

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K01503

研究課題名(和文) 認知的最適化による時間選好率の理論

研究課題名(英文) A Theory of Time Preference with Cognitive Optimization

研究代表者

武岡 則男 (TAKEOKA, Norio)

一橋大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：80434695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、現在の自己が将来の自己へ利他性を持ち、その共感の割り振りという認知的最適化によって異時点間の割引関数が決定されるモデルを考察した。この仮説の背後にある実験事実は、将来の大きな利得ほど割引されにくい傾向を示す金額効果である。将来自己への共感仮説に基づけば、将来利得が大きいほど、現在の自己が将来の自己に共感する誘引が強まり、結果として忍耐強さが発揮されると考えられる。一方、将来の自己への共感、現在の利己性を抑制する点で、心理的負担を伴う作業でもある。本研究では、このような利得と費用の最適化という認知プロセスを経て割引関数が決定されるという仮説を選択行動の観点から基礎付けた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で提案した異時点間の意思決定モデルは、標準モデルから逸脱した選択パターンを説明できる柔軟性と同時に、取り扱い易さ・応用可能性とのバランスが重視されている。特定された効用関数は比較的少ない数のパラメータで同定可能である。本研究の意思決定モデルは金額効果を動機として考案されているが、非定常性、動学的非整合性なども統一的に説明することができる。言い換えると、これまで別々に実験・説明されてきた金額効果や非定常性などの背後に、将来の自己への共感と認知的最適化という通底した意思決定プロセスが存在する可能性を示唆している。同様の考えを、リスクと認知的最適化の関係などへ拡張することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：This project studies an endogenous determination of discount factors through the cognitive optimization of empathy allocations across future selves. This hypothesis is motivated by the empirical evidence, called the magnitude effect, which shows that subjects tend to less discount larger payoffs in the future. If the future payoffs are larger, the current self seems to have a stronger incentive to be empathetic to future selves and hence will make a more patience choice. On the other hand, it is psychologically costly for the current self to think putting himself in the other selves' shoes. This project behaviorally characterizes the hypothesis of the above cognitive optimization story.

研究分野：ミクロ経済学

キーワード：時間選好率 金額効果 異時点間の選好逆転 認知的最適化 時間割引 利他性 加法分離性

## 1. 研究開始当初の背景

異時点間選択の実験で繰り返し観察される人間行動の一つに金額効果と呼ばれる現象がある。Thaler (1981)によって提示された例であり、将来の大きな利得ほど割引されにくく、より忍耐強い選択になりやすいことを示している。次のような例を考えると分かりやすい。ある個人が1年後の60ドルと現在の15ドルが無差別と表明したとする。この選好から導かれる現在と比較した1年後の利得の割引要素は $15/60=0.25$ である。ところが、同じ個人が1年後の4000ドルと現在の3000ドルが無差別と表明したとする。この選好から導かれる1年後の利得の割引要素は $3000/4000=0.75$ であり、60ドルの割引要素に比べて4000ドルの割引要素ははるかに1に近いことがわかる。

これに対して、経済学で支配的な異時点間選択モデルである割引効用モデルによると、各時点の利得の割引要素 $D(t)$ は時間だけに依存する定数であり、金額効果から示唆されるような利得ごとに異なる割引要素を許容しない。金額効果に対する批判の一つは、Loewenstein and Prelec (1992)によるもので、Thaler(1981)の議論は各期効用関数が線形(つまり、金額=利得)であることを前提としており、限界効用逓減型の各期効用を用いれば、標準的な割引効用モデルでも説明可能としている。しかし、後続研究では、各期効用の曲率だけに頼った議論では、金額効果を十分に説明できないことも指摘されている。その他、いくつかアドホックな定式化は試みられてきたものの、金額効果を十分に説明できる一般的な異時点間選択モデルは未だに提示されていないのが現状である。

## 2. 研究の目的

本研究は、割引効用モデルのように固定的な割引要素ではなく、割引要素が利得に依存するメカニズムを考察し、その仮説の選択行動への含意を検証することを目的としている。基本的なアイデアは次の通りである。60ドルのように少額の将来利得が個人の関心をあまり引かず、従って、0に近い割引要素で評価されるのに対して、4000ドルのような大きな金額に個人がより関心を持ち、忍耐強く振る舞うのは、何らかのインセンティブの働きのように思われる。ここで、割引要素を、将来の自己への利他性の程度と解釈してみる。異時点間選択の分野では、Strotz (1955)をはじめとして、個人を異時点間の多重自己として捉えるアイデアは馴染み深い。この解釈に基づくと、将来利得が大きいほど、現在の自己が将来の自己に共感し、その立場に立って考えるインセンティブは強まると考えられる。このようなメカニズムによって、将来の大きな利得ほど割引されにくいという金額効果を説明することができる。一方、将来の自己への共感、現在の利己性を抑制する点で、心理的負担を伴う作業である。最適な割引要素は、高い共感を割り当てることで将来利得をより高く評価する側面と、それに伴う認知費用のトレードオフを解くことで得られる。本研究では、現在の自己による将来の自己への共感の割り振りという認知的最適化によって割引要素が決定されるモデルを考察している。

