

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24530193

研究課題名(和文) 戦略的環境下の自制行動の理論と応用

研究課題名(英文) Self-Control Games: Theory and Applications

研究代表者

宇井 貴志 (UI, Takashi)

一橋大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：60312815

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：誘惑下の自制問題とは、意思決定者が複数の価値基準を同時に持つ結果、心理的葛藤に直面することである。本研究では、相互依存関係にある複数個人の自制問題の分析を目的に、自制問題の代表的モデルである Gul-Pesendorfer の選好を戦略型ゲームに取り入れ、「自制ゲーム」という新しいクラスのゲームを提案した。まず、自制ゲームにおける均衡概念を定式化し、均衡の存在証明を行った。また、典型的な自制ゲームのクラスの公理的基礎を与えた。その応用として、友人効果の下でのコミットメントデバイス需要を分析し、コミットメントデバイスの供給制約によって、プレイヤーの厚生を高め得ることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：A majority of self-control models have been considered in the context of single-person decision making. One's propensity to resist temptation, however, may depend on others' decision, as observed in smoking, overeating, and overspending behaviors. As a self-control model with strategic interaction, we introduce a normal form game in which players have self-control preferences of Gul and Pesendorfer (2001, *Econometrica*). As an application, we consider a game in which players purchase a commitment device to cope with temptation in the presence of peer effects. In some equilibrium, players utilize a small amount of the commitment device in a coordinated manner, but in another equilibrium, they purchase an inefficiently large amount of the commitment device. Thus, restricting commitment options can improve welfare, which is never the case in the context of single-person decision making.

研究分野：ミクロ経済学・ゲーム理論

キーワード：ゲーム理論 意思決定理論

1. 研究開始当初の背景

標準的な経済理論では、個人の行動は単一の選好に基づく合理的意思決定としてモデル化されてきた。しかし現実には、複数の相異なる価値基準を同時にもち、その結果、心理的葛藤に直面することがある。

例えば、ダイエット中の個人は低カロリー食を好むが、時には高カロリー食を食べたくなることもある。こうした時、個人は自制心をもって当初の望ましい選択をすることもあれば、誘惑に負けてしまうこともあり得る。これが誘惑下の自制問題である。

これまで自制問題は単独の個人の意思決定の問題として考察されてきた。しかし、現実の自制問題における誘惑の強さは他人の行動に依存する。例えば、若年層の喫煙行動は、周囲の喫煙者の存在に強い影響を受けることが知られている。また、肥満者の友人や、肥満者の友人の友人には肥満者が多いことが示されている。こうした喫煙行動や食行動がもつ外部性はピア効果と呼ばれ、その存在は多くの実証研究で支持されている。

一方、理論研究をみると、相互依存関係にある複数個人の自制問題を分析するための理論的枠組みは存在しなかった。例えば、ピア効果の最も簡単なモデルは、戦略的補完性をもつ戦略型ゲームであるが、こうした単純なゲームでは、自制問題に直面するプレイヤーの心理的葛藤を分析することができない。以下の条件を満たす複数個人の自制問題のモデルが求められていた。

誘惑と自制の心理的葛藤が明示的に組み込まれている。

自制問題への対処として、あらかじめ誘惑的な選択肢を排除する事前のコミットメントと、自制心をもって当初の望ましい選択肢を選ぶ事後の自制行動の両方を分析できる。

厚生分析による政策評価に利用できる。

2. 研究の目的

上記の要請を満たす複数個人の自制問題のモデルを構築し、それをを用いて戦略的環境下の自制行動を分析することが目的である。具格的には、個人の自制問題の分析で注目を集めている Gul and Pesendorfer (2001, *Econometrica* 69, 1403-1436) の意思決定モデル (以後 GP モデルと呼ぶ) を戦略型ゲームに取り入れることで、新しいクラスのゲームである「自制ゲーム」を定義し、その基礎理論を構築した上で応用研究を行う。

3. 研究の方法

GP モデルは、機会集合 (選択肢の集合) に対する選好のモデルである。ある機会集合に直面する個人を考えよう。機会集合の中には、低カロリー食のような当初の望ましい選択肢と、高カロリー食のような誘惑を受ける選択肢とが含まれている。この個人は、機会

集合に含まれる各選択肢を、その選択の便益から、選択を行う時に発生する自制の心理的費用を差し引いた純便益で評価する。そして、その純便益の最大値によって機会集合を評価する。このように GP モデルでは、機会集合をその間接効用で評価することで、機会集合に対する選好を定義する。

GP モデルでは、規範的効用関数と誘惑的効用関数という2つの効用関数から機会集合に対する選好を構成する。これをゲームに拡張し、規範的利得関数と誘惑的利得関数という2つの利得関数から機会集合に対する選好を構成する。すなわち、自制ゲームは以下からなる。

