

あいまいさ回避度およびあいまいな情報のトリートメント能力が

家計の株式保有にもたらす影響

—経済実験およびフィールドデータとの整合性によるモデルの検証—

敬愛大学 経済学部 和田良子¹

要約

家計のポートフォリオ選択において、株式保有比率が高くないことの原因として、株式市場が将来起きうる結果について確率分布が与えられていない、ナイト流不確実性の下にあり、したがってあいまいさ回避に求めることができるとする研究が増えている。本研究は実験室実験において測定された就労成人のあいまいさ回避度が、株式市場への参加を説明することを示す。また、あいまいさ回避度がリスク回避度から独立であること、検証のための実験手法において実験者による操作性が残る場合、測定されるあいまいさ回避度にはバイアスが含まれることが示される。

1. 研究の背景と目的

日本銀行の資金循環統計によると、日本の家計の残高は2023年3月末には、2,043兆円であり、株式保有は226兆円で11%を占めている。2022年度末の国際比較では、日本の家計の資産残高は2005兆円、その10.2%、米国では39.8%、ユーロエリアでは19.8%となっている。家計における株式保有が他の資産に比べて少ない事実は、家計のリスク選好、また欧米との比較では資産保有における格差によって一定程度説明しうるものと考えられる。市場における株価をファンダメンタルズによる理論値、その背後にある効用理論で説明しようとする、一般的に測定されるリスク選好よりもはるかに高いリスク選好を仮定しなければならない、というEquity Premiumパズルが存在することが提示された(Mehra and Prescott, 1985)。MO Rieger and Wangがサーベイしているように、このパズルを説明しうるモデルとして様々なモデルが提示されてきた。Epstein and Zin (1991)は、時間選好率とリスクの選好が同一であることを仮定しない一般化期待効用(GEU)理論を提示している。行動ファイナンス的なアプローチとして、Benartzi and Thaler (1995)はプロスペクト理論に

¹ rwada@u-keiai.ac.jp 敬愛大学 経済学部

よる損失回避を提示し、Gul (1991) は失望回避による説明をしている。Hens and Wöhrmann (2006) はメンタル会計による説明を提示し、Rietz (1988), Mehra and Prescott (1988) および Barro、(2005) は、稀にしか起きないが印象に強く残る惨事への嫌悪が、Constantinides and Duffie (1996) および Krebs (2000) は家計に特異な所得変動の存在が、株式投資から家計を遠ざける要因であるとしている。さらに、家計には借入について制約 (Constantinides et al., 2002)があることや、株式購入のための流動性に制約があること (Bansal and Coleman, 1996; Holmström, 1998) などが考えられてきた。

さらに株式市場が確率分布によってそのリスクを予測しうる場所ではなく、確率分布および、それをもたらす確率密度関数が与えられないようなあいまいな状態下にあることに注目し、あいまいさ回避が株式市場への参加の程度を説明しうる要因であるとする研究が増えている。あいまいな情報とはナイト流不確実性と呼ばれる、確率分布 (をもたらす確率密度関数などの情報) が与えられていない状態をいい、ナイト流不確実性を嫌うことをあいまいさ回避という。実際の証券市場で成立する株価を説明しうるモデルとして Capital Asset Pricing Model が知られており、市場の安全資産の収益率および、個々の投資家のリスク選好にあいまいさ中立を仮定してリスク選好のみで説明される理論モデルの予測とは異なることが知られている。

Epstein and Schneider (2007) は、recursive multiple-priors モデル (Epstein and Schneider (2003) による multi-prior model (Gilboa and Schmeidler (1989)) の拡張モデル) を用いてフィールドデータを分析し、新しい情報が良いものであれ悪いものであれ、あいまい回避者が悲観的に評価することが、株価プレミアムの要因となっているだけではなく、株式市場への不参加となっていることを導き出している。Ju and Miao (2012) は、投資家がファンダメンタルズとする価格や収益をもたらす不確実性が生み出されるプロセスを観察しているとする合理的期待仮説をあてはめるのは非現実的であるとし、リスクとあいまいさ、さらに時間選好率を区別することができる一般化 recursive multiple-priors utility を不確実性下において適用するモデルを提示している。Hara and Honda (2020) は、観察されるあいまいさ回避度がある確率下でのリスク選好を第一段階とし、第二段階でどの確率 (分布) が与えられるかが選ばれるかが不明なことからくるあいまいさへの選好に分ける Klibanoff, Marinacci, and Mukerji (2005)モデル (以下 KMM) に従っていると仮定した場合に、日本の株式市場の曖昧さ回避度はかなり大きいものになることを示している。

以上の学術的な背景より、本研究は、第一に理論的なあいまいさ回避をめぐる理論研究に対し、実験を用いた実証によって資することを目的とする。

KMM モデルはあいまいさの認識とあいまいさからの回避度を分離できる関数形を導入してあいまいさ回避度を順序付しており、したがって第 1 段階は確率分布が与えられないくじ、第 2 段階は確率が既知のくじの混合くじとして叙述できる。つまり第 2 段階ではすでに投資家のリスク回避度を内包していることを意味することと同時に、あいまいさ回避度とリスク回避度が独立であることを仮定している。ところがリスク回避度が、あいまいさ

回避度から独立であるか否かについての検証は、Bossaerts et al. (2010), Lauriola and Levin (2011), Cohen, Tallon and Vergnaud (2011) Cohen, Tallon and Vergnaud (2011) など数えるほどしかない。そこで本研究では、初めにリスク回避度とあいまいさ回避度が独立しているのか、相関しているのかを観察する。

ポートフォリオ選択において、リスク回避度は債券の保有、あいまいさ回避度は株式の保有を決めるものとするれば、仕組債などリスクが高い債券を購入しうる、一定のリスク許容度がある投資家と、株式を保有する投資家について、異なる意思決定のメカニズムが働いていることになる。このとき、個人投資家の株式保有比率が低い現状を説明する一つの要因として、あいまいな情報を利用しているのか、またどのように処理しているのか、が影響している可能性を挙げることができる (Wakker (2004)) Gilboa and Schmeidler (1989) の maxmin モデルにおいては、prior の集合の中から常に最悪の prior を想定するため、情報を利用しておらず、確率可能性集合のもつ geographic な性質は意思決定には反映されない。α-maxmin モデルにおいても、同様に、確率可能性集合において、最善の prior と最悪の prior のみしか利用しないという特徴がある。個人が確率可能性集合の geographic な性質に感応的であるか否かを調べるためには、一つの実験の中で異なる性質の情報を与えることが必要である。ところが、我々の知るところでは、先行研究において、一つの実験の中で異なる性質の情報を与えている実験もまた、Baillon, Halevy and Li (2022) など数えるほどしかない。本研究では異なる性質の確率可能性集合を与え、観察される被験者のアクトが、α-maxmin モデルおよび ε-contraction モデルのどちらにより、予測可能かを調べる。これが本研究の第二の目的である。

本研究のさらなる目的は、あいまいさ回避度を測定する適切な実験を開発することにある。あいまいさ回避度を測定するためには、確率分布ないし確率が明示されている箱と、あいまいな箱とが等価になる、確率等価を調べる必要がある。Holt and Laury (2002) に代表される Multi Pricing List (以下 MPL) を用いる場合においても、Becker, DeGroot and Marschak (1964) によるオークション方式によっても、被験者が“あいまいな箱”から賞金が当たることに賭ける、というアクトを選択していた場合、最終的にはリアルな“あいまいな箱”を作成する必要がある。あいまいな箱がどのように作られるのかについて、伝統的な手法では、被験者に何も教えない。被験者にとっては、最終的に実験者があいまいな箱を設定することだけがわかっているため、実験者による“まやかし (deception)”を感じる可能性が残る。その結果、実験者を信頼できるか否かを含めて実験者と被験者間での戦略の推測ゲームとなってしまう、あいまいさ回避が正しく計測できない可能性が指摘されている (Dominiak, and Duersch (2015))。本研究では、伝統的な、被験者に何も告げない手法を Telling Nothing (TN) 実験と名付ける。対照的に、実質的に計算できない複雑なサイコロを用いた“Snake and Ladder”ゲームを用いて確率を生成することを教える実験を行う。これにあいまいさの生成には透明性を持たせることができる。このやり方を、“DICE トリートメント”と呼び、二つの実験手法により得られたあいまいさ回避度の平均値を比較し、TN ト

