

異なる評価法によるリスク態度の変化: 意思決定者の信念推定に基づく認知プロセスの分析

Shift of risk attitude in the different evaluation method: Analysis of cognitive processes by estimation on decision maker's belief

大貫祐太郎[†]・本田秀仁[†]・松香敏彦[‡]・植田一博[†]

Yutaro Onuki・Hidehito Honda・Toshihiko Matsuka・Kazuhiro Ueda

[†]東京大学, [‡]千葉大学

The University of Tokyo, Chiba University

onuki-yutaro32@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract

The present study examined how decision makers shifted their risk attitudes by manipulating evaluation methods, namely joint evaluation (JE) and separate evaluation (SE). In particular, using a behavioral experiment and computational simulation study based on its result, we examined cognitive processes for decision makers who engaged in JE or SE gambles. We found that beliefs for uncertain events shifted depending on evaluation methods, and this shift was produced by differences in risk attitudes. Psychological mechanisms that produce different judgments or evaluations between SE and JE are discussed.

Keywords — Risk Attitude, Separate Evaluation, Joint Evaluation.

1. はじめに

これまでの認知科学や行動経済学を中心とした研究では、人間が示す意思決定の多くの特徴が明らかにされてきた。その特徴の一つに、リスク態度が挙げられる。リスク態度とは、意思決定時の確率情報に対する主観的な重みづけのことを指す。例えば、20%で1万円が当たるギャンブルに関して、当たる確率は十分に高いと判断する人もいれば、低いと判断する人もいるだろう。このようなリスク態度の違いによって、意思決定時にリスク志向的、またはリスク回避的になることが先行研究で明らかにされている。

このようなリスク態度は個人差のみならず、個人内でも文脈に依存して変化することが明らかにされている。例えば、Rottenstreich and Hsee (2001)は情動的な文脈と、情動との関わりが少ない文脈とではリスク態度が大きく異なることを議論している。前者は、好きなタレントとキスができるか否かの affect-rich なギャンブル、後者は 20%で1万円が当たるような通常のギヤ

ンブル課題が当てはまる。また近年、情動との関わりが少ない通常のギャンブル課題においても、実験課題の違いによって、個人内でリスク態度が変化することが議論されている。Stewart, et al. (2014) は、ギャンブル課題を実施する際、実験参加者に異なるギャンブルを呈示することによってリスク態度が変化することを示している。リスク態度は一見すると個人特性を示す変数のように感じられるが、文脈の違い、または、同じ文脈であっても呈示する刺激の違いによってリスク態度は変化することが明らかになっている。

本研究では、ギャンブル課題に対して異なる評価法を用いることによるリスク態度の変化についての検証を行う。本研究が注目する異なる評価法とは、並列評価 (joint evaluation, 以下 JE) と単独評価 (separate evaluation, 以下 SE) である。JE とは、評価する対象を同時に 2 つ以上呈示して評価させる方法である。例えば、「リンゴ、オレンジ、それぞれどのくらい好きですか?」のように同時に評価させる。一方で SE とは評価する対象を 1 つ呈示し、それを評価させる方法であり、「リンゴをどのくらい好きですか?」、「オレンジをどのくらい好きですか?」のように、それぞれを単独で呈示して、1 つのみを評価させる。対象への評価は JE, SE の違いによって変化し、選好が逆転する場合があることも知られている。例えば、JE ではリンゴの方に高い評価を与える一方で、SE ではオレンジの方を高く評価する、といった現象が起こりうることを示されている (Hsee, 1996)。この知見、またリスク態度は様々な要因によって変化する知見を踏まえると、ギャンブル課題に対してリスク態度を測定する方法が JE であるか、あるいは SE であるかの違いによって、リスク態度が変化する可能性が考えられる。

