

リスク選好・時間選好・社会的選好の相互依存性⁺

川越敏司[‡]

September 2022

要旨

本研究では、リスク選好・時間選好・社会的選好が互いに独立であるという属性間の独立性を検証する実験を行い、リスク選好と時間選好、リスク選好と社会的選好が関連した設問において属性間の独立性が成り立たないことを見出した。その上で、こうした選択の傾向性を説明するために、リスク選好・時間選好・社会的選好・認知能力が相互依存したモデルに対する構造推計を実施した。

JEL classification: C91, D81, D91

Keywords: 意思決定理論, 行動経済学, リスク選好, 時間選好, 社会的選好

1. はじめに

従来の意思決定理論や行動経済学では、リスク選好・時間選好・社会的選好は互いに独立なものと仮定してモデル化がなされてきた。これを属性間の独立性という(川越, 2020)。

属性間の独立性

2つの属性を持つ選択肢に関してそれぞれの属性が独立であるのは、すべての x, x', y, y' について、 (x, y) という属性を持つ選択肢が (x', y) という属性を持つ選択肢より好まれるのは、 (x, y') という属性を持つ選択肢が (x', y') という属性を持つ選択肢より好まれるとき、そのときのみである

例えば、本研究で使用した実験課題のうち、組1と2の選択肢Aを比べてみると、どちらの場合も100%の確率で賞金額900円を得ることは共通していて、賞金を受け取る時期だけが現時点か3か月後かで違っている(付録A参照)。選択肢Bについても同様に、80%の確率で賞金額1200円を得ることは共通していて、賞金を受け取る時期だけが現時点か3か月後かで違っている。したがって、属性間の独立性に従えば、例えば、組1で選択肢Aを選ぶ人は、組2でも選択肢Aを選ぶはずである。つまり、賞金額(あるいはその期待効用)とその賞金を受け取る時期という2つの属性は意思決定上、独立のはずだからである。し

⁺ 本研究はJSPS科研費JP 21K18436の助成を受けた。

[‡] 公立はこだて未来大学システム情報科学部複雑系知能学科、kawagoe@fun.ac.jp

かし、これまでの実験研究では、現時点では 100%の確率で賞金額 900 円を得ることを好むが、3 か月後では 80%の確率で賞金額 1200 円を得ることを好む人が多く、属性間の独立性が満たされていない(Schneider, 2018)。

現実世界に目を向けてみると、例えば、臨時収入があったときに、ずっと使ってきた家電製品が近い将来壊れてしまい買い替えなければならないという不安がよぎり、とりあえずその臨時収入を貯金しておくといった選択はありうるだろう。このように、現在と将来の消費との間の選択にはリスク選好も関係している。また、大きな損害のリスクがある場合には、人は互いに協力し合うという考えが保険を成り立たせており、リスク選好と社会的選好にも関係がある。時間選好と社会的選好との間の関係についても、例えば、ギャンブルで儲けたときなどに「お祝儀」として気前よく人に食事をおごったりする人がいる。このように、人は臨時収入を手に入れた瞬間には気前よく他の人にも配分する社会的選好を示す傾向がある。しかし、時間が経つと冷静になって、儲けは自分だけのものにするというように変化するかもしれず、このように時間選好と社会的選好にも関係がある。

さらに、個人の認知能力についても、物事を熟考して考える人ほど将来のリスクを重くとらえるなど、リスク選好やその他の選好と関連性があると考えられるだろう。

本研究では、リスク選好・時間選好・社会的選好が相互に依存したような設問を使用した意思決定実験によって、属性間の独立性が成り立っているのかどうかを検証する。

2. モデル

すでに述べたように、現実世界の意思決定では、リスク選好・時間選好・社会的選好には相互依存関係がある。リスク選好と時間選好、リスク選好と社会的選好、時間選好と社会的選好の 2 者間の相互依存性をモデル化した研究はすでに存在するが (川越(2020)の参考文献参照)、3 者間の相互依存性をモデル化したのが Schneider (2018)のモデルである。