リートメント によるバイアスが生じないかを調べる。

本研究の最も重要な部分は、実験室で測定されたあいまいさ回避度が現実の市場に直面する家計のポートフォリオ選択を説明しうるか否かを調べることである。そのため、我々は就労し所得を得ている成人を対象に、実験室実験でのあいまいさ回避度の測定に加えて、資産選択についてのサーベイを行うことによって、ポートフォリオ選択に、リスク回避度とあいまいさ回避度がどのように影響しているのかを明らかにする。すなわちあいまいさ回避を説明する様々なモデルに対応した経済実験を行い、様々なモデルに対応したくじに対する選択行動から抽出されたリスク回避度やあいまいさ回避度が、現実のポートフォリオ選択をどの程度サポートするかを調べる。

2. 理論モデルと実験

KMM を拡張した Hayashi and Miao (2011) や Hara (2020) など、あいまいさの程度と回避度の分離可能なモデルが現実の株式投資に適用可能である場合には、情報を増やしあいまいさを減らすことはいかなる投資家においても、株式保有比率を高めることになる。しかし Epstein (2010) が批判するようにそもそも情報の認識とあいまいさ回避度の分離が不可能であるならば、株式市場における不確実性を定量的に示したとしても投資家にとってその情報は有用ではない。後者の代表的なものは、maxmin モデルであり、Ghirardato、Maccheroni、および Marinacci (2004) による α -maxmin モデルである。

$$U(P, h) = (1 - \alpha) \min E_p [u \circ h] + \alpha \max E_p [u \circ h] \quad \text{for } h \in H$$

ここで h は宝くじに対するアクトの集合 H のうちのアクトであり、 $P \subset \Delta(\Omega)$ は世界のどの状態がどの確率で現れるかについての主観的な信念の集合である。 E_p は、各プライオア $p \in P$ についての期待値を表し、 $u \circ h: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ は、世界 $\omega \in \Omega$ の各状態から、各状態下の期待効用 $h(\omega)[u(x)]$ に写像する合成写像である。 $\alpha = 1$ は最も楽観的、 $\alpha = 0$ は最も悲観的であることに対応している。

異なるモデルに Gajdos, Hayashi, Tallon and Vergnaud (2008) は ε -contraction 収縮モデルがある。意思決定者は、与えられた確率可能性集合をその「中心」に向かってある程度縮小することによって、主観的な信念の集合を形成する。あいまいさに対する選好は、各確率可能性集合の頂点の重みはその外側の角度に比例する頂点の加重平均 P となるシュタイナー点 $s(P)$ への収縮により表される。

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

$\varepsilon = 1$ の場合、意思決定者は与えられた確率可能性集合をまったく縮小せず、確率可能性集合全体で最悪のケースを採用する。 $\varepsilon = 0$ においては、逆に意思決定者は確率可能性集合をシュタイナー点 1 点に絞り込む。 したがって、あいまいさ中立となる。 ε が大きいほど、あいまいさ回避度が高い。 実験結果を評価するうえで、両方の理論の適合度について観察していく。

3 実験

3-1. あいまいな箱の構成

この実験ではすべての箱の中に、合計 180 個の小さな玉が入っていることが告げられる。 最初にリスクの箱 H を与える。 箱 H はその中に赤の玉が 90 個、青の玉が 90 個入っている。(実験者により、被験者の目の前で作成される)。

箱 B はその中の玉が赤と青の 2 つの色で構成されるものの、その構成がわからない。 箱 C は 2 つの色で構成されるが、赤の数が常に青より小さいか等しいことだけがわかっている。 箱 D は、3 色 (赤、青、黄) で構成されるが、その構成はわからない。

(p_R, p_B) は 2 色の、 (p_R, p_B, p_Y) は 3 色についての一般的な確率分布を表す。 箱 B から箱 D の確率可能性集合は次のように与えられる。

$$B = \{(p_R, p_B): p_R, p_B \geq 0, p_R + p_B = 1\}$$

$$C = \{(p_R, p_B): p_R \geq p_B \geq 0, p_R + p_B = 1\}$$

$$D = \{(p_R, p_B, p_Y): p_R, p_B, p_Y \geq 0, p_R + p_B + p_Y = 1\}$$

3-2. 実験者の操作可能性が与える影響の検証

エルスバークの箱を実際に作成するにあたり、実験者は最終的に箱に入るボールの色の比率を決定する必要がある。 被験者に対して何も告げない場合、実験者が単に恣意的にその数を選ぶこととなるため、被験者は「ボールの数が対称的になるように選ぶだろう」または「賞金がもらえる色のボールの数を最小限に抑えるだろう」などの憶測を各自がすることになる。 Dominiak and Duersch (2015) は、あいまいさ回避を測定する実験が、被験者と実験者のゲームになっており、被験者が「実験者は研究費を節約したいだろうから我々への支払いを最小限にするのではないか」と考える、すなわち、ゼロサムゲームととらえた場合には、あいまいな箱の中には報酬につながるボールが 0 またはきわめて少ないと考える、逆に、被験者が「実験者は好意的であり、多くのボールをあいまいな箱に入れているのではないか」と考えれば、それはコーディネーションゲームとなることを指摘している。 何も告げない TN 実験は、伝統的なやり方ではあるが、最近では、実験者の操作可能性について留意し、客観的かつ透明な手順によってあいまいな箱を作成するものも存在する。 一つは、Carbone, Dong and Hey (2017) によって行われた、常に中身が動いていて、内訳が推測しにくいビンゴゲームの中のある色に賭ける方法を用いている。 したがって、あいまいさはリ

スクとその誤差のようにしてとらえることになる。もう一つの顕著な実験は Oechssler and Roomets (2015) によるリアルな Ellesberg ボックスの作成である。事前に、被験者に弾むボールと釘の付いたパチンコ台のようなボードを使い、ボールがある穴に入った数を、賞金に紐づけられたボールの数とし、それ以外を、賞金がもらえないボールの色とする。実験後任意に2人の被験者が選ばれ、好きな場所に釘を打つように依頼される。ボールが大きな穴に入る数は釘の位置で変化するため、被験者にとって、客観的だがあいまいな箱を作成することに成功している。

この問題に対処するため、我々は Hayashi and Wada (2010) に従い、確率可能性の集合ごとに、十分に複雑な「Snakes and Ladders」ゲームを行う (図1参照) これにより被験者は集合のどの点が実現するかを与える最終的な確率分布を計算することが事実上不可能となる。これが DICE トリートメントである。被験者は、真の確率分布が確率の可能性の範囲内にある予測をするために集中することができる。これに対し、色の比率を何も言わない従来の方法を TN (Telling Nothing) トリートメントも比較対象のため行う。両方のトリートメントに参加する被験者は存在しない。

我々は、リスクの箱 (箱 H) および3種類のあいまいな箱 (箱 B,C,D) を用意する。赤の色に賭けており赤が出たときには2000円が得られるが、赤以外の色が出たら何も得られない。初めに箱Hを用いてリスク回避度を求める。箱Hは、赤と青で構成される、 $(p_R, p_Y) = (0.5, 0.5)$ がその確率を示す。すなわち期待値が1000円となるくじの確実性等価を求める。確実性等価をたずねる質問は、確実に100円を得るくじと、期待値が2000円となるくじの比較から始まり、100円刻みで確実に得られる金額が増えていき、1100円を得るくじまで質問している。1000円を確実に得られることと箱Hに賭けることを比較したときに、箱Hに賭けるものは、リスク中立とみなし、1100円を確実に得られる選択肢よりも箱Hに賭けることを選ぶものは、リスク愛好であるとみなすことができる。