## 3. 研究の方法

上記の考察を元にして、本研究では、次のような効用関数で表現される異時点間選好を考える。0期を現在と考え、T期までの消費流列 $x = (x_0, x_1, \dots, x_T)$ を選択肢とする。 $u(x_t)$ を各期の消費からの効用とする。消費流列は割引効用に類似した次の効用関数により評価される：

$$U(x_0, x_1, \dots, x_T) = u(x_0) + \sum_{t \geq 1} D_x(t) \cdot u(x_t)$$

ここで、 $D_x(t) \in [0, 1]$  は  $t$  期の利得に対応する割引要素である。標準的な割引効用との違いは、割引要素が消費流列にも依存している点である。さらに、 $D_x$  は次のような最適化問題の解であると想定する：

$$D_x = \arg \max_D \left[ \sum_{t \geq 1} \{D(t) \cdot u(x_t) - \phi_t(D(t))\} \right].$$

ここで、 $\phi_t(d) = a_t d^m$  は共感を通じて  $t$  期に  $d$  という割引要素を選ぶための認知的コストを表す。ただし、 $m > 1$ 、つまり凸型で単調増加な費用関数を仮定する。与えられた消費流列  $x$  に対して  $D(t) \cdot u(x_t)$  の総和は  $D$  という割引率での割引効用を表し、そこから期間全体を通じた認知コスト  $\phi_t(D(t))$  の総和を引いたものを最大化するように、 $x$  の最適な割引要素が決定される。

このような意思決定モデルから、いくつかの含意が得られる。(a) 金額効果：上記の認知的最適化問題の一階条件から直ちに導かれる通り、 $u(x_t)$  が大きくなるほど、最適な  $D_x(t)$  も大きくなる。これは金額効果と整合的な結論である。(b) 非定常性：上記の認知的最適化問題の解として導かれる割引率は、 $\delta^t$  のような幾何割引とは限らない。実際、双曲割引で表現される「現在パイアス」という規則性とも整合的である。

上記(a)と(b)で挙げた選択行動は、本研究の意思決定モデルが持つ含意の一部に過ぎない。その含意を余すことなく、完全に理解しきることが、この理論モデルの射程・反証可能性を定める上で重要となる。これは公理的分析と呼ばれる手法であり、消費流列に関する選好がどのような性質(公理と呼ばれる)を持てば、その選好が上で説明した効用関数表現を持つのかという必要十分条件を追求することに他ならない。これまで説明してきたように、本研究の効用関数表現と最も密接に関わる選択行動は金額効果であり、公理系も金額効果に動機付けられたものを採用する必要がある。

#### 4 . 研究成果

本研究はボストン大学の Jawwad Noor 氏との共同研究である。消費流列上の選好が研究の目的で示された効用関数表現を持つための必要十分条件を得るために、まず予備的な結果として、より一般的な割引効用関数を特徴付けた。ここでは、割引関数  $D_x(t)$  は一般に  $t$  期の利得  $x_t$  に依存するが、それは認知的最適化の解のように見なせるとは限らない。この一般化割引効用は、標準的な公理に加え、異時点間の加法分離性を仮定することで得られる。本研究の主要な結果の一つは、この一般化割引効用関数が認知的最適化による割引モデルのように表現されることの必要十分条件は、 $D_x(t)$  が  $x_t$  について非減少的であることを特定したことである。この結果により、次に考察すべきことは、どのような公理のもとで、利得について非減少的な割引関数が得られるかである。

その目的のために、本研究では2種類のアプローチを取り、それぞれのアプローチに適合した公理を採用した。1つ目のアプローチでは、異時点間選好の限界代替率に着目する。通常の割引効用では、消費が時間を通じて一定になる流列を固定し、そこでの時点0と時点  $t$  の間の限界代替率を求めると、各期効用  $u(c)$  の限界効用が消え、 $t$  期の割引関数  $D(t)$  が得られることがよく知られている。金額効果と整合的な割引要素を得るためには、一定の消費流列における0期と  $t$  期の限界代替率が、消費の大きさに応じて非減少的であることを要請する公理を仮定すれば良いのではないかと予想される。その結果、認知的最適化による時間割引をもつ効用関数のうち、特

