

Title	価値割引の観点から見た衝動性と利己性：ゲーム課題を用いた実験的研究
Author	八木, 広大 / 伊藤, 正人 / 佐伯, 大輔
Citation	人文研究. 66 巻, p.87-103.
Issue Date	2015-03
ISSN	0491-3329
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学大学院文学研究科
Description	高坂史朗教授退任記念

Placed on: Osaka City University Repository

価値割引の観点から見た衝動性と利己性： ゲーム課題を用いた実験的研究

八木 広 大 伊 藤 正 人 佐 伯 大 輔

これまで、心理学では衝動性と利己性は異なる行動傾向として独立に研究がなされてきたが、最近の価値割引研究では、これらの間の類似性が理論的および実証的な観点から調べられている。実証的研究では、衝動性の程度を表す遅延割引率と協力選択、あるいは遅延割引率と利己性の程度を表す社会割引率との間の相関関係が検討されてきた。本研究では、実験参加者が報酬までの遅延時間や報酬の共有を経験する選択場面を用いて、遅延割引率と社会割引率を測定しこれらの間の相関関係を調べることで、衝動性と利己性の関係を考察した。実験では、大学生 98 名を対象に、調整量手続きを用いて、遅延報酬や共有報酬との間で主観的に等価な即時報酬量や独占報酬量を測定した。社会割引測定は、囚人のジレンマゲームと類似した選択場面を用いて行われ、対戦相手であるコンピュータの選択方略として、しつぱ返しとランダムとの2条件が設定された。その結果、遅延割引率とランダム条件で得られた社会割引率との間に有意な正の相関が見られた。この結果は、遅延割引と社会割引が類似した割引過程であることを示しており、衝動性と利己性が共通の基礎過程を持つことを示唆している。

序論

これまで心理学では、衝動性 (impulsiveness) と利己性 (selfishness) は、それぞれ、「個体内ジレンマ」 (intrapersonal dilemma) と「個体間ジレンマ」 (interpersonal dilemma) という異なる場面における異なる行動傾向として考えられ、互いの関係が論じられることはあまりなかった (Rachlin, 1993)。しかし、オペラント条件づけ研究の一分野として発展してきた選択行動研究では、これら 2 つの行動を選択行動としてとらえ、価値割引 (discounting) の枠組みを用いて分析することによって、これらの選択行動の間の共通点を見出そうとする試みがなされている (Jones & Rachlin, 2006, 2009; Rachlin & Jones, 2008)。価値割引とは、種々の要因によって報酬の主観的価値が低下する現象 (Green & Myerson, 2004; Rachlin, 2006; Rachlin, Raineri, & Cross, 1991; 佐伯, 2011) であり、衝動的選択は遅延割引 (delay discounting) と、利己的選択は社会割引 (social discounting) と関係することがそれぞれ示されてきた (Ito, Saeki, & Green, 2011; Jones & Rachlin, 2009)。価値割引の枠組みを用いた分析により、個人の行動傾向を割引率 (discount rate) によって定量化することが可能になるが、さらに割引率間の相関関係を調べることで、選択行動の間の共通性を明らかにできる。

本稿では、ヒトを対象に、実験参加者が報酬までの遅延時間や他者との報酬の共有を経験する選択場面を用いて遅延割引と社会割引を測定し、割引間の相関関係を検討することを通して、衝動的選択と利己的選択の関係を明らかにすることを目的とする。以下では、まず、遅延割引と社会割引のそれぞれについて説明を行い、次に、本研究で実施した実験について報告する。

遅延割引

ダイエットをしている人の前にケーキが置かれたとしよう。この人には、ケーキを食べるか、ダイエットの成功のために食べるのを我慢するかとの2つの選択肢があることになる。オペラント条件づけに基づく選択行動研究では、このような状況下で「ケーキを食べる」こと、すなわち即時に得られる小さな利益を選ぶことを衝動性、一方「食べるのを我慢する」こと、すなわち遅延後に得られる大きな利益（ダイエットの達成）を選ぶことを自己制御（self-control）という（Ainslie, 1975; Rachlin & Green, 1972）。このような自己制御選択場面における、報酬の獲得までの遅延時間と報酬量において異なる選択肢間の選択場面における選好は、遅延割引の枠組みによって説明されてきた（Ainslie, 1975; Rachlin et al., 1991）。遅延割引とは、報酬の獲得までの遅延時間によって報酬の主観的価値が低下する現象を指す（Green & Myerson, 2004; Rachlin, 2006; Rachlin et al., 1991）。上記の例では、人がケーキを我慢できずに食べてしまうのは、「ダイエットの達成」という、より大きい結果の主観的価値がそれを達成するまでの遅延時間によって低下し、「今ケーキを食べる」ことの主観的価値の方が上回ったためだと解釈できる。遅延によって報酬の価値がどのように割引かれるのかを表わす数理モデルとして、Mazur (1987) は (1) 式的双曲線関数 (hyperbolic function) を提案した。