まず、リスク選好・時間選好・社会的選好の 3 者が相互依存した状況をモデル化するために問題を一般化しよう。いま、時点 t において確率 p で自分と相手の賞金額がそれぞれ m と o となり、確率 $1-p$ で自分と相手の賞金額がともに 0 となり、時点 t' において確率 q で自分と相手の賞金額がそれぞれ m' と o' となり、確率 $1-q$ で自分と相手の賞金額がともに 0 となるものとしよう。効用関数は、自分と相手の配分がかかわる場合には、不平等回避を一般化した以下の区分線形型の効用関数を仮定する (Kerschbamer, 2015)。

$$u(m, o) = \begin{cases} (1 - \sigma)m + \sigma o & m \leq o \\ (1 - \gamma)m + \gamma o & m > o \end{cases}$$

ここで、 $u(0,0) = 0$ である。また、自分の配分だけが問題の場合は、これと統一的にするために、効用関数は線形 $u(m) = m$ 、つまり、リスク中立的なものと考えておく。

ここで、人は直観的でバイアスのある選択をする「システム 1」に従う人と、冷静に熟考して決断を下す合理的な「システム 2」的な思考をする人とがいるものとする。ここで、システム 1に従う人は、リスクのある状況ではプロスペクト理論に従い、賞金が得られる客観的な確率ではなく確率重み付け関数 w^+ によって変換された主観的な確率を用い、配分の結

果は社会的選好 $u(m, o)$ により評価した上で非線形の価値関数 v で評価し、将来時点に受け取る利益を時間割引関数 $D(t)$ によって割引くものとする。したがって、効用関数 V_1 は、

$$V_1 = D(t)w^+(p)v(u(m, o)) + D(t')w^+(q)v(u(m', o'))$$

となる。一方、システム2に従う人は、期待効用理論に従った選択をするものとする。また、現在バイアスも将来バイアスも示さないものとして、将来時点に受け取る利益を一切割引せず、また、他の相手への配分額には目もくれず、ひたすら自己の利益だけを最大化しようとする利己的な人だと考える。したがって、この人の効用関数 V_2 は、次のようになる。

$$V_2 = pu(m) + (1 - p)u(m') = pm + (1 - p)m'$$

もちろん、多くの人はこれらの中で、システム1とシステム2の混合状態で判断をしていると考えられる。このような人の効用関数 V は、先ほどの効用関数 V_1 と V_2 とを変数 θ で結び付ければ、次のように表せる。

$$V = (1 - \theta)V_1 + \theta V_2$$

ここで、 $\theta = 1$ ならばシステム2、 $\theta = 0$ ならばシステム1、 $0 < \theta < 1$ ならばシステム1と2の間の人を表すことになる。これが、リスク選好・時間選好・社会的選好・認知能力に関する実験結果を総合した一般的な効用関数になる。

3. 実験

実験は2022年9月20~22日にかけて、関西大学の学生151名を募集してオンラインで実施した。実験では、付録Aに記された主実験課題と、リスク選好および時間選好測定実験 (Andersen et al., 2008)、認知熟考テスト (CRT, Frederick, 2005) およびベルリン・ニューメラシー・テスト (BNT, Cokely et al., 2012) について被験者に回答させた。設問はすべて Google フォームで提示された。主実験課題およびそれ以外の課題のうち2つを無作為に選び、その上でこれら3つの課題から設問を無作為に1問ずつ選び、そのときの選択結果に応じて報酬とした。また、500円の参加報酬を支払った。報酬はアマゾン・ギフト券 (Eメール版) によって即日支払われ、60分の実験での平均報酬額は3,630円であった。

