつ、金融庁の調査結果やMitchell and Utkus (2012)の結果とは逆に、金融リテラシーの高い学生ほど多く債券に投資する結果となっているが、20代の学生という被験者の同質性を考えたとき、真面目な学生による債券保有への需要が高かったということができる。勤勉な個人こそ資産を預貯金で保有し、リスク証券を保有しない姿が浮かび上がってきた。

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、納税額が小さいためそもそもNISA利用のメリットが小さいなど、何らかの障害があることが予想される。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。

¹³ ゆうちょ財団研究助成報告会において、東京大学の井堀利宏教授および、ゆうちょ資産研究センター主任研究員の室 博和氏より、一般の社会人の被験者に対する実験が必要であるという意見を頂戴した。今後の課題としたい。

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
- 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)」
- 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)
- 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
- 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.
- Bianchi, M., & Tallon, J. M. (2018). Ambiguity preferences and portfolio choices: Evidence from the field. Management Science.
- Bossaerts, P., and P Ghirardato, (2010) ,Ambiguity in asset markets: Theory and experiment The Review of Economics, Vol,23, No, 4, 1325--1359
- Chen, Z and [L Epstein](#) ()- Econometrica, 2002, The Journal of Finance, 2008,
- Cherbonnier, F., & Gollier, C. (2015). Decreasing aversion under ambiguity. Journal of Economic Theory, 157, 606-623.
- 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
- 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

- 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
- Frederick, S., Loewenstein, G., & O'donoghue, T. (2002). Time discounting and time preference: A critical review. *Journal of economic literature*, 40(2), 351-401.
- Gamble, K., P. Boyle, L. Yu, and D. Bennet (2013) , “Aging, Financial Literacy, and Fraud,”
- Gollier, C. (2011). Portfolio choices and asset prices: The comparative statics of ambiguity aversion. *The Review of Economic Studies*, 78(4), 1329-1344.
- Garlappi, L., Uppal, R., & Wang, T. (2006). Portfolio selection with parameter and model uncertainty: A multi-prior approach. *The Review of Financial Studies*, 20(1), 41-81.
- 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
- Gajdos, T., T Hayashi, J.M. Tallon (2008), Attitude toward imprecise information, *Journal of Economic Theory*, Elsevier, 140 (1), pp.23-56.
- Gilboa, I. (2009). *Theory of decision under uncertainty* (Vol. 1). Cambridge: Cambridge university press.
- Madrian, B.C. (2014) , “Applying Insights from Behavioral Economics to Policy Design,” *Annual Review of Economics*, Vol. 6. No. 30, pp. 1-30
- Harrison, G. W., Lau, M. I., & Williams, M. B. (2002). Estimating individual discount rates in Denmark: A field experiment. *American economic review*, 92(5), 1606-1617.
- Hayashi, T., & Wada, R. (2010). Choice with imprecise information: an experimental approach. *Theory and Decision*, 69(3), 355-373.
- Klibanoff, P., Marinacci, M., & Mukerji, S. (2005). A smooth model of decision making under ambiguity. *Econometrica*, 73(6), 1849-1892.
- 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 (2010). “Financial Literacy among the Young,” *Journal of Consumer Affairs* 44.2, p. 358-380.
- 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
- Lusardi, A. and P. Tufano (2009). "Debt Literacy, Financial Experiences, and Overindebtedness." *NBER Working Paper Series*, w. 14808.
- Lusardi, A. and O.Mitchell (2007). “Financial Literacy and Retirement Preparedness: Evidence and Implications for Financial Education.” *Business Economics* 42(1): 35-44.
- Lusardi, A. and O. Mitchell (2006). “Financial Literacy and Planning: Implications for Retirement Wellbeing,” *Pension Research Council Working Paper* n. 2006-1.
- 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.
- Prelec, D. (2004) Decreasing impatience: a criterion for Non - stationary time preference and “hyperbolic” discounting, *Scandinavian Journal of Economics*, 2004 ,Vol, 106,No,3,511—532
- Schmeidler, D., & Gilboa, I. (2004). Maxmin expected utility with non-unique prior. In *Uncertainty in Economic Theory* (pp. 141-151). Routledge.
- 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
- Wada, R., & Oda, S. H. (2007). Separation of Intertemporal Substitution and Time Preference Rate From Risk Aversion: Experimental Analysis With Reward Designs. In *Developments on Experimental Economics* (pp. 131-136). Springer, Berlin, Heidelberg.