$$V = \frac{A}{1+kD} \quad (1)$$

ただし、 V は遅延割引後の報酬の主観的価値、 A は遅延報酬量、 k は遅延による価値割引の程度を表す経験定数（遅延割引率）、 D は報酬が得られるまでの遅延時間である。

ヒトを対象とした遅延割引研究では、遅延時間の延長に伴い、遅延後に得られる報酬と主観的価値が等価になる即時報酬量（主観的等価点）が、(1) 式にしたがって低下することが報告されている（Kirby & Maraković, 1995; Rachlin et al., 1991）。さらに、喫煙や薬物摂取といった衝動的行動をとる人は、そうでない人よりも遅延割引率 (k) の高いことが示されている（Bickel, Odum, & Madden, 1999; Madden, Petry, Badger, & Bickel, 1997）。このことは、遅延割引率が衝動性の程度を表すことを示している（Green, Fry, & Myerson, 1994）。

社会割引

Rachlin (1993) は、「共有地の悲劇」(tragedy of commons) (Hardin, 1968) の逸話を通して、衝動性の問題と利己性の問題の類似性を指摘し、価値割引の枠組みを社会的場面へと拡

張した。「共有地の悲劇」とは、共有地である牧草地に農民たちが牛を放牧しようとしたときに、自分の利益を最大化するためには、より多くの牛を牧草地に放牧する必要があるが、全員が同じように牛を放牧し続けると、最終的には土地が荒れ果て、全員が被害を受けることになるという、自分の利益と集団の利益が矛盾する場面における人の行動を表している。この状況は、「より多くの牛を牧草地に放牧して目先の利益をとる」か「土地が荒れ果てないように放牧を控えて長期的な利益をとる」か、つまり、即時小報酬と遅延大報酬間の選択が求められる自己制御選択場面と類似している。Rachlin (1993) は、自己制御選択場面と協力選択場面の間のこのような類似性に基づき、衝動的選択に加えて利己的選択も価値割引の観点から分析できると考えた。

Rachlin (1993) は、価値割引の社会的要因として、「他者との報酬の共有」を提案し、報酬の共有による価値割引を、社会割引と呼んだ (Ito et al., 2011; Jones & Rachlin, 2006, 2009; Rachlin, 1993)。これは、報酬を他者と共有することによって、その報酬の主観的価値が低下する現象を指す。Rachlin (1993) では、報酬を共有する人数の増加に伴って報酬の主観的価値が低下することを示す、(2) 式の双曲線関数モデルが提案された。

$$V = \frac{A}{1+sN} \quad (2)$$

ただし、 V は社会割引後の報酬の価値、 A は共有報酬量、 N は自分を除いた報酬共有人数、 s は共有による価値割引の程度を示す経験定数 (社会割引率) である。

ヒトを対象とした社会割引研究では、共有人数の増加に伴い、共有報酬との間で主観的に等価になる独占報酬量 (主観的等価点) が、(2) 式にしたがって低下することが報告されている (Ito et al., 2011)。さらに、社会的ジレンマ (social dilemma) 状況において、独占選択を行う人は、共有選択を行う人に比べて社会割引率 (s) が高いことが示されている (Ito et al., 2011)。この事実は、社会割引率が利己性の程度を表すことを示している。(2) 式において、 N は共有人数を表すが、 N を社会的距離 (他者との親しさの程度) とした場合でも、(2) 式によって割引はうまく記述できることが報告されている (Jones & Rachlin, 2006, 2009)。

遅延割引と社会割引の関係

上述のように、遅延割引と社会割引は、双曲線関数という同型の数理モデルによって記述されるという類似点をもつが、このことは、選択行動に対して、報酬までの遅延時間と報酬を共有する人数 (または、共有相手との社会的距離) が同様の機能を持つことを示唆している。もしそうであるならば、自己制御選択場面において衝動的にふるまう人は、他者との相互作用によって利得が決まる社会的選択場面において利己的にふるまうことが予測される。このような観点から、遅延割引と利己的選択の関係や、遅延割引と社会割引の関係が検討されてきた。