そこで、本研究では、リスク態度を測定する際、JE または SE を用い、リスク態度がどのように変化するかについての検証を行う。また、測定法の違いによっ

て生じる認知プロセスの変化をモデルベースで分析を行う。

2. 行動実験

2.1. 実験参加者

大学学部生 682 名が実験に参加した。

2.2. 実験課題・刺激・手続き

本研究では、行動実験を通じてリスク態度を測定した。具体的には、確実性等価(Certainty equivalent, 以下 CE)を測定した。CE とは確率的に利得が決まるギャンブルと同等の価値を持つ金銭対価のことを示す。例えば、選択肢(A)「20%で 1 万円が貰える」ギャンブルと、選択肢(B)「確実に 1000 円貰える」との間の選択で差異を見いだせない場合、1000 円がこのギャンブルに対する CE となる。そして、CE が高いほどリスク志向的であることを示す。例えば、「20%で 1 万円が貰える」ギャンブルに対する CE が 2000 円の X さんと、CE が 1000 円の Y さんでは、ギャンブルをするのか、あるいは確実に 1500 円を貰うのか、という場面で、X さんはギャンブルをすることの方を好み、一方で Y さんは 1500 円貰うことの方を好むことからわかるように、高い CE を示すということは、確率的に利得が決まるギャンブルを好む、つまりリスク志向的であることを示す。

本研究では、ある確率 p で 1 万円を貰えるギャンブルと、確実にいくらかを貰える選択肢を同時に呈示し、どちらを選択するかを尋ねることで CE を推定した。具体的には、「X 円もらう」(X 円については 9500 円から 500 円まで 500 円毎に呈示)、「確率 p で 1 万円もらえるギャンブル」のうち、どちらを選択したいかを尋ね、「X 円もらう」からギャンブルへ選択が切り替わる金額の中央値を CE として仮定した(例:「1500 円もらう」の呈示時にはこちらが選択され、「1000 円もらう」の呈示時にはギャンブルが選択された場合、CE は 1250 円とした)。また、確率値としては、1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99%, 計 11 の値が呈示された。

JE 群 (47 名) には 11 のギャンブルすべてが呈示され、選択が尋ねられた。一方で SE 群 (635 名) は 11 の値 (1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99%) のうち、いずれかの値についてのギャンブルが呈示され、そのギャンブルに対する選択を尋ねた。JE 群では一人の参加者から 11 のギャンブルにおけ

る選択データが得られるが、SE 群では原則一人の実験参加者から、11 の値 (1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99%) のうち、一つの選択データを得ることしかできないために、JE 群よりも SE 群の方が実験参加者の数は多くなっている。

2.3. 結果

11 の確率値に対する CE 値の平均値を図 1 に記す。2 つの条件で CE の傾向が異なることがわかる。具体的には、低い確率では SE 条件のほうがリスク志向的になっているにも関わらず、高い確率ではリスク態度が逆転して JE 条件のほうが高い値を示していた。このように、リスク態度はリスク態度の測定法によっても変化する可能性が示された。

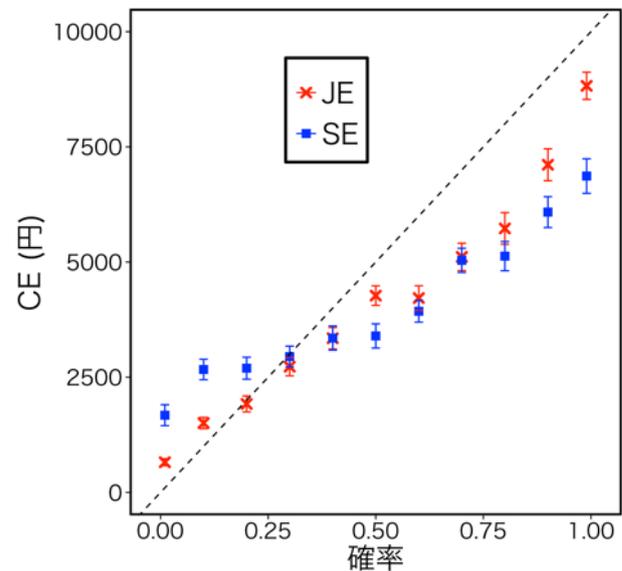


図1. 実験結果 (CEの平均値) エラーバーは標準誤差

3. モデルに基づく意思決定者の信念推定

2章で示した通り、JE と SE ではリスク態度が異なる可能性が示された。この結果は、リスク態度の測定法が異なると、異なる判断プロセスが生み出されている可能性を示している。そこで本節では、モデルベースで実験参加者の判断プロセスを分析する。