Appendix A

2018 年 8 月 1 日 実験インストラクション

《配布物》

- 実験インストラクション 1 部 (ページの抜けがないか確認してください)
- 投資のチェックシート 1 部
- 実験参加同意書・領収書・領収書控え 各 1 部

《注意事項》

- 本日の実験はゆうちょ財団によって賄われている学術の実験となります。真剣に回答してください。わからないことは、質問の時間に手を挙げて質問してください。
- 実験中、会話、メール、ライン、食事はできません。ヘッドフォンをつけたら退場です。大事な方には今から 90 分全く連絡が取れないことをお伝えください。飲料を飲むことと、飴やチョコレートをなめることは可能です。緊急と思われる電話がかかってきた場合と体調不良は手を挙げてお知らせください。それ以外に会話した場合は退場となります。
- 謝礼は 500 円単位までは QUO カードで支払われます。端数は実験者のポケットマネーから 1 円単位まで支払われます。例えば、3999 円となった場合、3500 円の QUO カードとポケットマネーで 499 円となります。領収書を書いていただき捺印ください。謝礼の受け渡しは領収書との引き換えになります。
- 実験が終了したらすべての書類を机において何も持ち帰らないようにしてください

《実験の流れ》*黙読してください。

1. インストラクション・全体の説明
2. 練習と本番の回答 (エクセルファイルとチェックシートの回収)
3. ファイルの保存 (私が USB を持って回ります。)

<実験者は箱の準備をします>

4. 報酬対象の問題決定 (トランプで 21 問から 1 つに決定します)
5. 全員のアンケートの回答が PC フォームに集まったことを確認
6. 受け取りまでの待ち時間に領収書への必要事項への記入 (金額と日付は書き入れないこと)
7. 謝礼金の受け取り

(木曜日の昼休みに研究室内でお支払いをします。その方もお手持ちの領収書に印鑑を押して於いてください。こちらで領収書を預かります。QUO カードを渡す際に領収書の控えをお持ちいただきます。) 謝礼金を受け取るためには印鑑が必ず必要となります。

《個人情報の扱いについて》

データは集計され、被験者番号のみによって分析にかけます。個人情報につながるアンケートも回収していますが、回答を実証分析にけるためのものであり、**個人情報として氏名を紐づけて閲覧することは一切ありません。**安心して正直に回答してください。同意書をよくお読みの上、チェック、サインと捺印をお願い申し上げます。同意書はすぐに回収されます。(印鑑忘れの場合は、サインをください。後日印鑑をもらいます)

《実験手順》

- 被験者番号は紙に書いてあります。その番号のある PC の前に座ってください。
- 「回答ファイル」「練習用ファイル」が public の「和田」の中の「実験」フォルダにあります。それを2つダウンロードしてファイルを開けてください。うまくできない人は隣の人に相談せず挙手をしてください。
- インストラクションの右上に被験者番号と名前を書いてください。被験者番号は当日配布されたものです。
- 回答ファイルの中には本番用 21 問分のタブがあります。これから回答する内容と場所が説明されます。間違った場所に回答したり、回答の幅を超えた回答になったりすると赤いエラーメッセージがでますので、気を付けてください。1つのタブに回答し終わったら、一時保存を押すようにしてください。
- **最後に USB を持って私が回るまで、PC を閉じないようにしてください。**
- 【謝礼金の対象問題の決定】謝礼金は 21 の問題の中からただ一つが選ばれます。その問題に債券以外の証券に投資をしていた場合、箱を作成し、箱から出たボールの色で謝礼金が決まります。
- 【投資の源泉は】みなさんはすでに「おかねについてのアンケート」「TaskC/TaskD/TaskR」の 30 分程度かかるアンケートに回答していただいています。回答に対して、2000 円分のクオカードがもらえます。今回は、その 2000 円分の原資を用いて、問題の中の「証券」に投資していただきます。
 - 「証券」の種類は「債券」「リスク証券 A」「リスク証券 B」「あいまいな証券 C1」「あいまいな証券 C2」「あいまいな証券 D1」「あいまいな証券 D2」です。「リスク証券 A」はリスクの箱 A に、「あいまいな証券 C1 と C2」はあいまいな箱 C に、「リスク証券 B」および「あいまいな証券 D1 と D2」はあいまいな箱 D に紐づけられています。