Harris & Madden (2002) は、大学生を対象に、遅延割引率と協力選択との関係を調べている。遅延割引測定では、遅延後に得られる 10 ドルと主観的に等価になる即時報酬の金額が測定された。遅延時間には、6 時間、2 日、1 週間、2 週間、1 ヶ月、2 ヶ月、6 ヶ月、1 年の 8 条件が設定された。例えば 6 時間条件においては、1 試行目では、「6 時間後に得られる 10 ドル」と「すぐに得られる 10 ドル」と書かれたカードが呈示され、どちらが好ましいかを実験参加者に答えさせた。2 試行目以降では、実験参加者が選択を切り替えるまで即時報酬額を低下させた。ただし、最大 28 試行まで実施し、28 試行目の即時報酬額は 0.02 ドルであった。このような選択試行を即時報酬額が上昇する場合についても実施し、下降系列と上昇系列において測定された、選択が切り替わる直前の即時報酬額の平均値をその遅延条件における主観的等価点とした。このような等価点測定を、実験参加者ごとにすべての遅延条件について行い、得られた等価点に (1) 式の双曲線関数を適用して遅延割引率が推定された。なお、この研究では、参加者の選択内容の 1 つが実験後に無作為に選択されて実現される実際報酬 (Kirby & Maraković, 1995) が用いられた。

一方、協力選択は、囚人のジレンマゲーム (prisoner's dilemma game) を用いて測定された。囚人のジレンマゲームとは、ゲーム理論 (game theory) に基づいて構築された、「協力」と「裏切り」の間の選択場面であり、ヒトや動物の協力的行動を扱う様々な研究分野で用いられている (アクセルロッド, 1998; 佐伯・亀田, 2002)。囚人のジレンマゲームでは、2 人のプレイヤーが互いに「協力」と「裏切り」の間の選択を行い、選択結果が、自分の選択と相手の選択の両方に依存して決定する。図 1 は、各プレイヤーの選択とその結果を示した利得行列 (payoff matrix) である (Green, Price, & Hamburger, 1995)。図 1 より、対戦相手がどちらを選択した場合でも、「裏切り」を選択したほうが自分の利得は高くなるため、どちらのプレイヤーにとっても、自己の利益の最大化を目指すのであれば、「裏切り」を選択すべきとされている。しかし、お互いが「裏切り」を選択した場合、集団としては最低の結果になるところにジレンマが存在する。また、選択機会が 1 回の場合には、上述のように「裏切り」が最適であるが、複数回の選択が可能な場合には、対戦相手の選択方略によって最適な選択は異なる。

Harris & Madden (2002) では、実験参加者は、しっぺ返し (tit-for-tat; TFT) 方略 (前試行における対戦相手の選択と同じ選択を行う方略) をとるコンピュータと、40 試行の選択

		プレイヤー 2	
		協力	裏切り
プレイヤー 1	協力	3,3	1,4
	裏切り	4,1	2,2

図 1. 囚人のジレンマゲームの利得行列。各セル内の数値のうち、左側はプレイヤー 1 の利得を、右側はプレイヤー 2 の利得を示す。

を経験した。このような繰り返し型の囚人のジレンマゲームにおいて、対戦相手が TFT 方略をとる場合には、協力を選び続けることで、実験セッション全体で得られる利得を最大化できる。

さらに、繰り返し型の囚人のジレンマゲームにおいて対戦相手が TFT 方略をとる場合、自己制御選択場面と同じ構造を持つ選択場面になる (Green et al., 1995; Rachlin, 2002)。例えば今、TFT 方略をとる相手と、図 1 に示した利得行列に従ってゲームを行っており、「裏切り」の応酬が続いていて、毎試行 2 ポイントが得られているとする。ここで 3 ポイント (大報酬) を得るには、2 試行連続して「協力」を選ぶ必要があるため、1 試行分の遅延時間が伴う。一方、2 ポイント (小報酬) を得るには、現試行で「裏切り」を選べばよいので、遅延時間は生じない。従って、この状況では、協力選択が自己制御選択に、裏切り選択が衝動的選択に対応しているといえる。このような、協力選択場面と自己制御選択場面との類似性に基づき、遅延割引率と裏切り選択率の間には、正の相関関係のあることが予測された。