付録Aに記された実験課題では、リスク選好と時間選好、リスク選好と社会的選好、時間選好と社会的選好がそれぞれ関連した設問が用意されている。これらの設問において、属性間の独立性が成り立つというのが本実験での帰無仮説である。これに対し、従来研究 (Schneider, 2018) では以下のような傾向性が指摘されており、これらに対立仮説となる。

- ・受け取る時期が将来になるほど、人はリスク回避的ではなくなる
- ・リスクが高まると、人は我慢強くなる
- ・配分を平等にするためならば、リスク愛好的になる
- ・配分を得るリスクが高まると、人は不平等回避的ではなくなる
- ・配分を平等にするためならば、将来バイアス的になる
- ・配分を得る時期が遅くなると、人は不平等回避的ではなくなる

以下の図1は、付録Aの実験課題のうちペアとなる組 (例えば、組1と2など) について、属性間の独立性を満たす選択をした被験者の割合を度数分布にしたものである。

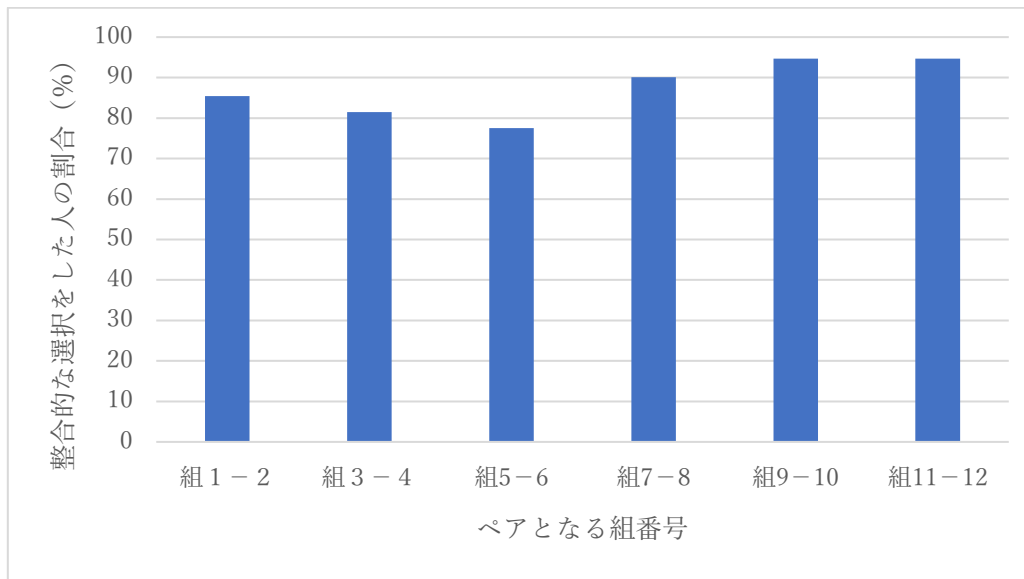


図1. 属性間の独立性を満たす選択をした被験者の割合

属性間の独立性が満たされていれば、ペアとなる組で同じ選択をするはずである。しかし、すべてのペアで統合的な選択をした被験者は 49.0%であった。逆にすべてのペアで非統合的な選択をした被験者は 0 人であった。

また、組 3—4、組 5—6 で属性間の独立性を満たす選択をした被験者の割合が他のペアより比較的低い（それぞれ 81.5%および 77.5%）。コ克兰の Q 検定によれば、各ペアにおける属性間の独立性を満たす選択をした被験者の割合が等しいという帰無仮説は棄却された ($T = 36.8, p < 0.001$)。また、ボンフェローニ法による多重比較の結果、組 5—6 と組 9—10 および組 11—12、組 3—4 と組 11—12 との間でのみ有意な差が見られた(いずれも $p < 0.01$)。なお、組 3—4 はリスク選好と時間選好、組 5—6 はリスク選好と社会的選好が関連した設問である。選択肢 A が選ばれた割合を調べてみると、組 3 では 17.2%であるのに対し、組 4 では 26.5%である。これは、リスクが高まると、現在バイアスの傾向が強くなることを意味する。また、組 5 では 86.1%が選択肢 A を選ぶのに対し、組 6 ではその割合は 67.5%である。これは、配分を平等にするためならば、リスク愛好的になることを意味する。