《問題の理解と回答の練習》★ここで PC 上にエクセルを投影。

- 練習用ファイルを開けてください。練習用ファイルの問題は、問題 1-1、問題 1-2 問題 1-4 問題 2-1 と同じ問題です。最初にタブ（1-1）を開いてください。これから、回答の仕方について説明します。

《証券の説明 1：債券》

- 債券はいつでも約束した額面と金利を支払う証券です。「額面」と「単価」をごらんください。「額面」は必ず 1 すなわち 100 円で、金利を含めた収益率は①～⑨の問題において 1.05 です。
- 債券の「単価」は問題により異なります。価格がファイルにおいて 1 であれば 1 ユニットに必要な金額は 100 円であり、この債券の収益率は 1 となります。本番では債券の「単価」には 1, 1.2, 1.4 の 3 種類があります。

(シートタブ1ー2) 債券に 2000 円分 16.67 ユニットの投資する一債券の単価が 1.2 の場合

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

《証券の説明 2 : リスク証券 A》

- **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 $100 \text{ 円} \times \text{投資ユニット数} \times 2.4$ 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) $\times$ 20 ユニット $\times$ 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 $(1/2) \times$ 「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 $\div$ 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 $\times$ 16.67 ユニット $\times$ 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 $(1/2) \times$ 「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 $\times$ 2.4 倍) $\div$ 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 $\times$ 25 ユニット $\times$ 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 $(1/2) \times$ 「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 $\times$ 2.4 倍) $\div$ 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。**

《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ー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うこともあります。そこで、**債券とリスク証券を組み合わせ**て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**ことによって、**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。

(シートタブ 1-1-2) 債券に 10 ユニットとリスク証券 A に 10 ユニットの投資する一債券の単価が 1 の場合

《あいまいな証券があるときのポートフォリオ選択》

- 次に、練習ファイルのタブ 1-3 をあけてください。このようになっています。

* 青の個数の予想を自分で入力してください。赤は自動的に計算されます		確認するセル	入力するセル	* 債券への投資金額は、全投資金額2000円から、その他の証券への投資金額の合計を除いたものになります											
決定 (青の個数の予想1つ)	確認 ↓	確認 ↓		確認 ↓	確認 ↓	入力(債券以外) ↓	確認 ↓								確認 ↓
	ボール数 (個)	確率		確率	単位当たり 投資結果 (百円/ ユニット)	額面 (百円)	単価 (百円/ ユニット)	数量 (ユニット)	合計 投資金額 (百円)	主観的 期待値	主観的 投資結果 (百円)	主観的 期待 収益率 R	分散	偏差	主観的 超過 収益率r
ポートフォリオ	全体	-		-	0.88				20.00	0.88	17.50	0.88	0.00	-	-12.50%
	赤のとき				0.88						17.50			0.00	
	青のとき										17.50			0.00	
ユニット合計OK											債券の運用による投資結果は確実です				
債券	-	1.000	1.05	1.00	1.2	16.66666667	20.00	1.05	21.00	0.88	0.00	-			
箱C(あいまい用)															
箱に一番入ると思う赤のボールの数	40	0.667					1	0	0.00	0.80	0.00	0.80	1.28	-	
箱に一番入ると思う青のボールの数	20	0.333									0.00			-0.80	
					0.333	2.40					0.00			1.60	
箱C(あいまい用)															
箱に入ると思う赤のボールの最小数	10	0.167													
箱に入ると思う青のボールの最大数	50	0.833													
箱C(あいまい用)															
箱に入ると思う赤のボールの最大数	60	1.000													
箱に入ると思う青のボールの最小数	0	0.000													