その結果、遅延割引率と裏切り選択率の間には、予測通り、有意な正の相関 ($r = .415, p = .01$) のあることが示された。同様の結果は、オピオイド依存者を対象に、仮想報酬を用いて遅延割引率と、TFT 方略をとるコンピュータを対戦相手とする囚人のジレンマゲームにおける協力率との関係を調べた Yi, Buchhalter, Gatchalian, & Bickel (2007) においても報告されている。

遅延割引率と協力選択との間の関係は、対戦相手が TFT 方略をとらない場合、すなわち、協力選択場面が、自己制御選択場面の構造を持っていない場合においても報告されている。Yi, Johnson, & Bickel (2005) は、大学生を対象に、仮想報酬を用いて、遅延割引率と囚人のジレンマゲームにおける協力選択率との関係を検討した。囚人のジレンマゲームにおける対戦相手はコンピュータであり、TFT 条件に加えて、ランダム (random; RND) 方略をとる条件が設定された。対戦相手が RND 方略をとる場合、「裏切り」が最適な選択となる。ヒトを対象に、コンピュータを対戦相手に囚人のジレンマゲームを用いて協力選択を調べた研究 (Silverstein, Cross, Brown, & Rachlin, 1998; Yi & Rachlin, 2004; Yi et al., 2005) では、協力選択率は、コンピュータの方略が TFT の場合の方が RND の場合よりも高くなることが示されている。

Yi et al. (2005) では、遅延割引測定の際に複数の報酬量条件が設定されたが、その結果、TFT 条件だけではなく、RND 条件においても、一部の条件において、遅延割引率と協力選択率の間に有意な負の相関 ($r = -.44, p < .05$) が得られた。Yi et al. (2005) は、このような結果は一部でしか見られていないことから、遅延割引率と RND 条件下での協力選択率との間に関係がないと結論しているが、有意な相関が見られたことについての解釈はなされていない。

Harris & Madden (2002)、Yi et al. (2005)、Yi et al. (2007) は、いずれも、実験参加者に

「対戦相手がコンピュータである」ことを教示した上で実験を行っている。したがって、対戦相手が人間である状況下においても、同様の結果が得られるかは不明である。

Curry, Price, & Price (2008) は、実際報酬を用いて測定された遅延割引率と、1 回きり (one-shot) の公共財ゲーム (public-goods game) における提供額との間の関係を調べた。公共財ゲームでは、自分を含めた 4 人からなる集団のそれぞれが 5 ドルを与えられ、そのうちの一部または全部を「共同口座」に入れることができると教示される。「共同口座」に入れられたお金の金額は 2 倍され、メンバー全員に平等に分配される。この実験では、他のメンバーも同じ部屋にいる状況で行われた。その結果、遅延割引率と提供額の間には、有意な負の相関 ($r = -.27, p < .05$) が見られた。この結果は、他のプレイヤーがコンピュータではなく人間である場合、協力選択場面が自己制御選択場面と同じ構造をしていない場合においても、遅延割引率が利己性の程度を表すことを示している。

上述の研究は、遅延割引率とゲーム場面における協力的行動との関係を検討しているが、遅延割引と社会割引の間の相関関係を検討した研究も存在する。Jones & Rachlin (2009) は、大学生を対象に、質問紙法により、仮想の金銭報酬を用いて、遅延割引と社会割引を測定し、これらの間の相関関係を調べている。その結果、遅延割引と社会割引の間には有意な正の相関 ($r = .282, p < .01$) が見られた。ただし、この研究では、公共財ゲームにおける提供額についても測定しているが、遅延割引との間の有意な相関は見られなかった。

Jones & Rachlin (2009) では、仮想の選択場面が用いられたが、一般に、選択行動研究では、実験参加者が複数回の試行を通して選択肢の内容を経験する学習場面において選好が測定される。また、Jones & Rachlin (2009) で用いられた社会割引の要因は社会的距離であり、共有人数を割引要因とした検討はなされていない。

