

# リスク志向・回避の傾向は評価方法で変化する： 信念モデルベースによるリスク態度変化の認知プロセス分析

大貫祐太郎<sup>1</sup>・本田秀仁<sup>2</sup>・松香敏彦<sup>3</sup>・植田一博<sup>4</sup>  
Yutaro Onuki<sup>1</sup>・Hidehito Honda<sup>2</sup>・Toshihiko Matsuka<sup>3</sup>・Kazuhiro Ueda<sup>4</sup>

## 要約

本研究では、単独評価 (Separate Evaluation, 以下 SE) と並列評価 (Joint Evaluation, 以下 JE) という評価方法の違いによって、どのようなリスク態度の変化が生じるのかをギャンブル課題を用いて実験的に検証した。その結果、低い確率では SE 群の方が確実性等価が高い、つまり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 群の方が確実性等価は高い値を示した。さらに、行動実験のデータを利用した計算機シミュレーションによって、JE, SE の違いによるリスク態度の変化における認知的なプロセスをモデルベースで検証した。その結果、評価方法の違いによるリスク態度の変化は、ギャンブルの金銭的な報酬への主観的な価値への変化ではなく、不確実性事象に対する主観的な捉え方が変化することによるものであると明らかになった。具体的には、SE で評価した場合には不確実性事象に対して決定論的に考えやすい信念が強かったが、JE で評価した場合には、その信念が弱まったことが確認された。

JEL 分類番号：C63, D81

キーワード：リスク態度, 単独評価 (Separate Evaluation), 並列評価 (Joint Evaluation)

- 
- 1 東京大学・大学院総合文化研究科  
e-mail: [onuki-yutaro32@g.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:onuki-yutaro32@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)
  - 2 安田女子大学・心理学部  
e-mail: [hitohonda.02@gmail.com](mailto:hitohonda.02@gmail.com)
  - 3 千葉大学・文学部  
e-mail: [matsuka@chiba-u.jp](mailto:matsuka@chiba-u.jp)
  - 4 東京大学・大学院総合文化研究科  
e-mail: [ueda@gregorio.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:ueda@gregorio.c.u-tokyo.ac.jp)

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。ここに謝意を記す。

## 1. はじめに

単独評価 (Separate Evaluation, 以下 SE)と並列評価 (Joint Evaluation, 以下 JE)という2つの評価方法の違いによって、人間の意思決定は大きく変化することが知られている。例えば、10000語が掲載されている新品の辞書Aを単独で評価すると、評価額は\$24と予想される。一方で、20000語が掲載されているが表紙が破れている辞書Bを単独で評価すると、評価額は\$20と予想される。そのため、SEでは辞書Aよりも辞書Bの方が評価は低くなる。しかしながら、辞書Aと辞書Bとを同時に評価させた場合、辞書Aは\$19と予想され、辞書Bは\$27と予想される。そのため、JEの場合は辞書Aよりも辞書Bの方が評価は高くなる。この現象は辞書に掲載されている語数というSEでは評価しづらいものでも、JEにすることで正しく評価できるようになるためだと考えられている (Hsee, 1996)。

単独では評価しづらいものの一つに、確率への判断があげられる。例えば、プロスペクト理論における確率加重関数では、人間は低確率への過大評価および高確率への過小評価をしてしまうことが導かれる (Kahneman, & Tversky, 1979; Tversky, & Kahneman, 1992)。その他の確率への評価が困難な例として、模範解答を得るためにはベイズの定理を用いた複雑な確率判断が必要な問題の場合、準備やヒントがなければ模範解答を得ることは不可能に近いことがあげられる。一方で、その事象が300回生じた場合などの多数回を想定させると容易に模範解答を得ることができることが明らかになっている (小林, 1998)。多数回を想定させるという行為はJEという評価方法に変換しているとも考えることもできる。そのため、確率判断の場合でもJE、SEという評価方法の違いによって変化が生じる可能性がある。

