

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月31日現在

機関番号：12613

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22730156

研究課題名（和文） 時間選好とリスク選好を統合した実験経済学的研究

研究課題名（英文） Experimental economics study of risk and time preferences

研究代表者

竹内 幹（TAKEUCHI KAN）

一橋大学・大学院経済学研究科・准教授

研究者番号：50509148

研究成果の概要（和文）：

時間選好をリスク選好と独立して推定するために、時間選好を定義するための新しい理論的枠組みを考案し、それを応用してノンパラメトリックな実験手法を開発した。先行研究では理論上不可能であったリスク選好と時間選好とを分離して推計することが、初めて可能になった点が特に貢献として大きい。また、新しい理論をもとに経済実験を行い、先行研究では発見されていなかった「未来バイアス」や逆S字型時間割引関数を発見することができた。

研究成果の概要（英文）：

This study develops a new theory to re-define time preference so that we can elicit time preference independently of risk preference. Its contribution to the literature is particularly significant as previous studies do not successfully separate risk and time preferences. Based on the new theory, I invent a non-parametric elicitation method of time preference. Then I conduct economic experiments with the new method and identify new findings, which have never been reported before, such as "future bias" and inverse-S shaped time discounting function.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・理論経済学

キーワード：実験経済学、行動経済学、経済実験、時間選好、リスク選好、現在バイアス、未来バイアス

## 1. 研究開始当初の背景

時間選好（time preference）とは、異時点間の選択やトレードオフに直面する経済主体の意思決定にかかわる選好である。人は、将来得られる大きな利得よりも、少ない利得を現在得ることを好む傾向がある。このよう

な意思決定にあたって、現在と将来とを秤にかけるのが時間選好である。近年、経済学ではこの時間選好に関する研究が進んでいる。

経済的意思決定において時間選好が介在することは多く、したがって、その本質を理解することは効果的な経済政策の策定に欠

かせない。実際、時間選好が重要な応用分野として、たとえば、貯蓄・投資行動、スケジューリングの意思決定、依存症がある。

時間選好について、近年は行動経済学的アプローチの研究がなされている。たとえば、時間割引は、割引率が一定の指数関数型ではなく、むしろ双曲型 (hyperbolic) であると定式化される。そうすることで、これまでは「アノマリー」として処理されてきた、モデルからの逸脱行動も一貫性をもって説明がつけられるからだ。

ただし、人間の実際の行動・選択をもとに行動モデルを構築する際には、モデル作成者の恣意性を最小限に抑えるために、その意思決定過程を統制された環境で観察する必要がある。研究代表者の専門である実験経済学では、経済的インセンティブに基づいた実験を通じて、被験者（実験協力者）の選択を観察している。そして、そこで得られたデータを利用して、時間割引が指数関数型であるか双曲型であるかといった対立する仮説を検定する。

## 2. 研究の目的

本研究は、現在とごく近い将来との間の時間選好に着目して、その現在近傍での時間割引関数を精細に推定し、特徴を分析することを目的とした。これまでの経済実験研究では、標準的理論と相容れない「現在バイアス」という行動が多く報告されている。そこで、本研究では特に現在バイアスが生じる現在近傍に分析対象をしぼった。

また、時間選好の推定は、リスク選好と独立に行う必要があるにもかかわらず、既存の推定方法は、それらを精確に区別してこなかった。一定の区別をはかっているものでも、リスク選好を特定の関数で表しているために、その測定誤差が時間選好の推定に影響をあたえてしまっていた。

本研究は、リスク選好と独立に時間選好を推定する新しい方法を独自に見出し、それを使って測定を行い、その新しい方法の有用性を確認することも目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では、時間選好の推定にあたって非線形な利得関数（効用関数）を前提とすることで、時間割引関数の特性を詳しく調べる。