定の費用関数を持つものが公理化できることがわかった。

2つ目のアプローチでは、一定以外の消費流列も考慮の対象とした。この場合、時間割引だけでなく、各期の効用 $u(c)$ の微分も限界代替率に影響するため、その曲率について何らかの仮定をおく必要がある。そこで、 $u(c) = c^\alpha$ のように冪関数になっている場合か、あるいは、 $c$ をくじと見なして $u(c)$ を期待効用と解釈することにした。このように仮定すると、 $c$ が $\alpha c$ のように比例的に変化した時に、 $u(c)$ も比例的に変化することになる。ここで Thaler (1981)の金額効果の実験を思い出してみる。t 期に  $c$  の利得が得られ、それ以外の期では 0 利得となる消費流列を  $(c, t)$  と表記しよう。実験結果は  $(3000, 0) \sim (4000, t)$  かつ  $(15, 0) \sim (60, t)$  である。 $\alpha = 0.015$  とすると、 $4000\alpha = 60$  であることに注意する。前者の比較において、二つの選択肢の利得を共通に  $\alpha$  倍した時にも無差別関係が維持されることを相似性と呼ぶ。相似性が成り立つならば、 $(45, 0) \sim (60, t)$  となるはずである。しかし、実際には  $(15, 0) \sim (60, t)$  であるから、被験者の選好は  $(45, 0) \succ (60, t)$  になっている。つまり金額効果があると、相似性の矛盾が現れる。この観察と整合的になるように相似性を弱めた公理を想定した。その結果、認知的最適化による時間割引をもつ効用関数が完全に公理化できることがわかった。

以上が主要な研究成果である。異時点間の割引要素を将来の自己への利他性として解釈し、共感の最適な割り振りという観点から金額効果を説明する意思決定モデルは、本研究独自のアイデアである。本研究のモデルは金額効果を動機として考案されたものではあるが、非正常性など他の実験データをも統一的に説明できる可能性があるという点で、学術的意義がある。また、最適化問題から  $D_x$  を具体的に解くことが可能な上、モデルを記述するパラメータも少なく、扱いやすい。様々な異時点間選択を説明できるという柔軟性と応用可能性を併せ持ったモデルである。

プロジェクト初年度の平成 30 年度中に、論文の基本的な骨格をまとめ、国際学術誌に成果を投稿した。その後、改訂・再投稿の招待があったため、令和元年度はその要求に応えるために研究を進展させた。プロジェクト最終年度である令和 2 年度は、研究の仕上げとして学術雑誌への採択を目指して引き続き研究を行った。令和 2 年度の春に改訂後の再投稿を行い、夏に 2 度目の改訂・再投稿の招待を編集者から受けた。共同研究者と定期的に打ち合わせを行い、論文を改訂した後、令和 3 年度に入ってから再投稿を完了した。現在はその結果を待っているところである。

令和 2 年度より本研究課題を基課題として、国際共同研究強化 A に基づいた研究も同時並行で進めている。時間選好率の認知的最適化の考えをさらに発展させるいくつかの課題を設定し、その研究に着手した。また、プロジェクトの派生研究として、認知的最適化の元でどのような情報が最適に選ばれるのかという情報獲得の研究をパリ第 2 大学の Xiangyu Qu 氏、岡山大学の東陽一郎氏、龍谷大学の兵庫一也氏とともに進めた。Qu 氏とは、令和元年度にパリ第二大学で客員研究員として招聘を受けて以来、共同研究を行っている。この期間の予備研究の成果をもとにしたプロジェクトが、令和 3 年度より新たに科研費として採択された。

## 引用文献

Loewenstein, G. and D. Prelec (1992), "Anomalies in intertemporal choice: Evidence and an interpretation," *Quarterly Journal of Economics* 57, pp.573-598.

Strotz, R. (1955), "Myopia and inconsistency in dynamic utility maximization," *Review of Economic Studies* 23, pp.165-180.

Thaler, R. (1981), "Some empirical evidence on dynamic inconsistency," *Economics*

*Letters 8*, pp.201-207.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 武岡則男	4. 巻 72
2. 論文標題 異時点間選択理論の新展開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 経済研究	6. 最初と最後の頁 140-158
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Norio Takeoka
2. 発表標題 Information Acquisition with Subjective Waiting Costs
3. 学会等名 Risk, Uncertainty, and Decision Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norio Takeoka
2. 発表標題 Information Acquisition with Subjective Waiting Costs
3. 学会等名 Asian Meeting of the Econometric Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norio Takeoka
2. 発表標題 Imprecise information and second-order beliefs
3. 学会等名 SAET Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究成果はワーキングペーパーとして研究代表者のwebページに公開されている。  
Norio Takeoka's Homepage  
<http://www1.econ.hit-u.ac.jp/takeoka/>

ワーキングペーパーのタイトル: Optimal Discounting

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	ヌーア ジャワッド  (Noor Jawwad)	ボストン大学・経済学部・准教授	
研究協力者	ク シャンギユ  (Qu Xiangyu)	パリ第一大学、パリ第二大学・LEMMA・特別研究員	
研究協力者	兵庫 一也  (Hyogo Kazuya)	龍谷大学・経済学部・准教授	
研究協力者	東 陽一郎  (Higashi Youichiro)	岡山大学・社会文化科学研究科・教授	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 Hitotsubashi Summer Institute	開催年 2018年～2018年
---	--------------------

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	ボストン大学			
フランス	パリ第二大学			