(シートタブ 1 - 3) あいまいな証券 C1 があるポートフォリオ選択

《証券の説明 3 : あいまいな証券 C》

- あいまいな証券は、**あいまいな箱 C** に紐付けられており、赤または青、黄色などの状態に応じて「投資結果」が変わる証券です。
- 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になります。
 - 【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。
- ＜ご参考＞（ここまで読み上げ、単価が 1.2 のときおよび単価が 0.8 のときの読み上げは省略）
- ☆ あいまいな証券の「単価」が 1.2 のとき ⇒ あなたが 2000 円全額であいまいな証券に投資する場合、16.67 ユニットの投資となり、もしも青が出たら、16.67 ユニット×額面 100 円×2.4 倍＝4000 円がもらえます。
 - ☆ あいまいな証券の「単価」が 1.2 のとき あいまいな証券の「期待収益率」＝（「C1 では青が箱から引かれる主観的確率」 $(1/3)$ × 「青が箱から出たらもらえる金額」2.4（百円）÷「単価」1.2＝0.667 となります。これはあなたの主観的確率に基づく平均的な収益率です。もしもあなたのボールの予想が 60 個で主観的確率が 1 であれば、主観的期待収益率は 2 となり、投資の 2 倍が平均的に得られると考えることになります。
 - ☆ あいまいな証券の「単価」が 0.8 のとき ⇒ 2000 円全額でリスク証券を投資するばあい、25 ユニットの投資となり、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。
 - ☆ あいまいな証券の「単価」が 0.8 のとき、あいまいな証券の「期待収益率」＝（C1 で青が箱から引かれる主観的確率 $(1/3)$ × 「青が箱から出たらもらえる金額」2.4（百円）÷価格 0.8＝1 となります。これはあなたの主観的確率に基づく平均的な収益率です。もしもあなたの主観的確率が 1 であれば、主観的期待収益率は 2 となり、投資の 2 倍が平均的に得られると考えることになります。

- 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。

《あいまいな証券 2 つでリスク証券を作る》

- 次にタブの 1-4-1 を開けてください。

* 青の個数の予想を自分で入力してください。赤は自動的に計算されます			確認するセル	入力するセル	* 債券への投資金額は、全投資金額2000円から、その他の証券への投資金額の合計を除いたものになります															
決定 (青の個数の予想1つ)			確認 ↓ ボール数 (個)	確認 ↓ 確率				確認 ↓ 確率	確認 ↓ 単位当たり 投資結果 (百円/ ユニット)	確認 ↓ 額面 (百円)	確認 ↓ 単価 (百円/ ユニット)	入力(債券以外) ↓ 数量 (ユニット)	確認 ↓ 合計 投資金額 (百円)	主観的 期待値	主観的 投資結果 (百円)	主観的 平均 収益率 R	分散	偏差	主観的 超過 収益率r	
ポートフォリオ			全体	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	1.38	27.60	1.38	0.46	-	38.00%	
			赤のとき	0.667	1.86	0.667	0.00	0.667	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	37.20	0.80	0.00	0.48	-0.80
			青のとき	0.333	0.42	0.333	2.40	0.333	2.40	1.00	12	12.00	1.60	8.40	1.60	0.00	1.60	0.00	-0.96	1.60
ユニット合計OK											債券の運用による投資結果は確実です									
債券			-	1.000	1.05	1.00	1	1	8	8.00	1.05	8.40	1.05	0.00	-	-	-	-	-	
あいまいC1(青)			全体	-	-	-	1.00	1	0	0.00	0.80	0.00	0.80	1.28	-	-	-	-	-	
箱に一番入ると思う赤のボールの数			40	0.667	0.667	0.00	0.667	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.80	-0.80	-0.80	
箱に一番入ると思う青のボールの数			20	0.333	0.333	2.40	0.333	2.40	1.00	12	12.00	1.60	8.40	1.60	0.00	1.60	0.00	-0.96	1.60	
あいまいC2(赤)			全体	-	-	-	1.00	1	12	12.00	1.60	19.20	1.60	1.28	-	-	-	-	-	
赤のとき			0.667	2.40	0.667	0.00	0.667	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.80	
青のとき			0.333	0.00	0.333	0.00	0.333	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.80	-0.80	-0.80	
箱C(あいまい用)																				
箱に入ると思う赤のボールの最小数			10	0.167																
箱に入ると思う青のボールの最大数			50	0.833																
箱C(あいまい用)																				
箱に入ると思う赤のボールの最大数			60	1.000																
箱に入ると思う青のボールの最小数			0	0.000																

(シートタブ 1 - 4 - 1)