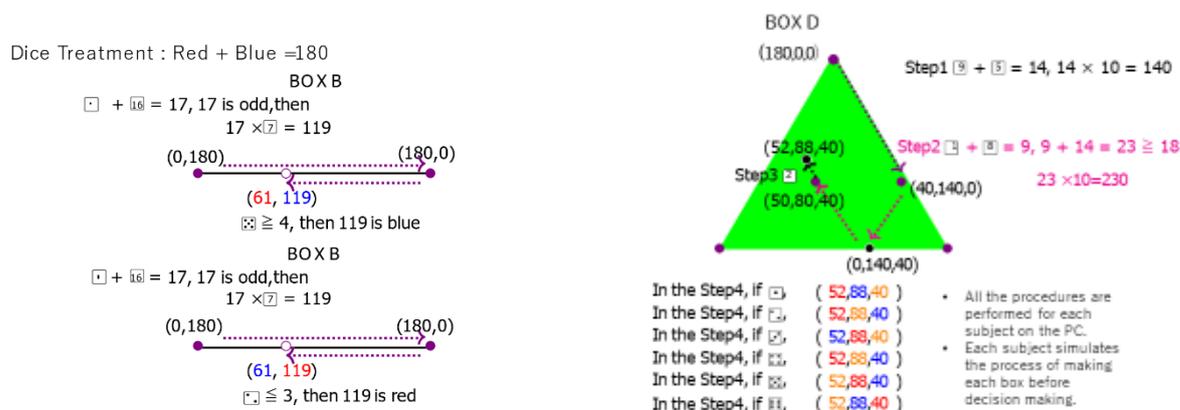


図1 箱Bの作り方の説明(左), 箱Dの作り方の説明(右)

次に、あいまいな箱 BCD の確率等価を求めるために、リスクの箱 A が用意される。箱 A と添え字 05 から 55 で示される A05~A55 の 11 種類である。添え字は、何%の赤い玉（賞金を得る色）が入っているかを示している。例えば箱 A05 は 5%が赤であり、箱 A55 は 55%が赤である。

あいまいな箱 B, C, D の確実性等価を、次の手順を用いて求める。被験者には、箱 B と A05~A55, 箱 C と A05~A55, 箱 D と箱 A05~A55 とそれぞれバイナリな選択をしてもらい、確実性等価または異なる箱に変化する閾値に基づいて、あいまいさ回避度を測定する。TN トリートメントにおいては、箱 B,C,D いずれを作成する際にも何も伝えないが、DICE トリートメントにおいては、箱 B および箱 C においては複数のサイコロを利用して、初めに 1 つの点を決め（図 1, 箱 B においては、(61,119),）次にその点が示す座標（箱 B では右端, 左橋のどちらを赤 0 と設定するかを決める。）箱 D では三角形の内部のうちの 1 つの点を決定し、その後もう一つのサイコロによってどの数字が赤いボールの数を決めるかがわかる。

箱 $X=\{B, C, D\}$ の赤に対する賭けの確率等価 (Probability Equivalent, 以下 PE) を $pe(X)$ と示す。 α -maxmin モデルは $pe(B) = pe(C) = pe(D)$ を予測し、あいまいな態度が確率可能性集合の幾何学的特性に影響されないことを意味する。 ε -construction モデルは、 $pe(C)$ が $pe(B)$ の 1/2 であり、 $pe(D)$ が $pe(B)$ の 2/3 であると予測し、あいまい回避度が確率の幾何学的特性に敏感であることを意味する。

各被験者には無作為に選ばれた 1 つの問題に対する謝礼金と、3 種類のサーベイに対する謝礼金費 500 円が支払われた。株式会社 スペースにおけるサーベイにおいてのみ、資産選択のサーベイが含まれており、所要時間は、実際に資産運用をする立場にいる被験者では最大で 30 分程度を要するものとなっているため、サーベイに対して合計で 1000 円を支払っている。あいまいさ回避度を測定するための謝礼金については、対象的に 77 問回答してもらい最大で 2000 円である。設問数は国際的な謝礼金の平均値から判断して妥当な報酬設定としている。DICE トリートメントでは、実験中に、サイコロにより箱の内訳を生成するシミュレーションを PC 上で 2 回行い、あいまいな箱の生成について理解してもらう。

すべての意思決定およびサーベイの後、報酬の対象となる選択問題番号が決定し、その選択問題において、あいまいな箱が選ばれていた場合には、あいまいな箱の生成を PC 上で行う。その結果は、スクリーン上の左側に記載される²。

² このプログラムの python での作成は外注した。



図 2：被験者が行う PC 上のサイコロによるシミュレーション (BOX B)

4. 結果

4-1. リスク回避度はあいまいさ回避度から独立かについての検証

2022 年 1 月 23 日に 34 人を対象に敬愛大学，2022 年 4 月に 3 人を対象に立正大学にて基本的なデータについてのプレ実験を行った³。さらに，後述するように，株式会社スペースにおいて，84 人を対象に実験を行うことができた。実験結果は，2018 年からのデータのうち，非合理的な回答を取り除き，さらにリスク愛好者（16 人）のデータを取り除いた 242 人のものである。

本研究と，2018 年からの実験のデータ⁴を合体させた実証分析からは，リスク回避とあいまいさ回避の間の相関関係は全体的に有意だが，リスク回避の程度はあいまいさ回避の

³ 過去の実験で不足しているサンプルを増やす目的であったが，立正大学では 3 人しかサンプルを得ることができなかった。また國學院大学での実験は，人を対象とする実験についての倫理的な手続きについての認可の手続きの時間がかかり，本研究の研究機関内に実験日を設定することが叶わなかった。

⁴ DICE 実験において，かつては PC でのサイコロ生成ができなかったため，一人ひとりの箱を実験者の目の前で助手がサイコロを振り生成している。

程度についてほとんど説明しないことがわかる。DICE トリートメントでは, 0.098 である。TN では, 0.279 であり, DICE よりも相関が高くなっている。DICE トリートメントでは, リスクの箱とは全く別の箱が利用されることを理解しているためであると考えられる。理論的には, リスク回避度とあいまいさ回避度には相関がないため, DICE トリートメントではより理論が示唆する結果に近い結果が得られている。

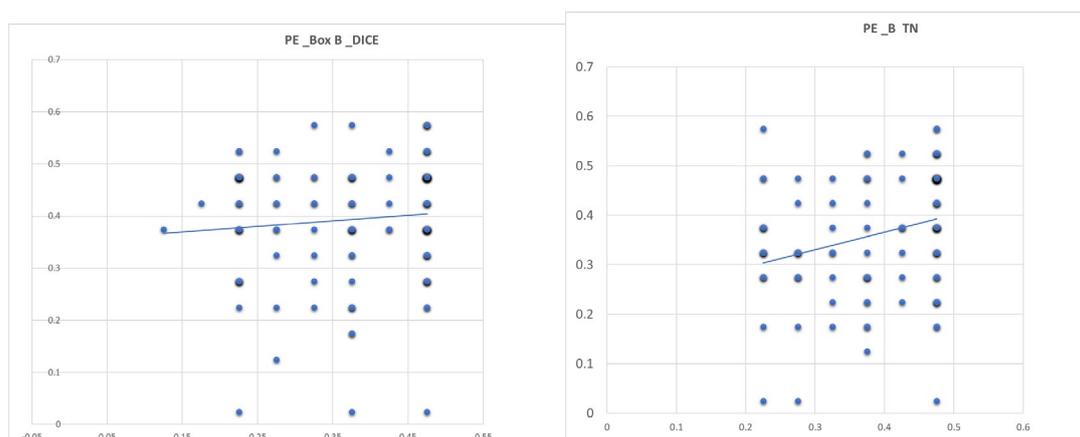


図 3: リスク回避度とあいまいさ回避度 (箱 B の確率等価) の散布図 (右が TN, 左が DICE)