上述の先行研究を踏まえ、本研究では、参加者が複数回の試行を通して、報酬が得られるまでの遅延や他者との報酬の共有を経験する選択場面を用いて、遅延割引と、共有人数を割引要因として社会割引を測定し、割引間の相関関係を調べることで、2 つの割引過程の類似性を示すことを目的とする。遅延割引測定では、ヒトを対象とした場合、実験室内で実現可能な数十秒単位の遅延時間では価値割引は生じにくいいため、遅延中に実験参加者の「エネルギー」が減少する場面を用いることで、遅延が割引要因として機能するよう工夫した (Rodriguez & Logue, 1988; 佐伯・伊藤, 2003)。

社会割引測定では、囚人のジレンマゲームに類似したゲーム場面を用いて、対戦相手であるコンピュータの選択方略 (TFT と RND) の効果についても検討を行う。先行研究の結果から、遅延割引率と社会割引率の間に正の相関の見られることが予測される。また、TFT 条件では RND 条件に比べて、共有選択が多くなることが期待されることから、社会割引の程度は、TFT 条件の方が RND 条件よりも低くなると予測される。

方法

実験参加者

大学生 98 名（男性 46 名、女性 52 名）が実験に参加した。社会割引測定ではコンピュータの選択方略として TFT 条件と、共有確率が 50% の RND 条件の 2 条件を設定した。TFT 条件には 38 名（男性 18 名、女性 20 名）が、RND 条件には 60 名（男性 28 名、女性 32 名）が無作為に割り当てられた。どの参加者も今回と同様の実験に参加した経験はなかった。

装置

実験は、机と椅子が置かれた実験室（幅 1.65 m × 奥行き 1.65 m × 高さ 2.40 m）内で、実験参加者が椅子に座った状態で個別に行われた。実験室内の机の上には 15 型のタッチパネル付液晶カラーディスプレイ（FlexScan L350P, EIZO）が 1 台設置された。実験の制御および反応の記録は、隣室に設置されたパーソナルコンピュータ（VAIO PCG-R505F/BD, SONY）によって行われた。実験に用いたプログラムは、Windows XP（Microsoft, Home Edition）上で作動する Visual Basic（Microsoft, Ver6.0）により作成された。

手続き

遅延割引測定 実験参加者に、報酬量が試行ごとに变化する即時報酬と、報酬量が 1,600 円に、遅延時間が 15 秒に固定された遅延報酬間の選択を行わせることで、遅延報酬と等価な即時報酬量を求める調整量手続き（adjusting-amount procedure）（Richards, Mitchell, de Wit, & Seiden, 1997）を用いた。即時報酬量は、前試行において即時報酬が選択されると減少し、逆に、遅延報酬が選択されると増加した。このような試行を 10 試行実施した後の即時報酬量を、遅延報酬との間で主観的に等価な即時報酬量（主観的等価点）とした。なお、仮想報酬と実際報酬の間で遅延割引を比較した研究（Johnson & Bickel, 2002）では、割引率に違いが見られないことを報告しているため、本研究では、仮想報酬を用いた。

実験参加者には、実験前に、「15 時間後に得られる 1,600 円」と「すぐに得られる X 円」という 2 つの選択肢から 1 つを選択し、できるだけたくさんのお金を手に入れることを目指すように教示を行った（資料 1）。遅延時間は「15 時間」と表示されたが実際には 15 秒であった。

実験が開始すると、図 2 に示したように、ディスプレイ上に、「受取る」と「預ける」という水色と黄色の四角形で示された 2 つの選択肢と、遅延報酬を選んだ場合の待ち時間、各選択肢を選んだ場合に得られる金額、残存エネルギー、現在の所持金（セッション開始時は 0 円であった）、「支出」と表示された四角形（以下、「支出ボタン」と呼ぶ）が表示された。「受取る」は即時報酬、「預ける」は遅延報酬を表す。実験参加者は、2 つの選択肢のいずれかに指で触れることで選択を行った。