先行研究では、時間選好を測定する際、次のような選択肢を提示して、その選択結果を観測データとして蓄積している：

- 1) {1ヶ月後に、100ドルもらう}
- 2) {3ヶ月後に、120ドルもらう}

このように、報酬を受け取る時期（ $t$ ）と、報酬金額（ $x$ ）とを変化させ、「待つこと」の苦痛を金額に換算する。たとえば、報酬金額が10ドル上乗せされれば、1ヶ月長く待

つことができるというように時間選好を推定できる。

このような既存の推計方法が抱えていた問題は、 $t$ と $x$ とを同時に変化させなければ選択肢が提示できないことにある。経済学のモデルでは、将来もらえる報酬 $\{t, x\}$ の「割引現在価値」を考え、次のように表す。

$\{t, x\}$ の割引現在価値 $=D(t, x)u(x)$ となる。待つことなく報酬 $x$ がもらえるのであれば、 $u(x)$ の効用（満足度）が得られる。ただし、 $t$ だけの期間待たなければならぬ。したがって、その満足度 $u(x)$ はあくまで将来発生するものであり、それを現在時点で予測して評価しなければならない。待ちたくないのに待たされると感じるので、現在時点での評価は $u(x)$ 未満となる。待つ期間が長ければ長いほど、将来発生する $u(x)$ という満足度は遠く感じられるので、その報酬の割引現在価値は小さくなる。この効果をとられるのが、上記式の $D(t, x)$ という関数である。これは時間割引関数とよばれ、正の $t$ について、 $D(t, x) < 1$ となり、 $t$ の減少関数と想定される（図1参照）。

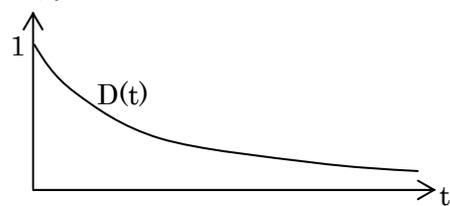


図1 時間割引関数

また、待つ時間が長い場合は、その報酬が受け取れないことと同値であるため、

$$\lim_{t \rightarrow \infty} D(t, x) = 0$$

となる。なお、関数 $u$ は効用関数とよばれるもので、満足度を表すだけでなく、経済学ではリスク選好も関数 $u$ の性質で表現されている。冒頭で述べた時間選好とリスク選好を分離させて推定するというのは、時間割引関数 $D$ と効用関数 $u$ を独立に取り扱うことを意味する。

さて、既存の研究では、前述した問題を回避するために、時間割引関数 $D$ が $x$ に依存しないと仮定してしまっている。その場合にはたしかに、報酬をもらえる時期と報酬金額を同時に操作しても、 $D$ を測定できる。これは理論上は、時間選好とリスク選好を切り離しているようにみえるが、あくまで測定するうえでおかれた便宜上の仮定にすぎない。

本研究ではこの問題を回避するために、以下2つの新しい方法を考案した。 $t$ と $x$ を同時に動かしてしまうと、 $x$ の変化が $D$ および $u$ の双方に同時に与える影響を区別できない。そこで、 $x$ は変動させず、報酬受取の時期 $t$ だけを変動させれば、時間選好をリスク選好とは独立に分析できる。

まず、 $x_1$ および $x_2$ という報酬の金額を固定する（ $x_1 < x_2$ とする）。ここで、次のような

等価遅延  $T(x_1, x_2)$  を定義しよう：

{いますぐ、 $x_1$  を受け取る} ことの価値と、  
{ $T(x_1, x_2)$  だけ待ってから、 $x_2$  を受け取る} ことの価値が等しくなるような遅延期間  $T$  である。 $T$  の性質と時間選好について次の関係を証明した (Takeuchi, 2011)。

「現在バイアスとなる、if and only if,  $T$  が submodular」、そして、「未来バイアスとなる、if and only if,  $T$  が supermodular」。