- あいまいな証券C1とあいまいな証券C2，両方とも，赤と青のボールの合計は60個ですが，その内訳がわからないというあいまいな箱Cに紐づいています。
- あいまいな証券C1は，あいまいな箱Cから青が出たときは1ユニットの投資が2.4（百円）となり，赤が出たら0円となります。あいまいな証券C2はその逆で，同じあいまいな箱Cから赤が出たときには1ユニットの投資が2.4（百円）となり，青が出たら0（百円）となります。
- この人は青のボールの数が20個となる可能性が最も高く，最大でも50個，最小では0個だと考えています。
- この人が債券に8ユニット，あいまいな証券C2に12ユニットを投資し，証券C1には全く投資しません。ここでは証券C2の単価は1なので，このポートフォリオの主観的確率に基づく「主観的期待収益率」は1.38となり，投資1ユニットが1.38倍になる予想（期待）です。しかし，その期待からの，実際の値の可能性の散らばり，すなわち「分散」は，0.46となり小さくないことに注意してください。

《あいまいな証券が2つあるときの分散投資》

- 先ほど確認した《債券と2つのあいまいな証券への投資》において、債券よりも大きい収益をえながら、「分散」をゼロにする方法があります。

* 青の個数の予想を自分で入力してください。赤は自動的に計算されます		確認するセル	入力するセル	* 債券への投資金額は、全投資金額2000円から、その他の証券への投資金額の合計を除いたものになります											
決定 (青の個数の予想1つ)	確認 ↓	確認 ↓		確認 ↓	確認 ↓	入力(債券以外) ↓	確認 ↓	主観的 期待値	主観的 投資結果 (百円)	主観的 平均 収益率 R	分散	偏差	確認 ↓	主観的 超過 収益率r	
ボール数 (個)	確率	確率	確率	単位当たり 投資結果 (百円/ ユニット)	額面 (百円)	単価 (百円/ ユニット)	数量 (ユニット)	合計 投資金額 (百円)	22.80	1.14	0.00	-	14.00%		
ポートフォリオ	全体	-	-	-	-	-	-	20.00	22.80	1.14	0.00	-	14.00%		
	赤のとき	0.667	0.00	1.14	-	-	-	-	22.80	1.14	0.00	0.00	-	0.00	
	青のとき	0.333	2.40	1.14	-	-	-	-	22.80	1.14	0.00	0.00	-	0.00	
ユニット合計OK															
債券	-	1.000	1.05	1.00	1	6	8	8.00	1.05	8.40	1.05	0.00	-		
箱C(あいまい用)															
自分の箱に入らう赤のno数	40	0.667													
自分の箱に入らう青の数	20	0.333													
あいまいC1(青)	全体	-	-	1.00	1	6	6.00	0.80	4.80	0.80	1.28	-			
	赤のとき	0.667	0.00						0.00			-0.80			
	青のとき	0.333	2.40						14.40			1.60			
あいまいC2(赤)	全体	-	-	1.00	1	6	6.00	1.60	9.60	1.60	1.28	-			
	赤のとき	0.667	2.40						14.40			0.80			
	青のとき	0.333	0.00						0.00			-1.60			
箱C(あいまい用)															
自分の箱に入らう赤の最小値	10	0.167													
自分の箱に入らう青の最大値	50	0.833													
箱C(あいまい用)															
自分の箱に入らう赤の最大値	60	1.000													
自分の箱に入らう青の最小値	0	0.000													

- 証券C1とC2の両方に同じ金額（ここでは6ユニットずつ）投資をすることで、あいまいな箱のボールの内訳果がわからないので、本来証券C1とC2への投資結果が全くわからないことからくる問題を、完全に回避することができます。赤、青どちらの色のボールが出て必ず投資数量の額面の2.4倍の投資結果となり、主観的確率は主観的平均収益率には関係がありません。（青いセルの中の「自分の箱に入らう青いボールの数」を変えて確認してみてください）
- ポートフォリオの「主観的平均収益率」の下「主観的投資結果」の緑のセルをみると、赤が出て22.5（百円）青が出て22.5（百円）受け取れます。これを反映してポートフォリオの「主観的平均収益率」は1.14と高く、リスクである「分散」が0となっています。つまり無リスクで高収益の投資となりました。このとき債券に2000円分全額を投資すると、単価1であるため、20ユニットの債券投資となり、20ユニット×1.05倍=21（百円）です。これと比べると、リスクを避けながら一定の投資結果を得られていることがわかります。
- この例ではあいまいな証券C1とC2の「単価」が等しいですが、「単価」が異なる問題もあります。その場合にも、リスクのない証券を作ることはできますが、収益率がネガティブになることがあります。
- 【注意！！！！】またリスク証券やあいまいな証券の単価が0.8と割安になっていることがあり、全額投資することで大きくリスクを取ることもできます。しかしリスク証券に集中投資すると投資結果が0円になってしまうことが小さくない確率であります。投資結果が0になった場合、本当に謝礼金は一切払われません！すべては自己責任ですので、よく考えて投資してください。