主実験課題とは別に測定された相対的リスク回避度 r の平均値は 0.490、中央値は 0.545、割引因子 $D(1)$ の平均値は 0.870、中央値は 0.932、社会的選好パラメータの平均値は $\sigma = -0.454, \gamma = 0.071$ であり、中央値は $\sigma = -0.25, \gamma = 0.125$ であり、いずれも不平等回避的な選好を示すものであった。また、CRT の正答率の平均は 62.6%、中央値は 71.4%、BNT の正答率の平均は 45.0%、中央値は 50.0%であった。なお、これらのうちリスク選好や時間選好測定のために実施した実験の平均値・中央値を 2 節に示した一般的な効用関数に代入した場合に予測される選択結果によれば、組 3—4 においてのみ属性間の独立性が成り立たないことになる。

次に、2 節の一般的な効用関数に関して、以下のような構造モデルを推計した。まず、シ

システム1の価値関数は以下のCRRA型を仮定する。

$$v(x) = \frac{x^{1-\beta_1 r_i}}{1-\beta_1 r_i}$$

ここで、 r_i は被験者*i*の相対的リスク回避度、 β_1 はその係数である。時間割引関数 $D(t)$ は現在バイアス、将来バイアスの双方を表現可能な次の関数形を想定しよう。

$$D(t) = 0.5e^{-\beta_2 \rho t} - 0.5e^{\beta_2 \rho t} + 1$$

ここで t は時間で、 ρ は主観的割引率で、 β_2 はその係数である。各設問について、被験者は確率 p で配分 (m, o) 、確率 $1-p$ で配分 (m', o') を得るので、その結果は効用関数

$$u(m, o) = m + \beta_3 \sigma \times \max\{o - m, 0\} - \beta_4 \gamma \times \max\{m - o, 0\}$$

によって評価されるものとする。 β_3, β_4 は σ, γ に対する係数である。この $u(m, o)$ を v で評価するので、与えられた配分ベクトル $x = (p, m, o, m', o')$ に対する各被験者*i*の期待効用は、単純化のため確率重み付けについて線形性 $w^+(p) = p$ を仮定し、システム1と2とを分類する係数 θ はCRTとBNTの正答率 q に比例するものとして $\theta = \exp(\beta_5)q$ を仮定すると、 $V_i(x) = (1 - \beta_5 q)V_1^i(x) + \beta_5 qV_2^i(x)$ となる。ここで、

$$V_1^i(x) = D(t) \times p \frac{u(m, o)^{1-\beta_1 r_i}}{1-\beta_1 r_i} + (1-p) \frac{u(m', o')^{1-\beta_1 r_i}}{1-\beta_1 r_i}, V_2^i(x) = D(t') \times [pm + (1-p)m']$$

である。各設問 k ($k = 1, \dots, 12$)につき、選択肢AとBがあり、それぞれを選んだ場合の配分ベクトルを x_A^k, x_B^k とする。このとき、被験者が選択肢Aを選ぶのは、 $V_i(x_A^k) > V_i(x_B^k)$ であるとき、そのときのみである。フェヒナー型誤差項について平均が0の正規分布 $\epsilon \sim N(0, s^2)$ を仮定すれば、各設問 k において選択肢Aが選ばれる確率は、 Φ を標準正規cdfとすると、

$$P_i^k(A) = Pr[V_i(x_A^k) - V_i(x_B^k) + \epsilon > 0] = \Phi \left[\frac{V_i(x_A^k) - V_i(x_B^k)}{\beta_6} \right]$$