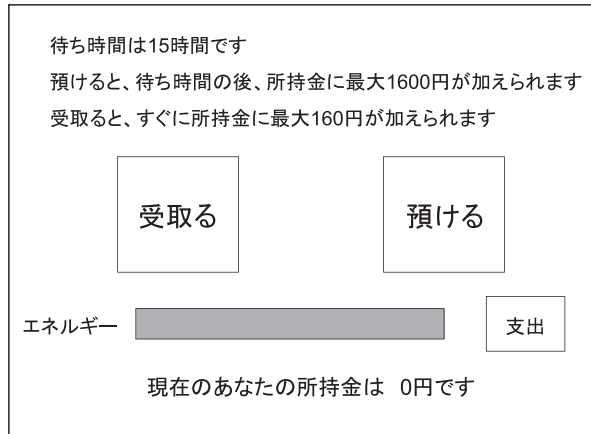


図 2. 遅延割引測定における選択画面

即時報酬が選択されると、選択肢と選択肢の内容に関する説明が消失し、画面中央に「¥」と書かれた四角形（以下、「報酬ボタン」と呼ぶ）が表示され、4 秒間の報酬期が開始した。報酬期では、実験参加者は報酬ボタンに 20 回触れることで、即時報酬量を得ることができた。報酬ボタンへの 1 回の反応に対して、報酬量の 1/20 が所持金に加えられた。報酬期が終了すると報酬ボタンは消失し、1 試行の時間間隔を選択肢間で一定にするための、15 秒のタイムアウトが挿入された。タイムアウト終了後、即時報酬量が 1 段階減少し、図 2 のように、選択肢の内容に関する説明と選択肢が表示されて次試行が開始した。

一方、遅延報酬が選択されると、選択肢と選択肢の内容に関する説明が消失し、15 秒の遅延期が開始した。遅延期では、変動時間 (variable time; VT) 1.5 秒スケジュールに応じて、画面上の残存エネルギー量を示す長方形から、1/10 ずつエネルギーが減少した。実験参加者は、支出ボタンを押すことで、減少したエネルギーを回復させることができた。支出ボタンが 1 回押されると、エネルギーが全体の 1/10 回復し、所持金が 160 円減少した。実験参加者は、支出ボタンを実験中いつでも押すことができた。残存エネルギーが無くなった状態で 5 秒経過すると、その実験セッションを再度実施した。遅延期が終了すると、VT スケジュールが停止することでエネルギーの減少が停止し、報酬ボタンが呈示され、4 秒間の報酬期が開始した。報酬期の手続きは、報酬量が 1,600 円であったこと以外は、即時報酬が選択された場合と同様であった。報酬期が終了すると、即時報酬量が 1 段階増加し、図 2 のように、選択肢の内容に関する説明と選択肢が表示されて次試行が開始した。

即時報酬量は、1 試行目では 160 円または 1,440 円とし、このうちのいずれかであるかは実験参加者間でカウンターバランスした。即時報酬量は、1 円、80 円、160 円、320 円、(以降 160 円ずつ増加)、1,600 円の範囲で、12 段階の変化をした。10 試行を 1 セッションとし、セッション終了時の即時報酬量を、「15 秒後の 1,600 円」との間で主観的に等価な即時報酬量 (主

観的等価点)とした。各実験参加者は、即時報酬量の初期値(160円、1,440円)の異なるセッションをそれぞれ1セッションずつ経験した。どちらの初期値を先に実施するかについては、実験参加者間でカウンターバランスした。この他、選択肢の位置(左右)と選択肢の色(水色または黄色)についても、実験参加者間でカウンターバランスした。

社会割引測定 実験参加者に、報酬量が試行ごとに变化する独占報酬と、報酬量が1,500円に固定され、1人の他者と共有する共有報酬間の選択を行わせることで、共有報酬と等価な独占報酬量を求める調整量手続きを用いた。独占報酬量は、前試行において独占報酬が選択されると減少し、逆に、共有報酬が選択されると増加した。このような試行を10試行実施した後の独占報酬量を、共有報酬との間で主観的に等価な独占報酬量(主観的等価点)とした。遅延割引測定と同様に、仮想報酬を用いた。

実験参加者には、実験前に、隣接した実験室にいるもう1人の実験参加者を相手にゲームを行うこと、ゲームでは、「他者と共有する1,500円」と「一人で所有するY円」という2つの選択肢から1つを選択し、できるだけたくさんのお金を手に入れることを目指すように教示を行った(資料2)。しかし、実際には、対戦相手はコンピュータであった。

実験が開始すると、図3に示したように、ディスプレイ上に、「財布」と「貯金箱」という赤色と緑色の四角形で示された2つの選択肢と、ゲームの参加者数、各選択肢を選んだ場合に得られる金額、実験参加者の累積金額(セッション開始時は0円であった)が表示された。「財布」は独占報酬、「貯金箱」は共有報酬を表す。実験参加者は、2つの選択肢のいずれかに指で触れることで選択を行った。