プレイヤーの集合

各プレイヤーの行動集合

各プレイヤーの機会集合 (行動集合の部分集合) の族

各プレイヤーの規範的利得関数と誘惑的利得関数

ゲームは二期間で行われる。各プレイヤーは、第一期から構成される選好に基づき機会集合を選択し、第二期に機会集合の中の行動を選択する。第一段階で選ぶ機会集合と第二段階で選ぶ行動の組を戦略とみなすことで、自制ゲームを戦略型ゲームとみなすことができる。この戦略型ゲームのナッシュ均衡を、自制ゲームの均衡と定義する。

4. 研究成果

(1) 均衡の存在

混合戦略均衡の存在を証明し、純粋戦略均衡が存在する十分条件を与えた。すなわち、規範的利得関数と誘惑的利得関数の和がプレイヤーの行動について凹関数であり、誘惑的利得関数が凸関数であるならば、純粋戦略均衡が存在することを示した。例えば、プレイヤーが事前の段階ではリスク回避的に行動しようと考えているが、意思決定の段階になるとリスク愛好的に行動してしまうような場合、この十分条件は満たされる。

(2) ピア効果の自制ゲームの公理的基礎

ピア効果を分析するための典型的な自制ゲームとして、他のプレイヤーの行動が誘惑的利得関数に対してのみ影響をもつ自制ゲームを考え、その公理的基礎を与えた。

(3) コミットメントデバイスの需要分析

公理的基礎を与えた自制ゲームの応用として、ピア効果の下でのコミットメントデバイス需要を分析した。プレイヤーは通常財と誘惑財の2財を購入する。例えば、貯蓄行動のモデルでは、貯蓄が通常財で、今期の消費が誘惑財である。誘惑的利得関数は、自分の誘惑財の消費量と他のプレイヤーの誘惑財の消費量の増加関数であるとする。したがって、他のプレイヤーの誘惑財の消費が多いほど、

ど、誘惑財への選好が強くなる。第一期には通常財を価格 $p > 1$ で購入でき、第二期には通常財と誘惑財をそれぞれ価格 1 で購入できるとする。したがって、第一期に通常財を購入して手元の所得を減らすことで、第二期の誘惑財の購入量に上限をおくことができる。この意味で、第一期に購入する通常財はコミットメントデバイスとして機能する。そこで、 p をコミットメントデバイスの価格と解釈しよう。

まず、最適反応戦略には 2 種類しかないと示した。第一期にコミットメントデバイスを購入し、第二期には誘惑財のみを購入する戦略と、第一期にコミットメントデバイスを購入せず、第二期には通常財と誘惑財の両方を購入する戦略である。前者をコミットメント戦略、後者を自制戦略とよぶ。このゲームの純粹戦略均衡は、全員がコミットメント戦略を選ぶコミットメント均衡、全員が自制戦略を選ぶ自制均衡、両者が混在する非対称均衡のいずれかである。

つぎに、誘惑財がコミットメントデバイスの粗補完財である場合の均衡と、粗代替財である場合の均衡を求め、両者の性質を比較した。前者の均衡においてコミットメントデバイスは常に通常財であるが、後者の均衡ではギッフェン財になり得る。また前者の均衡は一意に決まるが、後者の場合、 p がある区間内にあるならば、自制均衡とコミットメント均衡が共存し、自制均衡はコミットメント均衡をパレート支配する。したがって、コミットメント均衡が実現している時には、コミットメントデバイスに供給制約を課すことで、厚生を改善することができる。

つまり自制ゲームでは、コミットメントデバイスの存在が厚生を低下させ得ることが明らかになった。コミットメントデバイスのこの効果は、戦略的環境下の自制問題に特有のものである。実際、単独の個人の自制問題の場合、コミットメントデバイスの存在は常に厚生を改善することが知られている。

(4) 凹自制ゲーム

規範的利得関数と誘惑的利得関数の両方が凹関数であるような自制ゲームを分析した。

まず、凹自制ゲームの最適反応戦略は、コミットメント戦略と自制戦略のいずれかになることを示した。コミットメント戦略とは、第一期に選ぶ機会集合が行動集合の真部分集合で、第二期には自制の心理的費用が発生しないような行動を選ぶ戦略である。一方、自制戦略とは、第一期に選ぶ機会集合が行動全体の集合と一致する戦略である。この特殊ケースが、コミットメントデバイスゲームにおけるコミットメント戦略と自制戦略である。

一般に自制ゲームの均衡を求めるには複雑な計算が必要である。しかし、凹自制ゲームにおいて均衡戦略になり得るのは、コミッ

トメント戦略と自制戦略のみなので、このことを利用すれば均衡を簡単に計算することができる。純粹戦略均衡は、全員がコミットメント戦略を選ぶコミットメント均衡、全員が自制戦略を選ぶ自制均衡、両者が混在する非対称均衡の 3 種類のみである。

凹自制ゲームの応用として寡占市場における共謀ゲームを分析した。第一期には、各企業は共謀して平均利潤を最大にしたいと考えている。しかし第二期になると、自社の利潤を最大化する誘惑を受ける。こうした誘惑を排除するために、各企業は第一期に、生産設備を破棄して第二期の生産量に上限を設定できる。このゲームの均衡を計算し、破棄の費用が十分大きい時は、自制均衡のみ存在するが、破棄の費用が十分小さい時は、非対称均衡とコミットメント均衡が共存し、コミットメント均衡の平均利潤よりも非対称均衡の平均利潤の方が大きいことを示した。