TN トリートメントの結果は、リスク回避と曖昧さ回避の間に正の相関関係があることを報告している Bossaerts et al. (2010) および Lauriola and Levin (2011) の結果と一致している。一方で DICE トリートメントの結果はリスク回避とあいまいさ回避の間に相関関係がないことを発見した Cohen, Tallon and Vergnaud (2011) と一致している。TN トリートメントでは、箱の内容について、一様分布に基づく（例えば単一のサイコロやオンライン・ルーレットによって決まる）と考えた可能性がある。

4-2. あいまいさ回避理論の仮説検定

α -maxmin モデルの下では $pe(D) = pe(B)$ を, ε -contraction モデルの下では, $pe(D) = 2/3 * pe(B)$ を帰無仮説に設定する。これらの帰無仮説が棄却されないことが、個人が情報の幾何学的な性質に感応していることを示す。

対応があるデータの t 検定の結果を表 1 にまとめている。

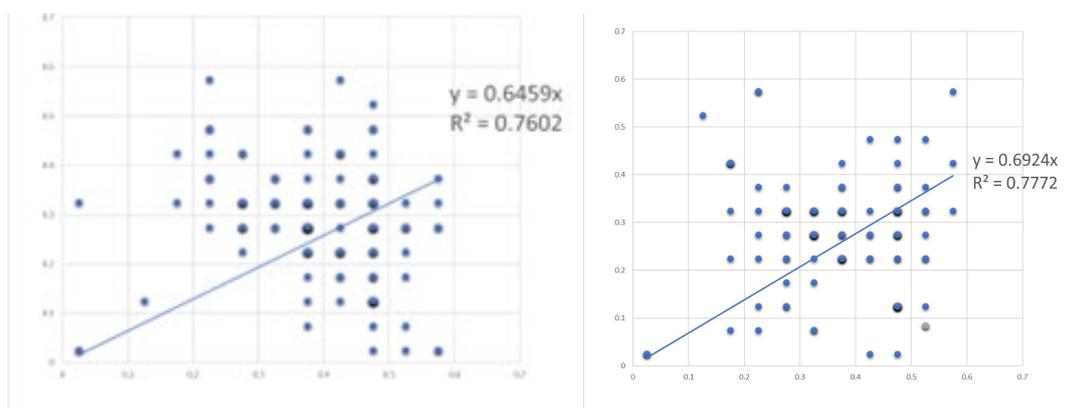
H_0 α -maxmin Sample size		ALL 257	TN 118	DICE 139
pe(B) = pe(D)	t-value	10.268	5.8645	8.6806
	p-value	(0.0000)****	0.0000)****	(0.0000)*** *
pe(C) = 1/2 pe(B)	t-value	18.917	12.447	17.122
	p-value	(0.0000)****	(0.0000)****	(0.0000)****
H_0 ϵ -contraction		ALL	TN	DICE
pe(D) = 2/3 pe(B)	t-value	2.1910	2.4388	1.2679
	p-value	(0.01512)**	(0.02954)**	(0.2061)
pe(C) = 1/2 pe(B)	t-value	18.917	12.447	17.122
	p-value	(0.0000)****	(0.0000)****	(0.0000)****

表 1：帰無仮説検定の結果

(注) **5%水準, **** 0.1%水準で有意であることを示す

観察 1： ϵ -contraction の帰無仮説， $pe(D) = 2/3 * pe(B)$ は DICE トリートメントでは棄却されないが，TN トリートメントで棄却される．すなわち複雑なダイスを用いて計算できないが透明で客観的な手法によりあいまいさを与える場合には，被験者は情報の幾何学的な性質に感応していることがわかる．

観察 2： $pe(B) = pe(D)$ 仮説は TN, DICE のいずれのトリートメントでも棄却されており，すなわち有意に $pe(B) > pe(D)$ であることが確認できる．図 4 は，x 軸を箱 B の確実性等価，y 軸を箱 D の確実性等価とした散布図である．図中には，切片を 0 と仮定した場合の近似曲線が描かれており，その傾きは DICE において 0.645，TN において，0.692 となっており，検定結果と整合的である，



DICE トリートメントの結果

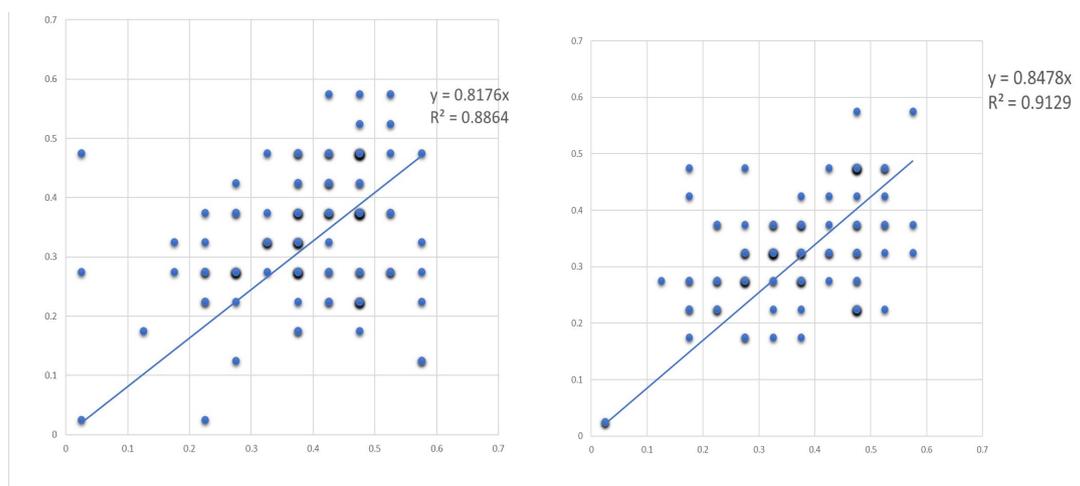
TN トリートメントの結果

図 4：箱 B と箱 D の確率等価の散布図.

(注) x 軸が箱 B の確率等価，y 軸が箱 D の確率等価

観察3： α -maximin ε -contraction モデルのいずれも $pe(C) = 1/2 * pe(B)$ を予測するため、これを帰無仮説とする。この仮説についての対応のある平均値についての t 検定では、DICE、TN トリートメントのいずれも $p = 0.000$ であり棄却される。

この結果からは、一様分布が「もっともらしい事前確率」の役割を果たしている可能性を排除することはできないことがわかる。結論として、あいまいさの回避の程度は、確率可能性の集合全体でほとんど有意に相関しているが、それらの間の関係は理論モデルの予測よりも複雑であるという限定的な結果が得られている。



DICE トリートメントの結果

TN トリートメントの結果

図5：箱Bと箱Cの確率等価の散布図。

(注) x軸が箱B、y軸が箱Cの確率等価

4-3. あいまいさ回避度の実験者の操作可能性が与える影響の検証

DICE トリートメントと TN トリートメントのあいまいさ回避度の分布を比較すると確率等価の平均値は、箱Bにおいては5%有意水準でDICE トリートメントのほうがTN トリートメントよりも有意に低い。ランクサム・テストの結果を表2に示している。伝統的なあいまいさ回避測定の手法から得られた結果においては、実験者を信頼しないというバイアスが入っていると考えられる。ただし、箱Cおよび箱Dにおいてはその差は有意ではない。

Wilcoxon Rank	Sum Test	Box H (R=B)	Box B(R,B)	Box C(R<=B)	Box D(R,B,Y)
DICE	mean	0.374	0.3931	0.3385	0.2800
TN	mean	0.389	0.3619	0.3314	0.2779
W		6643	8313	7815	7380.5
p-value		0.2657	0.03905 **	0.2598	0.7565