このように測定すれば、 $u$  の形状に依存することなく、時間選好の重要な性質を同定できる。これが第1の方法である。

第2は、リスク選好と独立に時間割引  $D$  を測定する方法である。次のように等価確率  $p(x_1, x_2)$  を定義しよう：

{確実に  $x_1$  を受け取る} ことの価値と、  
{ $p(x_1, x_2)$  の確率で  $x_2$  を受け取る} ことの価値が等しくなるような確率  $p$  である。すでに測定した等価遅延と合わせることで次の恒等式が得られる：

$$D(T(x_1, x_2), x_2) = p(x_1, x_2).$$

これは報酬金額のみに依存しており、第1の方法と同じように  $u(x)$  の形状とは独立に  $D$  を測定できる。

さらに、通常は凸関数だと想定されている時間割引関数だが、本研究での観察結果は、現在近傍 ( $t$  が小さい範囲) では凹性をもつ可能性を示唆した (図2参照)。

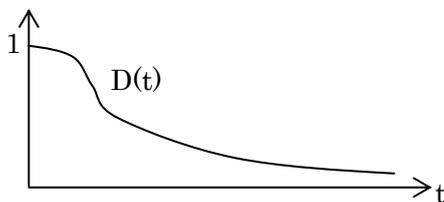


図2 凹性をもつ時間割引関数

これを直接検定するために次のような質問に答えてもらうことでデータを採取した。

$x$  という報酬について、その受取時期がランダムに決まるという状況で、次のAとBのどちらを選ぶか：

A {確率80%で 4日後、  
確率20%で 39日後}

B {確率50%で 4日後、  
確率50%で 18日後}

どちらの選択でも、受取時期の期待値は11日後である。ここでBを選べば、標準的仮定のとおり時間割引関数は凸関数となるが、Aを選べば少なくとも  $t$  が11日のまわりでは凹性をもつことが示される。

上記の方法をとって、時間割引関数の特性を調査した。またいずれの方法でもBDMという誘因両立的な質問形式をとり、上記の回答にあたって実験協力者が「正直に」(i.e., 思った通り、感じたとおりに) 数値や選択しを選ぶように設定している。次項で、それぞれの方法に対応した発見について概説する。

#### 4. 研究成果

研究成果の筆頭にあげられるのは、等価遅延  $T(x_1, x_2)$  を使って時間選好の性質を再定義しなおした理論上の貢献である。先行研究では、時間選好の性質を時間割引関数  $D$  のパラメトリックな形状にもとめていた。本研究によって、ノンパラメトリックに時間選好の性質を特定できることがあきらかになった。

さらに実験によって得られた結果を3つにわけて解説する。

第一に、ノンパラメトリックな推計方法を使うことで初めて、「未来バイアス (future bias)」の発見ができたことである。等価遅延関数  $T(x_1, x_2)$  が submodular か supermodular かを測ることで、これまでの先行研究で報告されてきた「現在バイアス」だけでなく未来バイアスの傾向もつかむことが可能となった。本研究で得られたデータでは、過半が未来バイアスを示しており (図3参照)、これまでの実験研究で見落とされていた行動バイアスを発見できた。

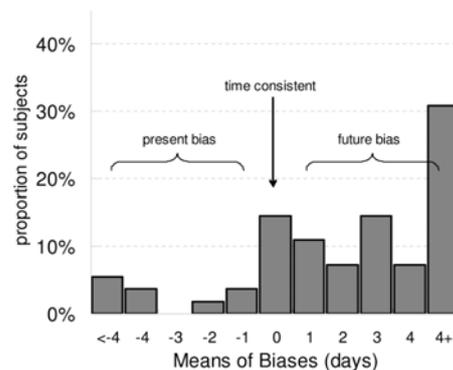


図3 未来バイアス

第二は、リスク選好とは独立に時間選好を推定することによって、従来の推定方法によって生じていた測定バイアスの程度があきらかになった点である。リスク選好 (効用関数) を考慮しない従来の方法は、時間割引を過大に見積もっていたことが確認できた。時間割引率に換算にすると、約2倍の過大推計が行われていることがわかった。