一方で、JE、SEの研究には問題点が存在する。それは、SEの場合には同じ人を対象にした異なる確率によるリスク態度を測定できない点である。例えば、25%で1万円が当たるギャンブルに何円まで払えるかと尋ねた場合はSEで評価ができる一方で、同じ人に異なる確率を使って30%で1万円が当たるギャンブルに何円まで払えるかとリスク態度を測定した場合、後者のギャンブル評価ではJEによる評価方法が変わってしまう。そこで、本研究では計算機シミュレーションによって、同じ人が異なる確率をSEで評価した場合のリスク態度をモデルベースで算出する。

前述の理由から、本研究ではJE、SEという評価方法の違いによってリスク態度に変化が生じるかどうかをギャンブル課題を用いて実験的に検証する。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。また、上記の実験データを利用し、同じ人が異なる確率をSEで評価した場合のリスク態度を計算機シミュレーションによって算出することで、リスク態度にJE、SEという評価方法が与える影響の認知的なプロセスをモデルベースで明らかにする。

## 2. 行動実験

### 2.1. 実験参加者

大学の学部生を対象にして実験参加者を募集し、実験には682名が参加した。

### 2.2. 実験課題・刺激・手続き

本研究ではギャンブル課題を用いることで、リスク態度を示す確実性等価(Certainty equivalent, 以下 CE), を測定した。CEとは、あるギャンブルに対してどの程度の金銭対価が等価であると感じるのかを示す。例えば、「50%で1万円が貰える」ギャンブルと、「確実に1000円貰える」選択肢との間の選択が等価であると主観的に感じる場合、1000円がこのギャンブルに対するCEとなる。そして、CEが高いほどギャンブルへの主観的な価値を高く見積もることを表しているため、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、確実に一定額を貰える選択肢を同時に呈示し、どちらが望ましいかを尋ねることでCEを推定した。具体的には、「確率 $p$ で1万円貰えるギャンブル」と「X円貰う」(X円については9500円から500円までの値を500円毎に呈示)、どちらが望ましいかを尋ね、一定額を貰える選択肢からギャンブルへと選択が切り替わる金額の中央値をCEとして仮定した(例:「2000円貰う」の呈示時には一定額を貰える選択肢が選択され、「1500円貰う」の呈示時にはギャンブルが選択され

た場合、CEは1750円とした)。また、確率は1%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99%、の計11の値が呈示された。

JE群(47名)には全てのギャンブル(11種類の確率)が同時に呈示され、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、いずれかの確率に基づいたギャンブルが呈示され、そのギャンブルと一定額を貰える選択肢どちらが望ましいかを尋ねた。JE群では一人の参加者から11の確率全てのギャンブルにおける判断の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の確率(1%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、99%)のうち、一つのデータを得ることしかできない。そのため、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が、1種類の確率におけるJE、SEでのデータ数に差は少ない。

### 2.3. 結果と考察

11種類の確率に対するCE値の平均値を図1に記す。2つの群を比較すると、それぞれの群ではCEの傾向に違いが見られる。具体的には、低い確率ではSE群のほうがCEが高い、つまり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群のほうが確実性等価は高い値を示していた。そのため、SEよりもJEの方が確率が高い場合でも低い場合でも、主観的な確実性等価は客観的な確実性等価に近づくことが明らかになった。このような理由から、リスク態度はJE、SEという測定法によっても変化する可能性が示された。

### 3. モデルに基づく意思決定者の信念推定

前述の通り、JEとSEという評価方法の違いによってリスク態度が変化する可能性が示された。この結果は、リスク態度の測定方法が違う場合、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。そこで以下からは、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

Decision by Belief Samplingモデル(Honda, Matsuka, & Ueda, 2017, 以下DbBS)に基づいて、実験データの分析を進める。DbBSモデルとは確率値に対する主観的な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。1点目として、意思決定者は不確実性事象に対してベータ分布で表現可能な信念を持っている(図2A参照のこと)。例えば、図2AのExample 1はある意思決定は不確実性事象に対して、「発生する、発生しない」のような極端な信念を示し、Example 2(4)は、不確実性事象が低い(高い)確率で生じるという信念を所有を表す。また、Example 3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。