《リスク証券とあいまいな証券が独立事象な場合》

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

(1-5) リスク証券とあいまいな証券 C1 が独立事象である。

- 1-5 を開けてください。1-6～1-11 までは、リスク証券の箱とあいまいな証券の箱が異なるため、それぞれの箱から当たりの色が出ることが独立事象となっていることに注意してください。
- P-6 の金額は、リスクの箱から赤が出て、かつあいまいな箱からも青が出た場合で、最高金額の 4800 円となります。その確率は、リスクの箱から赤が出る確率 2 分の 1×あいまいな箱から青が出る確率です。
- P-7 の金額は、リスクの箱から青が出て、かつあいまいな箱からも赤が出た場合で、最低金額の 0 円となります。0 円になった理由は債券を買っていないからです。その確率は、リスクの箱から青が出る確率 2 分の 1×あいまいな箱から赤が出る確率です。
- P-8 の金額は、リスクの箱から赤が出て、かつあいまいな箱からは青が出た場合で、中間の 2400 円となります。その確率は、リスクの箱から青が出る確率 2 分の 1×あいまいな箱から赤が出る確率です。
- P-9 の金額は、リスクの箱から青が出て、かつあいまいな箱からは赤が出た場合で、中間の 2400 円となります。その確率は、リスクの箱から赤が出る確率 2 分の 1×あいまいな箱から青が出る確率です。
- P-8 と P-9 は、リスクかあいまいな箱のどちらかが当たりとなった場合です。
- 確実に受け取りたい金額を意識して、債券への投資金額を決めてください。
- 問題によって単価が変わり、それによって最高金額が変わります。それを意識して全体への投資金額を決めてください。

《4証券あるときのポートフォリオ》

- タブ 2-1 を開いてください。

[illegible]

(シートタブ 2-1)

- あなたは債券、**リスク証券 B**、**あいまいな証券 D1**と**あいまいな証券 D2**に完全分散投資することが可能です。
- リスク証券 B、**あいまいな証券 D1**と**あいまいな証券 D2**は、同じ**不正確な箱 D**に紐づけられています。
- **不正確な箱 D**には赤・青・黄色のボールが入っています。赤の数はいつでも 20 個（箱のなかのボールの総数 3 分の 1）ですが、青と黄色のボールの内訳はわかりません。この箱は「不正確な箱 D」です。
- **不正確な箱 D**の、青及び黄色のボールは、0 個から 40 個の可能性があります。実験後に、被験者の目の前で、青と黄色のボールの数が同時決定され、個別に**不正確な箱 D**が作成されます。それは、実験者が謝礼金をいつも少なく払うことを意図したような方法ではありません。またボールの数が 0~40 が均等に入る可能性があるわけでもありません。さらに、青と黄色の数を決定するために PC の乱数表も使いません。
- **リスク証券 B**は、**不正確な箱 D**から赤のボールが出たとき、1 ユニットの投資に対して、投資結果が 3.3（百円）となります。青と黄色が出たら投資結果は 0 円です。赤のボールの数は 20 個で確率は 1/3 です。
- **あいまいな証券 D1**は、不正確な箱 D から青のボールが出たときには、1 ユニットの投資に対して、投資結果が 3.3（百円）となります。青以外の色が出たら投資結果は 0 円です。