というプロビット回帰式として表される。 β_6 は標準偏差である。ここで、各設問 k において被験者*i*がAを選んだ場合に1、Bを選んだ場合に-1となる変数 yy_i^k を使うと、以下の対数尤度関数 LL を最大にするようなパラメータ β_1, \dots, β_6 を最尤法によって推定すればよい。

$$LL(\beta_1, \dots, \beta_6) = \sum_{k=1}^{12} \sum_{i=1}^N \ln \Phi \left[yy_i^k \times \frac{V_i(x_A^k) - V_i(x_B^k)}{s} \right]$$

推計結果は以下の通りである（推計はRのbbmleパッケージを使用した）。

	係数の推定値	標準誤差	z値
β_1	0.034	0.012	2.852**
β_2	0.370	0.259	1.430
β_3	-0.056	0.026	-2.112*
β_4	0.233	0.019	12.007***
β_5	-8.484	20.419	-0.416
β_6	157.562	10.976	14.355***

注) *は5%水準で有意、**は1%水準で有意、***は0.1%水準で有意

リスク選好に関する係数 β_1 は正で有意であるが、時間選好に関する係数 β_2 は有意ではない。社会的選好に関する係数はいずれも有意だが、その符号は σ について負だが 0 に近く γ については正であるので、利他的な選好や不平等回避的な選好などと整合的な結果である。認知能力に関する係数 β_5 は有意ではない。以上から、本実験の被験者の選択は、リスク選好と社会的選好とが相互依存したモデルによって説明可能であることがわかった。

4、考察と今後の展望

本研究では、リスク選好・時間選好・社会的選好が互いに独立であるという属性間の独立性を検証する実験を行い、実験データから 2 節に示したリスク選好・時間選好・社会的選好・認知能力を総合した一般的な効用関数を推計したところ、リスク選好と社会的選好のみが有意であった。このことから、少なくとも本実験データでは、リスク選好と社会的選好に関して属性間の独立性が成立していないことが確認できた。なお、今回の実験ではリスク選好と時間選好については Andersen et al. (2008)のパラメトリックな手法を採用したが、トレードオフ法に基づくノンパラメトリックな手法による確認も今後検討する予定である。

参考文献

Andersen, S., G. Harrison, M. I. Lau, E. E. Ruström (2008) “Eliciting risk and time preferences.” *Econometrica*, 76, 583-618.

Cokely, E., M. Galesic, E. Schulz, S. Ghazal (2012) “Measuring risk literacy: the Berlin numeracy test.” *Judgement and Decision Making*, 7, 25-47.

Frederick, S. (2005) “Cognitive reflection and decision making.” *J. E. Perspectives*, 4, 25-42.

Kerschbamer, R. (2015) “The geometry of distributional preferences and a non-parametric identification approach: the equality equivalence test.” *European Econ. Review*, 76, 85-103.

Schneider, M. (2018) “Modeling interactions between risk, time, and social preferences.”

川越敏司(2020)『「意思決定」の科学』講談社ブルーバックス

付録 A. 実験課題（一部省略、詳細は川越（2020）参照のこと）

組	選択肢 A	選択肢 B
1	現時点に 100%の確率で 900 円を得る	現時点に 80%の確率で 1200 円を得る
2	3 か月後に 100%の確率で 900 円を得る	3 か月後に 80%の確率で 1200 円を得る
3	現時点で 100%の確率で 1000 円を得る	4 週間後に 100%の確率で 1100 円を得る
4	現時点で 50%の確率で 1000 円を得る	4 週間後に 50%の確率で 1100 円を得る
5	100%の確率で自分に 900 円、相手に 900 円が配分される	50%の確率で自分に 1600 円、相手に 900 円が配分されるが、50%の確率で二人には何も配分されない
6	100%の確率で自分に 900 円、相手に 1600 円が配分される	50%の確率で自分に 1600 円、相手に 1600 円が配分されるが、50%の確率で二人には何も配分されない