表2：ランクサム・テストの結果

(注) **は5%水準で有意であることを示す

5. 家計の資産ポートフォリオにあいまいさ回避度が与える影響の検証

家計が株式を保有しない、株式市場に参加しないことの原因としてあいまいさ回避が挙げられる。Bosschaerts et al.(2010)はエルスバーグパラドックスの文脈における2つの確率がわからない証券(あいまいな証券)と、1つのリスク証券を組み合わせさせる実験によって検証し、あいまいさ回避度が高い被験者は株式市場に参加しないことを、実験室における市場実験で確認している。

あいまいさ回避を理由とする、株式市場への不参加、株式への配分の低さ、ホームバイアス、自社株所有、ポートフォリオの分散不足について検証した論文に、Dimmock, Kouwenberg, Mitchell and Peijnenburg (2016)がある。米国の代表的な世帯調査を用いた実験であり、最初にエルスバーグの壺に基づいてカスタム設計された質問を使用して、曖昧さの好みを測定し、理論の予測と合致した結果を得ている。すなわち、曖昧さ回避は株式市場への参加、株式における金融資産の割合、および外国株式の所有とは負の相関があるが、自社株所有とは正の相関があること、および株式を所有している家計においては、曖昧さ嫌悪とポートフォリオの分散不足につながっていることを発見している。

あいまいさ回避度の測定を実験室でDICEトリートメントにて行い、上記の点について検証する。対象とする株式会社スペースでは自社株投資に対して補助金制度があるため、ほぼ全員の社員が自社株買いをしている。したがって、自社株以外の株を保有しているか、また何種類保有しているか、という質問をしている。

5. 実験

5-1. サーベイ実験の目的

本研究の最大の目的は、実験によって計測されたリスク回避度およびあいまいさ回避度が、実際のポートフォリオ選択に理論によって予測されるような結果をもたらしているか否かを調べることにある。

和田(2017)においてはAhn et al. (2014) およびBosschaerts, Ghirardato, Guarnaschelli, and Zame (2010)の方法を一部踏襲し、あいまいさ回避度の測定を実験室で行った後に、被験者に3色のエルスバーグパラドックスの文脈をもった2種類のあいまいな証券(ここでは報酬が得られる、いわゆる“当たり”となる状態が対象的となっている)、リスク証券および無リスク証券を与えてポートフォリオ選択をしてもらった。ここではあいまいさ回避

度が有意にあいまいな証券の保有を説明するか否かを観察したが、あいまいな証券の保有を説明しうるものが、金融リテラシーテストの結果のみであった。

あいまいな証券では、被験者には結果の生起確率を与えることができないため、あいまいな証券の保有比率からあいまいさ回避度を測定するためには、多くの仮定を必要とする。そのため、implied ambiguity aversion をポートフォリオ選択から調べることは困難である。以上の理由から、現実的なアプローチとして、資産ポートフォリオの構成をサーベイし、その構成が実験によって得られたあいまいさ回避度によって説明できるか否かを調べるのが最も望ましい。これが本研究の特徴とそこに至った背景である。

5-2. 株式会社 スペースにおける実験

成人を対象にした実験については、被験者の募集を対象とする企業に依頼することが多いものの、本実験は、謝礼金の受け取りに、あいまいな箱を作成する必要があること、また DICE 実験では謝礼金の支払いの間の待ち時間のコントロールの困難さ、領収書における印鑑忘れ、サーベイの回答忘れなどの問題が起きることが予想された。また、一般の被験者を実験室に集めるには、交通費はもちろんのこと、機会費用が大きいことから、被験者に学生よりもかなり高い謝礼金を支払う必要が生じると考えられる⁵。同時に、フィールドからサーベイに応じてくれる被験者を集めると、そのような時間的な余裕があり、機会費用が低い被験者が集まってくるということになる。株式保有は理論的に、金融資産に余裕がある個人によってなされることから、機会費用が低い個人の間での株式保有が極めて少なくなる可能性がある。上記の事情から、2012年より社外取締役を務めている株式会社スペースにおいて、実験をすることを依頼し、全面的な協力を得ることができた⁶。それらの問題点を回避すべく、会社の中で参加できる人を募って行った。勤務時間内の2時間を利用した実験とその翌日以降の支払いであったため、スムーズに行うことが可能であった。

実験は5月18日に東京本社において、5月31日には大阪本社において行った。いずれも、実験日のあと2日間会社に出向き、昼休みから夕方まで支払いを行った。被験者は、東京本社から45人、大阪本社から42人、合計47名である。株式会社スペースには補助金制度を伴った従業員持ち株制度がある。また、2022年度から、従業員への株式による報酬制度も開始されており、社員は、自分が勤める企業の株を一般の株よりも多く保有していることがわかっている。株式からの配当を再投資する社員もいれば、一部または全部を現金で受

⁵ 一方ベースとなるあいまいさ回避度の実験においては、学生を対象としてきたため、一時間の時給が当該の都道府県の最低賃金を超えることが最低の要件となるが、教育の場であることから、高額すぎる謝礼金を支払うことにも倫理的な問題が生じるため、高すぎないことが重要である。今回の実験では、あいまいさ回避度を測定する上で、謝礼金が異なると、全く違う結果が得られる可能性もあるため、あいまいさ回避度の実験部分に対する謝礼金を同じにすることにした。

⁶ 今回の実験は営業時間中に行うことが可能であり、その機会費用は役職者については極めて高い。

け取り生活費にし、また、株価が上昇時に売却して値上がり益を得る社員は多数存在することがわかっている。株式会社スペースの従業員持ち株比率は、11.8%を占める。勤務する企業の株を持つことは、現実にはバックグラウンドリスクを増やすナイーブなポートフォリオ選択であるものの、株式市場での売買やそのしくみにある程度慣れることができているため、株式市場への参加が期待できる⁷。

本研究では、あいまいさ回避度を測定する実験を、互いの意思決定が遮断できるような仮の実験室を作って行ったのち、資産運用についてのサーベイを行う。Dimmock et al.(2016)の手法をある程度踏襲する形となっているものの、以下の点が大きく異なる。最も留意した点は匿名性を保つことである。社長の許可を得てボランティアに参加できる人に参加してもらうことができた。業務時間内に一会場に多くの人数を集めることができる。また業務として取り組むため真剣に取り組んでもらえる。成人を対象として公募するフィールド実験においては、被験者の実験中・および実験後のコントロールにかなりの困難が生じた経験があるため、上記の条件が極めて望ましく効率的である。しかしながら、社外取締役として私がデータを手に入れることは、社員で被験者となった人が正直に資産形成や属性について回答することには躊躇が生じやすい。社員が誰なのか特定しにくいように、必要以上に詳細なデータを集めないように留意している。また回答を拒否したくなったり、不快に感じるものが内容に、さらに、質問が多すぎて途中で投げ出したくならないように設計した。実験手順において留意した点は以下の通りである。

- ① 匿名性が保たれるように、被験者登録は社員番号で行い、出席を管理するが、当日、東京本社と大阪本社と合わせた被験者番号 804 番から 900 番までのくじを作り、1 枚引いてもらう。回答はすべて被験者番号のみで行い、氏名や社員番号を書く場所はないようにする。社員番号と被験者番号が、実験者からは照合できないように、その番号を実験者および他人に絶対に見せないようにしてもらう。⁸
- ② 子供を養育しているか否か、養育・または生活費について責任を持っている家族が何人いるかは、扶養人数としてたずねるものの、結婚しているかどうかについては質問形式としない。例えば未婚・結婚・離婚・子供の養育人数などをたずねると、それらの属性と年齢から誰が回答したのか特定できてしまう可能性を被験者が予想するからである。
- ③ 学歴は、金融リテラシーを測定する一つの指標となりうるが、今回は個人の特定につながりやすいため排除している。
- ④ 性別については、個人が認識している性別ではなく、社員として識別されている性別を回答してもらう