独占報酬が選択されると、選択肢と選択肢の内容に関する説明が消失し、画面に実験参加者と対戦相手の選択内容と「終了」と書かれた四角形(以下、「終了ボタン」と呼ぶ)が表示された。終了ボタンに反応があると、独占報酬額が累積金額に加算された。この時、対戦相手が共有報酬を選択していた場合には、1,500円の半分の額である750円が累積金額に加算された。

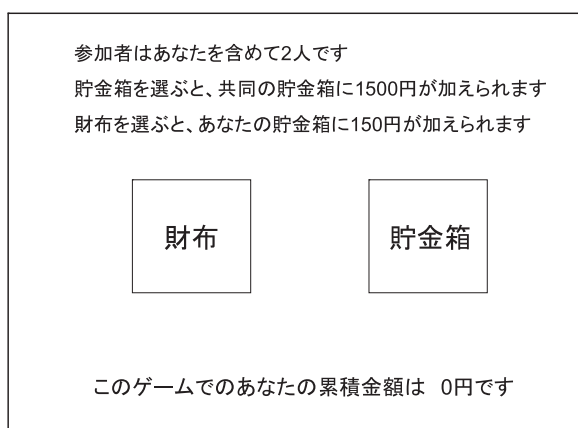


図3. 社会割引測定における選択画面

さらに、終了ボタンに反応がなされると、独占報酬量が1段階減少し、図3のように、選択肢の内容に関する説明と選択肢が表示されて次試行が開始した。

一方、共有報酬が選択された場合、独占報酬を選択した場合と異なるのは、独占報酬からの入金がないことと、対戦相手も共有報酬を選択していた場合には、1,500円が累積金額に加算されたが、対戦相手が独占報酬を選択していた場合には、750円が累積金額に加算されたことであった。その後、終了ボタンに反応がなされると、独占報酬量が1段階増加し、図3のように、選択肢の内容に関する説明と選択肢が表示されて次試行が開始した。

独占報酬量は、1試行目では1円または1,500円とし、このうちのいずれかであるかは実験参加者間でカウンターバランスした。独占報酬量は、1円、150円、300円、(以降150円ずつ増加)、1,500円の範囲で、11段階の変化をした。10試行を1セッションとし、セッション終了時の独占報酬量を、「1人の他者と共有する1,500円」との間で主観的に等価な即時報酬量(主観的等価点)とした。各実験参加者は、即時報酬量の初期値(1円、1,500円)の異なるセッションをそれぞれ2セッションずつ経験した。どちらの初期値を先に実施するかについては、実験参加者間でカウンターバランスした。この他、選択肢の位置(左右)と選択肢の色(赤色または緑色)についても、実験参加者間でカウンターバランスした。

対戦相手であるコンピュータの選択方略として、TFT条件とRND条件を設定した。TFT条件では、コンピュータは1試行目に共有報酬を選択し、2試行目以降は、実験参加者の前試行における選択と同じ選択を行った。一方、RND条件では、コンピュータは、10試行中、各選択肢を無作為な順序で5試行ずつ選択した。コンピュータの方略は、参加者間要因とした。

遅延割引測定と社会割引測定の実施順序は、実験参加者間でカウンターバランスした。実験終了後、実験参加者に、何に基づいて選択を行ったか、どのように選択すれば獲得金額を最大化できたかなどについて、言語報告を求めた。

結果

遅延割引と社会割引いずれについても、最終2セッションにおける10試行後の即時報酬量または独占報酬量の平均値を算出し、その実験参加者の主観的等価点とした。遅延割引については、(1)式の V に主観的等価点を、 A に1600を、 D に15を代入することにより k を算出した。社会割引については、(2)式の V に主観的等価点を、 A に1500を、 N に1を代入することにより s を算出した。割引率の分布には歪みのあることが知られているため、割引率の分析には、対数変換した値を用いた。