3.1. 意思決定モデル:

Decision by Belief Sampling

本研究では、Decision by Belief Sampling モデル (Honda, Matsuka, & Ueda, 2017, 以下 DbBS) に基づいて分析を進める。DbBS モデルは確率値に対する主観

的評価を表現するモデルであり、以下のような2つの仮定を置いている。まず、意思決定者は不確実性事象に対して、何らかの信念を持っており(図2A参照のこと)、これをベータ分布で表現する。例えば、図2AのExample1はある意思決定者は不確実性事象に対して、「起こるか、起こらないかのどちらか」のような極端な信念を示し、Example2(4)は、意思決定者は事象が低い(高い)確率が生じる、またExample3は事象が50%くらいの確率が生じるという信念を持っていることを示している。

次に、意思決定者は信念によって比較対象を構成し、ターゲットとなる確率値は比較対象との比較で評価される。例えば、野球の打率3割、盲腸の手術の成功率3割、それぞれの値に対する評価を想像してほしい。前者は高く感じるが、後者は非常に低く感じる。この例は前者においてはターゲットの3割という値を評価する際、「2割台の打者が多い」「3割台の打者は少ない」といったようなことを思い浮かべる。つまり、比較対象として多くの2割台のバッター、少ない3割台のバッターが想定され、結果として3割という値に対して高い評価値が与えられていると考えられる。一方で盲腸の手術の場合は高い確率(場合によっては100%)で成功するということが想定されるため、これらの確率と比較するために30%は非常に低い評価になると考えられる。DbBSでは比較対象が信念によって構成されると仮定する。

そしてDbBSではベータ分布で信念を表現しているので、ターゲットの主観的評価は累積分布関数によって表現される(図2Bを参照)。

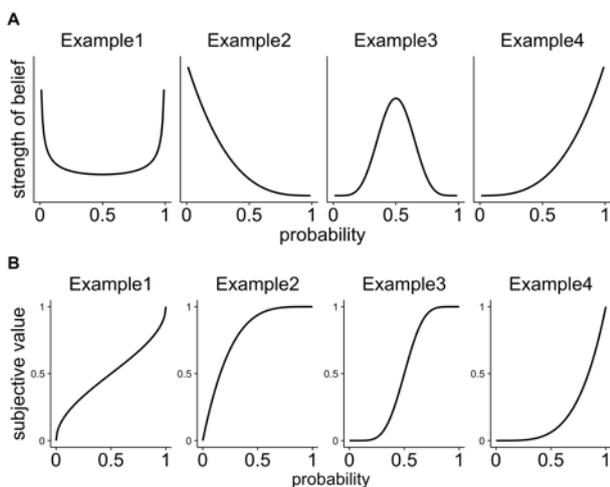


図2. DbBSの具体例。Aは信念(ベータ分布)、Bはターゲットとなる確率への主観的評価(ベータ分布の累

積分布関数)を示す。

3.2. パラメータ推定

本研究では、確率 p で10000円もらえるクジに対するCEが y 円であったら、以下のような関係式が成立すると仮定する。

$$y^\alpha = 10000^\alpha w(p) \quad (1)$$

ここで α は金銭に対する主観的価値(価値の逓減)を表現するパラメータであり、また $w(p)$ は確率 p に対する主観的な重みである。本研究では $w(p)$ はDbBSにおける主観的価値と仮定する。

JE群の実験参加者に対しては、11の確率値に対するCEの値を最もよく説明する数式(1)のパラメータを推定する。すなわち、価値関数のパラメータ α 、またベータ分布の2つのパラメータ(a, b)を求めた。求める際、 α は0.04から1まで、0.04ごと25通り、また a, b については0.1から10まで、0.1ごと100通り、これらのすべての組み合わせ(即ち、合計250000通り)に対するグリッドサーチを行い、実験参加者一人一人の観察データに対して最もフィッティングがよいパラメータの組み見合わせを探索した。