⁷ Dimmock et al. (2016) において、自分の企業への持ち株への投資は、あいまいさ回避度が高いほうが多くなることが発見されている。

⁸ この手順により実験に安心して参加してもらえたものの、誰の回答か識別できなかったため、謝礼金の受け渡しにおいて、被験者番号を忘れた人が存在し苦勞した。

- ⑤ 所得そのものをたずねることで、個人の特定につながることで、精神的なストレスが生じ、回答しないことが予想されるので、可処分所得をたずねている。可処分所得についての説明は丁寧に行っている。
- ⑥ 資産形成、特にリスク回避度は資産の大きさや所得の大きさに依存することが期待効用理論から予想される。資産の大きさがあいまいさ回避度に影響するかについては、Baillon and Placido (2019) により、理論的には資産が大きくなるとあいまいさ回避度に影響する可能性があることが示されている。したがって資産の大きさを知ることは本研究の目的に合致している。しかしながら、資産運用をする立場にない場合把握していない可能性もあるため、把握しやすい資産のみをたずねている。その回答の整合性から、有効なデータと有効でないデータを判断する。

5-3. 成人被験者の属性および保有資産

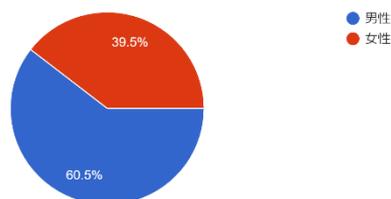
5-3-1. 基本属性

合計 84 名の基本属性については以下の通りである。

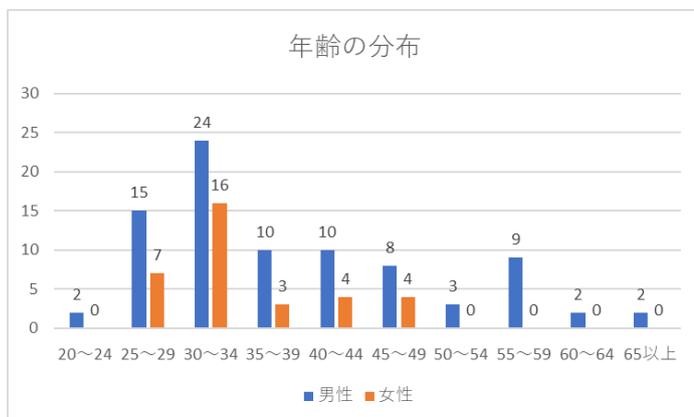
A. 性別

人事・総務部門の参加が主であったため、女性が 39.5% を占める

スペースにおいて登録されている性別をお答えく...ご自身がご自覚されている性別ではありません)
86 件の回答

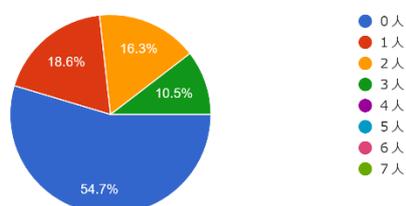


B. 年齢



C. 扶養人数

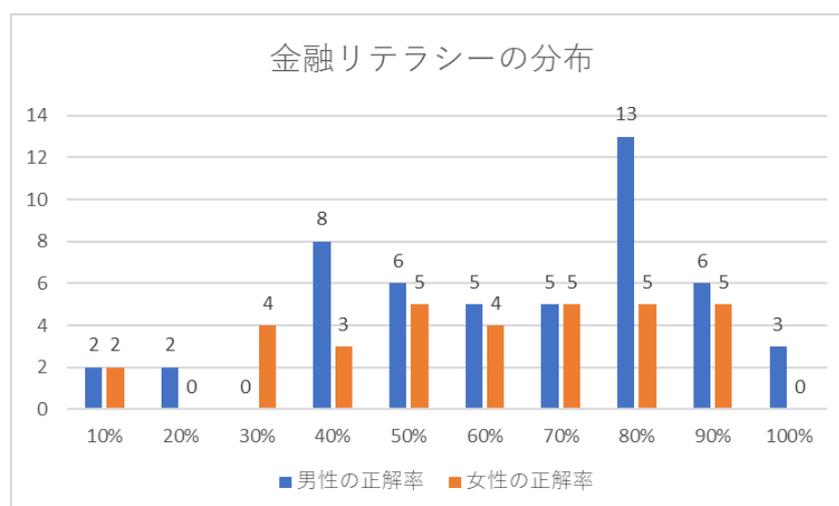
あなたが扶養している、あなた以外の家族は何人...が資産運用に影響するためにお伺いする質問です
86件の回答



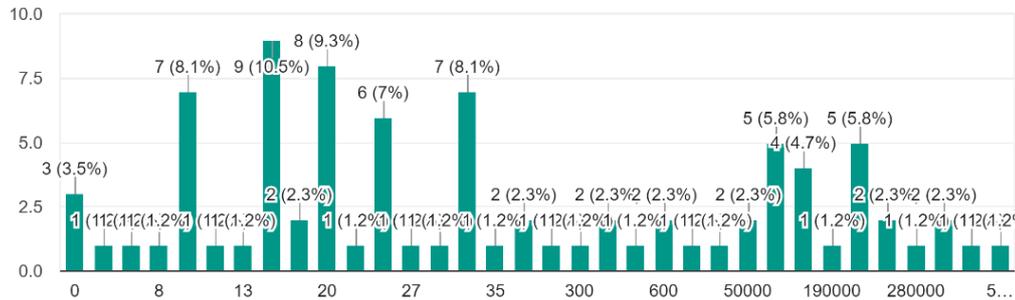
扶養人数には自分を含まないため、扶養の必要がない人が 54.7%を占めた。なお、この人数は株式市場に対する参加にはマイナスの影響をもたらすと考えたが、有意ではなかった。

D. 金融リテラシー

金融庁が提供している全国に対する「金融リテラシーについてのアンケート調査」から、将来についての備えなどの質問を除いて、基礎的な知識の正誤問題に限った 17 問についての正答数の分布を示す。2022 年の調査結果において日本全体の女性の正答率は 40%であり、男性は 54%となっており、女性の金融リテラシーの平均は低い。今回の被験者では、男性の回答率においてのみ 71%から 80%までの正解率が 13 人と最も多かった一方で 30%から 40%の正解率の男性が女性より多く 8 人存在するため、全体ではやや女性のリテラシーが低いことがわかる。女性の一部は非正規社員であり、この研究では学歴をたずねていないが、この実験に参加した女性が金融知識について大学で学ぶ機会がなかった可能性を考えることができる。



あなたの可処分所得をお答えください。単位は、...計全体の所得ではなく、あなたご自身の所得です
86 件の回答



あいまいさ回避度	絶対的リスク回避度	年齢	扶養人数	金融リテラシー（正解数）
Min. :0.0040	Min. :0.1879	Min. :24.00	Min. :0.0000	Min. : 0.000
1st Qu.:0.4795	1st Qu.:0.6167	1st Qu.:31.00	1st Qu.:0.0000	1st Qu.: 7.000
Median :0.5470	Median :0.9311	Median :35.00	Median :0.0000	Median :11.000
Mean :0.5489	Mean :0.9149	Mean :38.71	Mean :0.5663	Mean : 9.963
3rd Qu.:0.6295	3rd Qu.:1.2526	3rd Qu.:45.50	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:13.000
Max. :0.9940	Max. :1.2526	Max. :65.00	Max. :3.0000	Max. :17.000
				NA's :1

可処分所得	現金（含む普通預金）	定期預金	投資信託	外貨預金
Min. : 0.00	Min. : 0.17	Min. : 0.0	Min. : 0.00	Min. : 0.00
1st Qu.: 10.00	1st Qu.: 30.00	1st Qu.: 0.0	1st Qu.: 0.00	1st Qu.: 0.00
Median : 15.00	Median : 150.00	Median : 100.0	Median : 0.00	Median : 0.00
Mean : 27.12	Mean : 632.66	Mean : 226.1	Mean : 34.37	Mean : 17.11
3rd Qu.: 25.00	3rd Qu.: 500.00	3rd Qu.: 300.0	3rd Qu.: 1.00	3rd Qu.: 0.00
Max. :600.00	Max. :20000.00	Max. :2000.0	Max. :885.00	Max. :441.00
NA's :1	NA's :2		NA's :23	NA's :26