- **あいまいな証券 D2**は、不正確な箱 D から黄色のボールが出たときには、1 ユニットの投資に対して、投資結果が 3.3 (百円) となります。黄色以外の色が出たら投資結果は 0 円です。
- **不正確な箱 D**の青の数については予想を用いますが、その予想自体は投資の結果とは関係がありません。「不正確な箱 D から青が出たか否か」と「証券 D1 および証券 D2 への投資数量」によって投資結果が決まります。
- ここでは、**あいまいな証券 D1**と**あいまいな証券 D2**、**リスク証券 B**を同じユニットにすることで、債券と同じように、全くリスクのない証券を作っています。ポートフォリオの「主観的期待収益率」は 1.1 ですが、ここでは確実に 1 円に対して 1.1 倍をもらうことができます。ポートフォリオの「分散」の値が 0 になっていることを確認してください。
- 緑のセルの中の「主観的投資結果」をご覧ください。完全分散投資をしたため、このポートフォリオでは、赤、青、黄色のどの色がでて、同じ金額の 2190 円がもらえます。

《主観的確率の記入》

- あいまいな証券 D1, D2 に紐づけられた**不正確な箱 D**では青および黄色のボールが出る確率がわかりません。ですから、自分の中で想定する、箱 D の中の青のボールの個数の上限と下限をそれぞれ**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。
- (あなたの青のボールの上限と下限が客観的な上限と下限と同じになるのであれば、それを入力してください。) その範囲の中から、最も箱に入りそうだと思う青の個数を、**セル■**に入力してください。なお、青のボールの予想がただ一つだけに決まるのであれば、三つの枠の中に入る上限、下限と、上段の予想した数は同じになります。
- あなたの箱 D に一番入りそうだと思う青のボールの数と黄色のボールの数に応じて、**箱 D から青が出る主観的確率および予想平均収益率**などが計算されます。参考にしてください。
- **不正確な箱 D**は、みなさん一人ひとりの目の前で実験後に作ります。青と黄色の数が決定したのちの不正確な箱 D の作り方を今からざっくりとお見せしますので、前をご覧ください。赤が先に 20 個入ります。
- あなたが青の数の予想を入力すると、黄色の数は 40 個ー予想した青の数と自動的に予想され、収益率などの試算をすることができるので、その試算に基づいて投資ユニットを決定することになりますが、実際に謝礼金を決定づけるのは実際にどの色が出たかということと、各証券への投資ユニット数なので気を付けてください。

《謝礼金の対象となる問題の決定》

謝礼金は、21 問の回答のなかから 1 問が選ばれて支払われます。トランプ 24 枚が渡され、あなたが引いた 1 枚と以下の対照表により報酬対象問題が決まります。

♠または♣の 1～11 ⇒ 問題 1-1 ～ 問題 1-11 ♦または♥の 1～10 ⇒ 問題 2-1 ～ 問題 2-10

- 実験終了後に、債券以外の証券に投資していた場合、問題 1—2 から 1—11 では、**あいまいな箱 C**が、問題 2—1 から問題 2-10 では、**不正確な箱 D**の青と黄色のボールの数の決まり方の紙を渡され、そこに記述してある通りに目の前で作られます。箱の中の各色の数の決まり方は（今は説明できませんが）実験者が謝礼金を節約できるなどの恣意的ではものではありません。また、0～60 の数が等確率となるわけではありません。また乱数表も使いません。（作り方を印刷した紙の存在があることをみせます）
- **あいまいな箱 C**や**不正確な箱 D**から 1 つだけボールが引かれます。ボールを引くのは助手です。

《練習と質問の時間》

- それでは各自練習を行ってください。一問について 2 分から 3 分程度で、青いセルに「投資ユニット」「予想するボールの数」などをきれいに入力してください。隣の人と会話をしたら退場です
- 質問は今受け付けます。どんな小さなことでも質問してください。実験が始まってから質問をしたいときは挙手をし、小さな声で質問してください。

《質疑応答のメモ欄》

《本番》

- ファイルを開いて回答してください。問題は必ず問題 1-1 から問題 1- まで、続いて問題 2-1 から問題 2- まで順番に解いてください。そうすることで回答が容易になり時間が節約できます。
- 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が得られます。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。
- すべての回答が終わったら、挙手をしてください。謝礼の対象問題をトランプで決めます。丸をつけて記入

（赤 黒） の でした。⇒ 問 —

ご参加本当にありがとうございました！（和田良子・大塚崇夫）
自由に疑問、感想など、お教えください。わからなかった！などでも OK です。