先行研究が未来バイアスを報告してこなかった原因・理由としては、パラメトリックな推定方法に頼っていたことのほかに、現在近傍での時間選好の推計をしてこなかったことが考えられる。そこで、現在近傍を対象をしばって実験をつづけ、次の第三の結果を得た。

第三の成果は、時間割引関数が凹性をもつことを直接確認できたことである。未来バイアスが観察されるということは、図2にあるように、 $t$  が小さい範囲において時間割引関数が凹関数になっていることを示唆する。す

なわち、時間割引関数は全体では逆S字カーブを描いているはずだ。前述の質問（AかBか）を、受取時期の期待値を変えながら繰り返し聞くことによって、逆S字カーブの特性があぶりだせると仮説をたてた。もし時間割引関数が逆S字型であれば、受取時期（の期待値）が早いほど、凹性と整合的な回答が多く、受取時期が遅くなるにつれ、その割合は減っていくはずである。

本研究の実験結果はその仮説を裏付けた（図4参照）。これは図3で得られた未来バイアスの存在を強く支持し、本研究で独自に得られた時間選好の推計方法の有用性も明らかにしている。

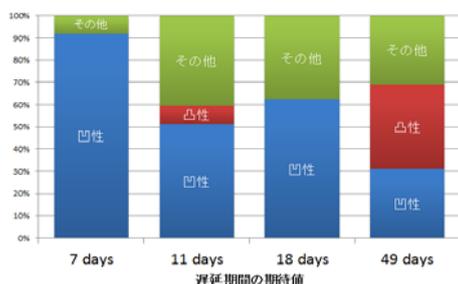


図4 凹性の割合

以上の結果は、いずれも査読付き学術誌の公刊論文として発表されている。

時間選好は経済的な意思決定の多くで重要な役割を果たす。一見すると、時間を選ぶという選択は不自然でもあるが、実は、日常生活の行動の多くで時間選好が働いている。たとえば、貯蓄行動も消費のタイミングを選ぶという意味決定の結果であるし、健康維持のための活動も、現在の快楽（不摂生）と将来の健康とを勘案しながら行うものだ。このように日々の活動を、それも社会的に重要な政策に深く関連した分野における個人の意思決定を深く理解するためにも、時間選好を分析することは極めて重要である。本研究が開発した実験手法やここで得られた実験結果は、そうした分析の基礎となる。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計3件）

- ① Kan Takeuchi, The concavity of time discount function: An experimental study, *Journal of Behavioral Economics and Finance*, 査読有, 5巻, 2012, 2-9. DOI:10.11167/jbef.5.2
- ② Kan Takeuchi, Non-parametric test of time consistency: Present bias and future bias, *Games and Economic*

*Behavior*, 査読有, 71巻, 2011, 456-478. DOI:10.1016/j.geb.2010.05.005

- ③ Kan Takeuchi, John Lin, Yan Chen, Tim Finholt, Scheduling with Package Auctions, *Experimental Economics*, 査読有, 13巻, 2010, 476-499. DOI:10.1007/s10683-010-9252-6

〔学会発表〕（計3件）

- ① Kan Takeuchi, Concavity of Time Discount Function: An Experimental Study, Asia-Pacific ESA Conference, 2011年12月15日, 厦門大学（中国）。
- ② Kan Takeuchi, Bidding Behavior in Combinatorial Auctions: An Experimental Study, 6th Pan Pacific Conference on Game Theory, 2011年3月2日, 東京工業大学（東京都）。
- ③ 竹内 幹, 社会科学における実験の意義、*実験社会科学 2010 サマースクール*, 2010年9月13日, 信州大学（長野県）。

〔その他〕

監修協力：日本科学未来館企画展「波瀾万丈！おかね道—あなたをうつし出す10の実験」、2012年3月9日-6月24日開催、（東京都）。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

竹内 幹 (TAKEUCHI KAN)

一橋大学・大学院経済学研究科・准教授

研究者番号：50509148