スペース株の株式残高，それ以外の株式残高，スペース以外の株の株式数

Employer.s.Stock	Amount.Stocks	No.of.Stocks
Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.0000
1st Qu.: 0.05	1st Qu.: 0.00	1st Qu.: 0.0000
Median : 90.00	Median : 0.00	Median : 0.0000
Mean : 577.84	Mean : 51.88	Mean : 0.8675
3rd Qu.: 300.00	3rd Qu.: 0.00	3rd Qu.: 0.0000
Max. :13000.00	Max. :1000.00	Max. :11.0000

(表 3) 87 人の回答の基礎的なデータ。最小値，中央値 (Median) 平均値 (Mean) 最大値，無回答者 (保有 0) の人数。

(注 1) 資産 (現金・定期預金・投資信託・外貨預金・株式残高) などの単位は万円。FX の経験を訪ねたが，全員，現在の保有は 0 である。(過去に保有していた人はいる)

(注 2) あいまいさ回避度は，箱 B の確率等価に基づく ϵ を作用している。絶対的リスク回避度の数字は，効用関数に， $u(x) = x^a$ を採用しているため大きい数字にみえることに注意されたい。

5-4. 実証分析

第一に、株式市場への参加が、何によって説明されるのかを調べる。ここでは従業員持ち株制度による株保有ではなく、ほかの企業の株を保有していることをもって株式市場への参加とした。保有残高が0以上である場合を1とし、そうでない場合を0とする。被説明変数が正規分布をしていないため、実証モデルとしては、ロジットモデルを用いる。

説明変数には、リスク回避度およびあいまいさ回避度を採用している。あいまいさ回避度には、箱D（赤、青、黄）の ε を用いている。 ε が大きいほどあいまいさ回避度が大きい。

個人属性としては年齢、性別、扶養人数、金融リテラシーを採用している。また、株式投資が可能かどうかにかかわる可処分所得、保有資産については、現金（普通預貯金を含む）、定期性預金を採用した。投資信託（債券・株式すべて）および外貨預金については、欠損値が多すぎるため、採用しなかった。

ロジットモデルの結果とオッズ比は表4の通りである。

	係数	Odds	z 値	p 値
定数	5.87E-01	2.40514	0.487	0.6264
あいまいさ回避度	-3.82E+00	0.00043	-2.109	0.035 *
相対的リスク回避度	-4.83E-02	0.90826	-0.087	0.9305
金融リテラシーテストスコア	6.64E-03	1.07939	0.123	0.9018
性別（女性 = 1）	-1.96E-01	1.07416	-0.519	0.6037
年齢	3.98E-02	0.79949	2.321	0.0203 *
扶養人数	-1.60E-01	1.07939	-0.751	0.4528
可処分所得	-2.39E-02	0.95215	-1.217	0.2235
現金（含む普通預金）	-7.38E-05	0.99984	-0.61	0.542
定期性預金	-8.91E-04	0.99819	-1.504	0.1325

（表4）株式市場への参加のロジットモデルによる分析

（注）*は10水準、**は5%水準で有意

あいまいさ回避度は小さいほど株式市場への参加をしないことが予測されるため、符号条件を満たし5%水準で有意である。ただし、その係数から計算したodds比は、0.000429と小さいことがわかる。したがって、あいまいさ回避度は株式市場への影響が有意に認められるものの、その影響は小さい。限定的ではあるがあいまいさ回避度が株式市場への参加を遠ざけていることについてはDimmock et al. (2016)の結果と一致している。年齢のodds比も0.799と決して1から大きく乖離しているわけではないため、株式市場の参加率に対してそれほど大きな影響があるとはいえない。リスクの箱Hへの確実性等価から、Power型効用関数を仮定して推定したCRRAは有意ではなく、株式市場への参加はリスク選好によって説明されるわけではないことがわかる。

女性、金融リテラシーといった属性は、ここでは有意ではない。年齢が5%水準で有意であり、年齢と金融リテラシーの相関、多重共線性が疑われたが、0.047であり高くない。年齢は可処分所得との相関は0.088であり、リテラシーよりも高い相関だが、多重共線性を生じるほどの大きさではない。年齢が有意になった理由としては、年齢には経験が含まれる。実験を行った株式会社 スペースにおいては、従業員持ち株の売買を通じて株式売買の経験を積むことができるため、年齢を重ねた社員でより多く株式市場への参加が可能になった可能性はあるだろう。持ち株制度を利用した株式の残高、および現金のいずれも有意ではなく、保有資産の大きさは株式市場への参加に影響を与えていなかった。

6. 結論

我々は、2018年から実施しているあいまいさ回避度を測定する実験を行った。2つの実験方法と、3つのあいまいな確率可能性集合を与えて、以下のことを発見している。

第1に、リスク回避と曖昧さ回避の間にはわずかな相関関係しかないこと、また特に客観的で透明な手法で生成される複雑な確率を利用して操作可能性を排除した場合には、リスク回避の程度では曖昧さ回避がほとんど説明されない。これはKMM理論の基盤を支持する。

第2に、曖昧さ回避を説明する ε -contraction model は、 α -maxmin mod よりもその予測力において優がある。その限りで、あいまいさ回避の程度は、確率可能性集合の幾何学的特性に対して感応的である。ただし感応度は、操作可能性がない実験でより顕著である。

第3に、曖昧さ回避の度合いは、エルスバーグボックスが操作不可能な方法で作成されるDICEトリートメントのほうが、TNトリートメントよりも小さくなる。これは、伝統的なあいまいさ回避を作成する何も言わない実験ではあいまいさ回避度の実験者不信のバイアスが入っていることを示唆する。

本研究は、計測されたあいまいさ回避度が市場における株式市場への(不)参加を説明しているかを調べるために、84人の成人を対象にDICE実験を行い、その後資産運用についてのサーベイを行った。その結果、リスク回避度は、株式市場への参加に影響しない一方であいまいさ回避度は有意に株式市場の参加・不参加に影響をしていることがわかった。係数から計算したodds比は、0.004289と小さい。したがって、あいまいさ回避度が高まると、株式市場への不参加が増えるということは有意に認められる。ただしその影響は非常に小さい。年齢も有意であり、そのオッズ比は0.799と高くはないが、株式市場の参加率に対する影響を10年単位で考えると、一定程度的影響があるといえる。女性、金融リテラシーといった属性は予想に反して有意ではなかった。この結果は、従業員持ち株制度がある企業の社員における結果に限られているため、従業員持ち株制度がない企業で検証しても頑健な結果が得られるかが今後の課題となる。

謝礼

本研究は、公益財団法人 ゆうちょ財団から得られた助成金により行ったものである。中間報告において審査員の先生方から助言をいただいている。助成金の一部を充てて Economic Science Association 2023 European meeting において報告することができた。この場を借りて御礼申し上げる。

理論部分・実験の設定部分については、グラスゴー大学 林貴志氏との共同論文となる。なお間違いがあればすべて私に帰する。

重要な部分を占める DICE 実験のプログラム作成は、慶應義塾大学大学院博士課程の戸塚健介氏に依頼している。この場を借りてお礼申し上げる。

株式会社 スペースにおける実験を許可して下さった代表取締役社長 佐々木靖浩 氏 および東京本部にて実行・被験者集めを手配して下さった 取締役常務執行役員 松尾信幸氏 大阪本部にて実験・被験者集めを手配して下さった 取締役常務執行役員 森田昭一氏 および当日の実行・謝礼金の支払いなどを全面的にサポートして下さった中田和希氏、さらに参加していただいた被験者の方にこの場を借りてお礼申し上げる。