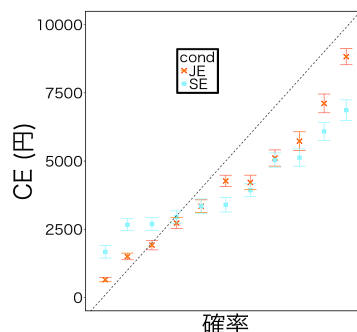


図1. 実験結果 (CEの平均値) エラーバーは標準誤差

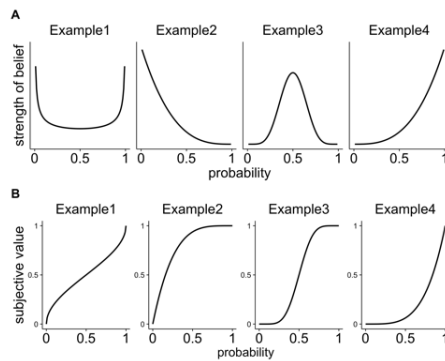


図 2. DbBS の具体例. A は信念（ベータ分布）、B はターゲットとなる確率への主観的評価（ベータ分布の累積分布関数）を示す。

2 点目は、意思決定者は上述の信念を構成し、ターゲットとなる確率値は信念との比較で評価される。例えば、宝くじで 1 億円が当たる確率が 1 割と聞くと確率値を高く感じる。これは、宝くじで 1 億円が当たる確率は 1 割よりも少ないという信念が形成されているので、信念とターゲットである 1 割とを比較することで、1 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。そして、DbBS ではベータ分布で信念を表現しているので、ターゲットへの主観的な価値は累積分布関数によって表現される（図 2B を参照）。

### 3.2. パラメータ推定

本研究では、確率  $p$  で 10000 円貰えるクジに対する 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  $\alpha$  は金銭に対する主観的価値（価値の通減）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付けを表している。本研究では  $w(p)$  は DbBS における主観的価値（ベータ分布の累積分布関数）と仮定する。

JE 群に対しては、11 種類の確率に対する 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。価値関数のパラメータ  $\alpha$ 、またベータ分布の 2 つのパラメータ ( $a, b$ ) を求める際、 $\alpha$  は 0.04 から 1 まで、0.04 毎に 25 通り、また  $a, b$  については 0.1 から 1 まで、0.01 毎に 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して、実験参加者毎のデータに対して最もフィットするパラメータの組み見合わせを探索した。

SE 群では、SE 手続きで 11 種類の確率に対して別々に CE を測定した場合を仮定し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 種類の各確率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分布に従った乱数を生成させ、仮想の CE 値を 11 種類の確率に対して求めた。現実場面の判断では確率  $p$  が同じ場合に、意思決定者が金銭価値の高いギャンブルよりも低いギャンブルに高い CE を有する可能性は低いと考えられる。そのため、 $p_1 < p_2$  の場合、それぞれに対する CE である  $CE_{p1}, CE_{p2}$  は  $CE_{p1} \leq CE_{p2}$  となるように設定した。このような形でシミュレートした 1000 人分の SE 群のデータに対して、JE 群の実験参加者のデータと同様の手続きで、価値関数のパラメータ  $\alpha$ 、またベータ分布の 2 つのパラメータ ( $a, b$ ) の合計 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 名を利用した。）

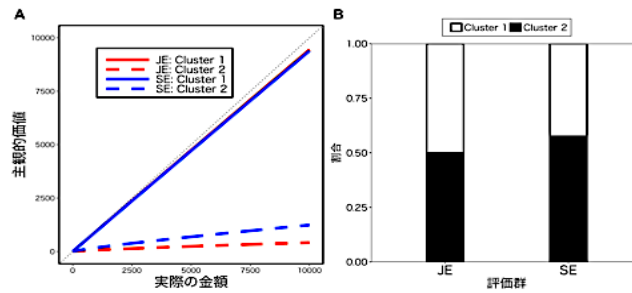


図3. 推定された $\alpha$ のクラスター分析の結果. A: 各クラスターの実際の金額に対する主観的価値の平均値. B: 各クラスターにデータが分けられた割合.