(5) ベイジアン自制ゲーム

自制ゲームでは、規範的利得関数と誘惑的利得関数が共有知識であると仮定されている。しかし、利得が共有知識である場合の自制問題と、そうではない場合の自制問題とは、プレイヤーの意思決定が異なる可能性がある。

例えば、第二期に行動を選択した後に、利得関数が確率的に決まる状況を考える。第一期と第二期に、それぞれ利得関数についての情報を得るとする。第一期に第二期の行動に対してコミットすると、第二期における自制の心理的費用を減らすことができる。しかし、第二期に得る情報を意思決定に活かすことができず、情報の機会費用が発生する。したがってプレイヤーは、自制の心理的費用と情報の機会費用の両方を勘案し、意思決定を行うことになる。このように、自制問題におけるプレイヤーの意思決定は、プレイヤーが第一期と第二期にどのような情報をもつかに依存することになる。

こうした状況を分析するためのモデルとして、情報不完備下の自制ゲームであるベイジアン自制ゲームを導入した。ベイジアン自制ゲームでは、規範的利得関数と誘惑的利得関数は確率的に決まり、プレイヤーはその事前確率分布を知っているとす。各プレイヤーは、第一期に情報を受け取り、事後確率分布を計算し、これに基づいて機会集合を選択する。第二期には新しい情報を受け取り、改めて事後確率分布を計算し、これに基づいて機会集合の中の行動を選択する。このゲームの均衡概念を定式化し、情報が均衡に与える影響を調べた。

(6) 基礎研究

自制ゲームの基礎と拡張を念頭に、以下の基礎研究を行った。

Savage の主観確率モデルを動学的に拡張

し、不確実性の解消を表現する個人の情報構造（私的情報）を導出する公理モデルを考察した。

確率的割引モデルの枠組みで、過去の行動の履歴がその後の主観的情報構造に影響を与えるようなモデルの公理的基礎を考察した。

GP モデルを一般化して、機会集合からの選択が必ずしも顕示選好の弱公理を満たさないモデルを考察した。

過去の行動の履歴に誘惑が依存する一例として、自らの性格（選好）を変えたいと思いつつも、現状の自分に満足してしまうような心理的葛藤が挙げられる。このような個人の内生的選好形成に伴う自制行動を公理的に分析した。

ベイジアンゲームにおける情報の社会的価値の特徴付けを行った。また、情報取得が内生的なベイジアンゲームにおいて、情報取得費用が厚生に与える影響について分析を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

Ui, T., Yoshizawa, Y., 2015. Characterizing Social Value of Information. *Journal of Economic Theory* 158, 507-535. [査読有]
doi:10.1016/j.jet.2014.12.007

Ui, T., 2014. The Social Value of Public Information with Convex Costs of Information Acquisition. *Economics Letters* 125, 249-252. [査読有]
doi:10.1016/j.econlet.2014.09.015

Higashi, Y., Hyogo, K., Takeoka, N., 2014. Stochastic Endogenous Time Preference. *Journal of Mathematical Economics* 51, 77-92. [査読有]
doi:10.1016/j.jmateco.2014.01.011

Dillenberger, D., Lleras, J.S., Sadowski, P., Takeoka, N., 2014. A Theory of Subjective Learning. *Journal of Economic Theory* 153, 287-312. [査読有]
doi:10.1016/j.jet.2014.07.003

〔学会発表〕(計 6 件)

武岡則男, Self-Control Games, BIC Microeconomic Theory Workshop, 2014 年 10 月 25 日, University of St Andrews, セント・アントルーズ(英国)。

宇井貴志, ベイジアンゲームにおける内生的情報構造と情報の社会的価値, 第 20 回 DC コンファランス, 2014 年 10 月 13 日, 福岡大学(福岡県・福岡市)。

宇井貴志, Welfare Effects of Information Acquisition Costs, EEA-ESEM 2014, 2014 年 8 月 25 日,

Toulouse 1 University Capitole, トゥールーズ(フランス)。

武岡則男, Self-Control Games, 行動経済学会第七回大会(招待講演), 2013 年 12 月 15 日, 京都大学(京都府・京都市)。

宇井貴志, Characterizing Social Value of Information, EEA-ESEM 2013, 2013 年 8 月 28 日, University of Gothenburg, イェーテボリ(スウェーデン)。

宇井貴志, Self-Control Games, Games 2012, 2012 年 7 月 25 日, Istanbul Bilgi University, イスタンブール(トルコ)。

〔その他〕

ホームページ等

<http://sites.google.com/site/takashiui/>

<http://www.takeoka.ynu.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宇井 貴志 (UI, Takashi)

一橋大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号: 60312815

(2) 研究分担者

武岡 則男 (TAKEOKA, Norio)

横浜国立大学・大学院国際社会科学研究院・准教授

研究者番号: 80434695