SE群については、SE手続きで11の確率に対してCEに関する選択を求められた仮想の実験参加者1000人分を以下の手続きでシミュレートした。11の各確率値で観察データから求めたCEの平均値、標準偏差を持つ正規乱数によって、仮想のCE値を11の確率値に関して求める。この際、矛盾を生じないパターンのみを採用する(つまり、 $p_1 < p_2$ の場合、それぞれに対するCEである CE_{p_1}, CE_{p_2} は $CE_{p_1} \leq CE_{p_2}$ となるようにする)。このような形でシミュレートした仮想の1000人分のデータに対して、JE群の実験参加者のデータと同様の手続きで3つのパラメータを推定した。

なお以下では、モデルへのフィッティングのよいデータのみ分析を進める。具体的には、モデルのフィッティングはモデルの予測と観察データ間の R^2 で評価し、0.5以上のフィッティングを示したデータを分析に用いた。(JE群では行動実験の参加者47名中の44名、SE群では仮想実験参加者1000名中の787名)

3.3. 推定されたパラメータの分析： α

まず、金銭への価値関数のパラメータである α について、実験参加者ごとに推定された値に基づいて実際の金銭の主観的価値を求め、実際の金額と主観的価値の間の関係性からクラスター分析を行った。誤差と説

明力の関係から JE, SE 群ともに 2 クラスターを採用した。その結果を図 3 に記す。A では各クラスターにおける、実際の金額に対する主観的価値の平均値を示し、B では各クラスターにデータが分けられた割合を示してある。図 3A からわかるように、全体的な傾向は群間で類似しており、1 つのクラスターはほぼ線形の価値関数、もうひとつのクラスターは価値の低減が大きいという特徴があった。また、図 3B からわかるように、各クラスターに分けられた割合に大きな違いはない。以上の結果は、評価方法によって、金銭に対する主観的価値は大きく変化しない可能性を示すものである。

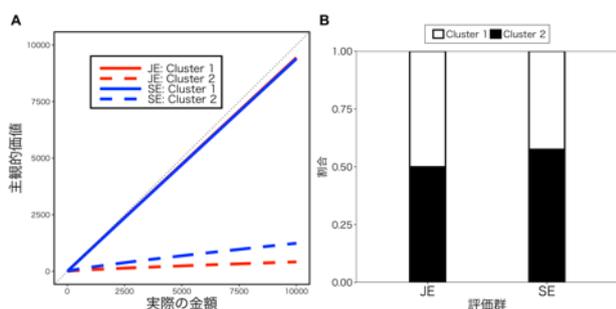


図 3. 推定された α のクラスター分析の結果. A: 各クラスターの実際金額に対する主観的価値の平均値. B: 各クラスターにデータが分けられた割合.

3.4. 推定されたパラメータの分析: DbBS モデル

次に、DbBS モデルのパラメータに関して、推定された値に基づいて実験参加者ごとに確率値に対する信念の強さ（ベータ分布の密度）を求め、確率値と信念の強さの関係性からクラスター分析を行った。誤差と説明力の関係から JE, SE 群ともに 2 クラスターを採用した。その結果を図 4 に記す。A では各クラスターにおける、確率値に対する信念の強さの平均値、B では各クラスターの、確率値に対する主観的価値の平均値、そして C は各クラスターにデータが分けられた割合を示してある。信念に関して、全体的に決定論的な傾向、つまりギャンブルは“当たる”か“ハズレ”のような信念が持たれやすいことが示された。しかしながら、この傾向は群間で差異が見られることがわかる。例えば、図 4B を見てみると、JE 群では確率値と主観的価値の間で線形関係に近いといえるクラスター 1 に半数以上のデータが分類されたが、SE 条件では線形関係に近いクラスター 2 が 3 割程度であった。