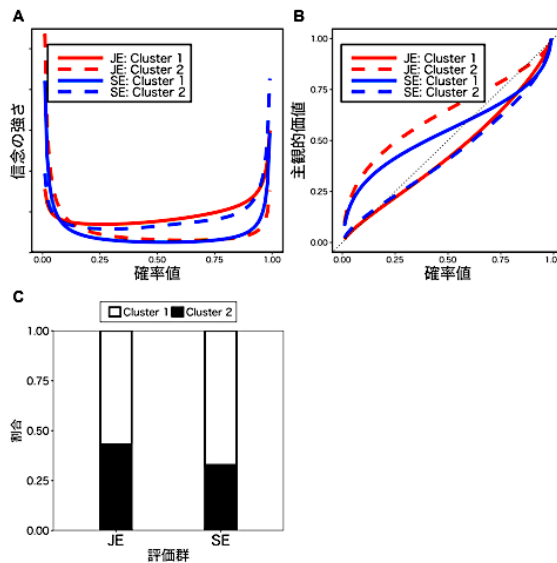


図4. 推定されたベータ分布のクラスター分析の結果. A: 各クラスターにおける確率値に対する信念の強さの平均値. B: 各クラスターにおける、確率値に対する主観的価値. C: 各クラスターにデータが分けられた割合.

### 3.3. 推定されたパラメータの分析： $\alpha$

仮想実験参加者毎のデータに基づいて、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る $\alpha$ を求め、実際の金額と主観的価値の関係性からクラスター分析をした。説明力を高め、誤差を少なくするために、JE, SE群ともに2クラスターを採用した。クラスター分析の結果を図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、全体的な傾向はJE, SE間で類似しており、1つのクラスターは客観的なCEに近い線形の価値関数、もうひとつのクラスターは価値の低減が大きい線形の価値関数であった。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かった。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した。

### 3.4. 推定されたパラメータの分析：DbBSモデル

次に、仮想実験参加者毎に確率に対する信念の強さである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。結果を図4に記す。図4 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、図4 Bでは各クラスターの確率に対する主観的価値の平均値、そして図4 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、図 2A の Example 1 のような全体的に決定論的な傾向、つまりギャンブルは“当たる”か“当たらない”かのどちらかのような極端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 JE, SE 間で違いが見られた。例えば、累積分布関数で導かれたターゲットへの主観的な価値を示した図 4 B 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 5 割以上のデータが分類されたが、SE 群では線形関係に近いクラスター 2 が 3 割程度であった。

以上の結果をまとめると、JE, SE という評価方法の違いによってリスク態度が変化した認知的なプロセスは、JE で評価することで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ったことによるものである可能性が示唆された。

#### 4. 総合討論

本研究では、リスク態度を測定する際に確率値を同時にすべて呈示する JE と、実験参加者個別に評価して貰う SE のそれぞれを用いてリスク態度を測定した。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。

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について多くの議論がなされてきたが、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。

フレーミング効果のように、ある状況を利用、損失どちらと捉えるのかによってリスク態度は大きく変化することが明らかになっている (Tversky, & Kahneman, 1981)。本研究では 1 万円が一定の確率で貰えるというポジティブなフレームで実験をした。その一方で、1 万円を一定の確率で失うというネガティブなフレームで実験をした場合にも、JE, SE という評価方法の違いによるリスク態度の変化が発生するのか、また損失フレームでも評価方法の違いは不確実性事象に対して人が持つ信念の変化を発生させるのかという認知的なプロセスの検討も必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 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*.
- 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.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory : an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
- 小林厚子. (1998). 確率判断の認知心理 (1), 東京成徳大学 研究紀要, 5, 89-100.
- Sher, S., & McKenzie, C. R. M. (2014). Options as Information: Rational Reversals of Evaluation and Preference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143, 1127-1143
- 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.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211, 453-458.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances Prospect theory : Cumulative representations of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5, 297-323.