参考文献

- Ahn, D., Choi, S., Gale, D., & Kariv, S. (2014). Estimating ambiguity aversion in a portfolio choice experiment. *Quantitative Economics*, 5(2), 195-223.
- Arrow, Kenneth J. "Aspects of the theory of risk-bearing (Yrjo Jahnsson Lectures)." (1965).
- Becker GM, DeGroot MH, Marschak J. (1964) Measuring utility by a single-response sequential method. *Behavioral Science*. Jul;9(3):226-32.
- Baillon, A., Halevy, Y., & Li, C. (2022). Randomize at your own Risk: on the Observability of Ambiguity Aversion. *Econometrica*, 90(3), 1085-1107.
- Baillon, A., and Placido, L. (2019). Testing constant absolute and relative ambiguity aversion. *Journal of Economic Theory*, 181, 309-332.
- Becker, S. W., andand Brownson, F. O. (1964). What price ambiguity? Or the role of ambiguity in decision-making. *Journal of political economy*, 72(1), 62-73.
- Becker, G. M., DeGroot, M. H., andand Marschak, J. (1964). Measuring utility by a single-response sequential method. *Behavioral science*, 9(3), 226-232.
- Benartzi, S., Thaler, R.H., (1995) Myopic loss aversion and the equity premium puzzle. *Quarterly Journal of Economics* 110, 73-92.
- Bossaerts, P., Plott, C., and Zame, W. R. (2007). Prices and portfolio choices in financial markets: Theory, econometrics, experiments. *Econometrica*, 75(4), 993-1038.
- Bossaerts, P., Ghirardato, P., Guarnaschelli, S., and Zame, W. R. (2010). Ambiguity in asset markets: Theory and experiment. *The Review of Financial Studies*, 23(4), 1325-1359.
- Butler, J. V., Guiso, L., and Jappelli, T. (2014). The role of intuition and reasoning in driving

- aversion to risk and ambiguity. *Theory and decision*, 77(4), 455-484.
- Carbone, E., Dong, X., and Hey, J. (2015). Portfolio choice under ambiguity. Department of Economics and Related Studies, University of York.
- Carbone, E., Dong, X., & Hey, J. (2017). Elicitation of preferences under ambiguity. *Journal of Risk and Uncertainty*, 54, 87-102.
- Choi, S., Fisman, R., Gale, D., and Kariv, S. (2007). Consistency and heterogeneity of individual behavior under uncertainty. *American economic review*, 97(5), 1921-1938.
- Chow, C., and R. K. Sarin (2002). Known, unknown, and unknowable uncertainties. *Theory and Decision* 52.2: 127-138.
- Cohen, M., Tallon, J. M., and Vergnaud, J. C. (2011). An experimental investigation of imprecision attitude and its relation with risk attitude and impatience. *Theory and Decision*, 71(1), 81-109.
- Dimmock, S. G., Kouwenberg, R., and Wakker, P. P. (2016). Ambiguity attitudes in a large representative sample. *Management Science*, 62(5), 1363-1380.
- Dimmock, Kouwenberg, Mitchell, and Peijnenburg(2012), Ambiguity aversion and household portfolio choice puzzles: Empirical evidence, *Journal of Financial Economics*, Volume 119, Issue 3, Pages 559-577,
- Dominiak, A., Duersch, P., and Lefort, J. P. (2012). A dynamic Ellsberg urn experiment. *Games and Economic Behavior*, 75(2), 625-638.
- Dominiak, A., and Duersch, P. (2015). Benevolent and Malevolent Ellsberg Games (No. 592). Discussion Paper Series.
- Einhorn, H. J., and Hogarth, R. M. (1986). Decision making under ambiguity. *Journal of business*, S225-S250.
- Ellsberg, D. (1961). Risk, ambiguity, and the Savage axioms. *The quarterly journal of economics*, 643-669.
- Freidman, Milton and L.J.Savage, The Utility Analysis of Choices Involving Risk, *Journal of Political Economy*, 56(1948),279-304
- Fox, C. R., and Tversky, A. (1995). Ambiguity aversion and comparative ignorance. *The quarterly journal of economics*, 110(3), 585-603.
- Epstein, L. G. (1999). A definition of uncertainty aversion. *The Review of Economic Studies*, 66(3), 579-608.
- Epstein, L. G., & Schneider, M. (2007). Learning under ambiguity. *The Review of Economic Studies*, 74(4), 1275-1303.
- Gajdos, T., Hayashi, T., Tallon, J. M., and Vergnaud, J. C. (2008). Attitude toward imprecise information. *Journal of Economic Theory*, 140(1), 27-65.
- Ghirardato, Paolo, Fabio Maccheroni, and Massimo Marinacci. "Differentiating ambiguity

- and ambiguity attitude." *Journal of Economic Theory* 118.2 (2004): 133-173.
- Ghirardato, P., and Marinacci, M. (2002). Ambiguity made precise: A comparative foundation. *Journal of Economic Theory*, 102(2), 251-289.
- Gilboa, I., and Schmeidler, D. (1989). Maxmin expected utility with non-unique prior. *Journal of mathematical economics*, 18(2), 141-153.
- Hayashi, T., and Wada, R. (2010). Choice with imprecise information: an experimental approach. *Theory and Decision*, 69(3), 355-373.
- Halevy, Y. (2007). Ellsberg revisited: An experimental study. *Econometrica*, 75(2), 503-536.
- Hey, John D., and Noemi Pace. (2014) "The explanatory and predictive power of non-two-stage-probability theories of decision making under ambiguity." *Journal of Risk and Uncertainty* 49.1 : 1-29.
- Holt, C. A., & Laury, S. K. (2002). Risk aversion and incentive effects. *American economic review*, 92(5), 1644-1655.
- Klibanoff, P., Marinacci, M., and Mukerji, S. (2005). A Smooth Model of Decision Making under Ambiguity. *Econometrica*, 73(6), 1849–1892.
- Lauriola, M., and Levin, I. P. (2001). Relating individual differences in attitude toward ambiguity to risky choices. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14(2), 107-122.
- Mehra, Rajnish, and Prescott, Edward C. (1985) "The Equity Premium: A Puzzle." *J. Monetary Econ.* 15 (March): 145-61.
- Neugebauer, Tibor,(2008) Individual Choice from a Convex Lottery Set: Experimental Evidences., *Advances in Decision Making Under Risk and Uncertainty, Theory and Decision Library Volume 42*, 2008, pp 121-135
- Oechssler, J., and Roomets, A. (2015). A test of mechanical ambiguity. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 119, 153-162.
- Pratt, John W. "Risk Aversion in the Small and in the Large." *Econometrica* 32.1/2 (1964): 122-136.
- Rieger, M. O., and Wang, M. (2012). Can ambiguity aversion solve the equity premium puzzle? Survey evidence from international data. *Finance Research Letters*, 9(2), 63-72.
- Rietz, T. A. (1988). The equity risk premium a solution. *Journal of monetary Economics*, 22(1), 117-131.
- Schmeidler, D. (1989). Subjective probability and expected utility without additivity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 571-587.
- Slovic, P., and Tversky, A. (1974). Who accepts Savage's axiom?. *Behavioral science*, 19(6), 368-373.
- Stephen G. Dimmock, Roy Kouwenberg, Olivia S. Mitchell, Kim Peijnenburg, (2016)

- Ambiguity aversion and household portfolio choice puzzles: Empirical evidence,
Journal of Financial Economics, Volume 119, Issue 3, Pages 559-577,
- Yates, J. F., and Zukowski, L. G. (1976). Characterization of ambiguity in decision making.
Behavioral science, 21(1), 19-25.
- Wang, Fan (2019). Comparative ambiguity attitudes, mimeo.
- Wakker, P. P. (2004). On the Composition of Risk Preference and Belief. *Psychological Review*, 111(1), 236–241.
- 和田 良子・大塚 崇夫 「[実験経済学による個人ポートフォリオ選択の決定要因分析](#)」
(2017) ゆうちょ財団研究助成論文