以上をまとめると、評価条件によってリスク態度が変化し、JE で評価することによって、決定論的に考え

やすい不確実性事象に対する信念が弱まる可能性が示唆された。

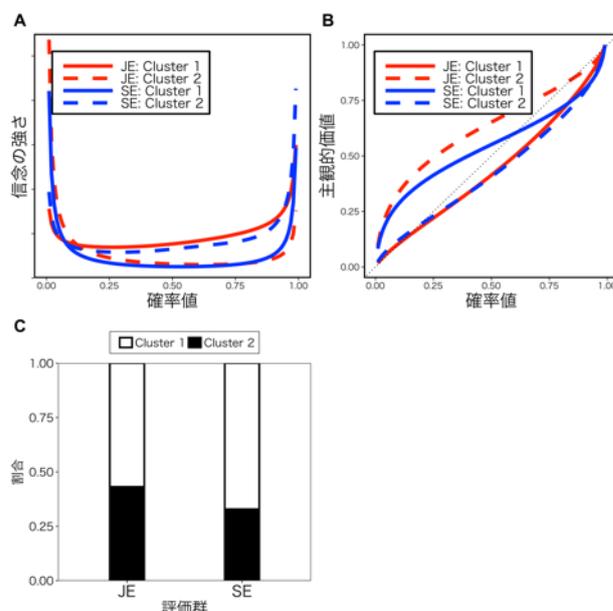


図 4. 推定されたベータ分布のクラスター分析の結果. A: 各クラスターにおける確率値に対する信念の強さの平均値. B: 各クラスターにおける、確率値に対する主観的価値. C: 各クラスターにデータが分けられた割合.

4. 総合討論

本研究では、リスク態度を測定する際、確率値を同時にすべて提示する JE と、実験参加者個別に評価してもらう SE のそれぞれを用いてリスク態度を測定する際、これら提示方法がリスク態度にどのような影響を与えるのかについて検討した。結果として、評価法によりリスク態度は変化し、その変化は不確実性事象に対して人が持つ信念の変化から捉えられる可能性が示された。この結果は、人間のリスク下における決定行動を考えていく際に新たな視点を与えるものである。

JE, SE による判断や選好の変化は先行研究で従来から議論が行われている。多くの研究は判断や選好が変化することの議論、即ちアウトプットの違いについて多くの議論がなされてきたが、一方でそのようなアウトプットの違いを生み出す判断プロセスについての議論は非常に少ない。この理由の一つは、SE を用いた評価については原則一人の実験参加者から一つのデータを得ることしかできないために、モデル分析にかけるのに十分なデータを得ることが非常に困難な点にある。本研究では行動実験データ、“仮想的”な実験参加者のシミュレーション、そして認知モデリングの手法を用

いることで、このような困難を克服する方法を提案しており、意思決定研究に新たな貢献を与えていると考えられる。

参考文献

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金、基盤研究 A (課題番号 16H01725)、若手研究 B (課題番号 16K16070) による支援を受けて実施された。

参考文献

- [1] Hsee, C. K. (1996). The evaluability hypothesis: An explanation for preference reversals between joint and separate evaluations of alternatives. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 67, 247–257.
- [2] Rottenstreich, Y., & Hsee, C. K. (2001). Money, kisses, and electric shocks: On the affective psychology of risk. *Psychological Science*, 12, 185–190.
- [3] Sher, S., & McKenzie, C. R. M. (2014). Options as Information: Rational Reversals of Evaluation and Preference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143, 1127–1143
- [4] Stewart, N., Chater, N., & Brown, G. D. A. (2006). Decision by sampling. *Cognitive Psychology*, 53, 1–26.
- [5] Stewart, N., Reimers, S., & Harris, A. J. L. (2014). On the Origin of Utility, Weighting, and Discounting Functions: How They Get Their Shapes and How to Change Their Shapes. *Management Science*, 61, 687–705.
- [6] Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2017). Decisions based on verbal probabilities: Decision bias or decision by belief sampling? *Proceedings of the 39th Annual Conference of the Cognitive Science Society*.