TFT 条件

各実験参加者から得られた主観的等価点の散布図を図4に、割引率の散布図を図5に示す。

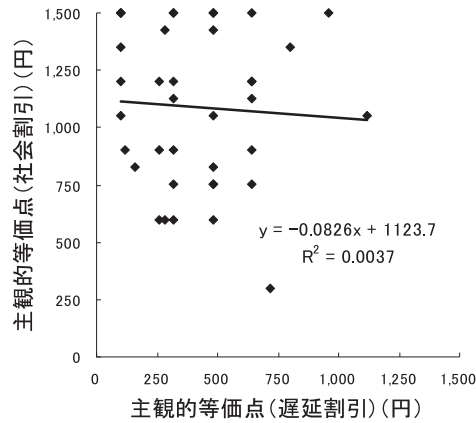


図 4. TFT 条件における主観的等価点の散布図。直線は回帰直線を、等式は回帰式を、 R^2 は決定係数を表す。

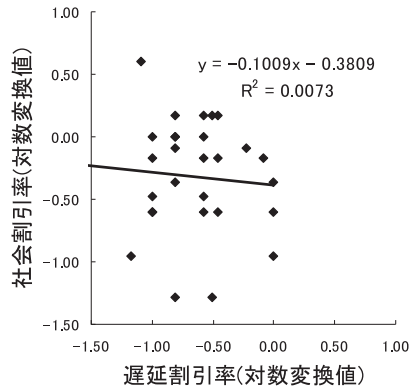


図 5. TFT 条件における割引率（対数変換値）の散布図。直線は回帰直線を、等式は回帰式を、 R^2 は決定係数を表す。

遅延割引率の平均値は 0.34、社会割引率の平均値は 0.57 であった（いずれも対数変換後の値）。ピアソンの積率相関係数は 主観的等価点では -0.06 ($t [36] = -0.36$, n.s.)、割引率では -0.09 ($t [36] = -0.52$, n.s.) となり、いずれも有意な相関ではなかった。

RND 条件

各実験参加者から得られた主観的等価点の散布図を図 6 に、割引率の散布図を図 7 に示す。遅延割引率の平均値は -0.76 、社会割引率の平均値は -0.02 であった（いずれも対数変換後の値）。ピアソンの積率相関係数は 主観的等価点では 0.37 ($t [58] = 3.07$, $p < .01$)、割引率では 0.32 ($t [58] = 2.59$, $p < .05$) となり、どちらの測度においても遅延割引と社会割引の間で有意な正の相関が見られた。

TFT 条件と RND 条件の間で、遅延割引率に有意差は見られなかった ($t [61] = -1.63$, n.s.)

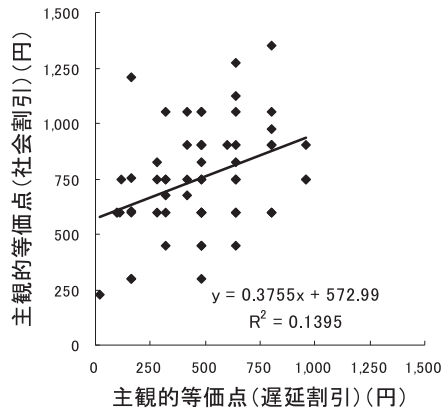


図 6. RND 条件における主観的等価点の散布図。直線は回帰直線を、等式は回帰式を、 R^2 は決定係数を表す。

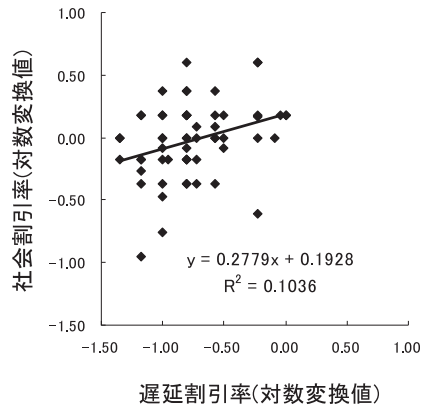


図 7. RND 条件における割引率 (対数変換値) の散布図。直線は回帰直線を、等式は回帰式を、 R^2 は決定係数を表す。

ため、これらの条件間で、遅延割引率との間の相関関係に違いが見られた原因は、コンピュータの方略に原因があると考えられる。対戦相手が TFT 方略をとる場合、囚人のジレンマゲームは、自己制御選択場面と類似した選択場面になることから、TFT 条件では、RND 条件よりも共有選択の多くなることが予測された。社会割引測定における主観的等価点の平均値は、TFT 条件では 1089.5 円 ($SD=339.80$)、RND 条件では 751.6 円 ($SD=239.41$) であり、これらの間に有意差が見られた ($t [28]=4.37, p<.05$)。つまり、TFT 方略が RND 方略よりも、共有選択を促進していたことを示している。この結果は、囚人のジレンマゲームにおいて、対戦相手が TFT 方略をとる場合の方が、RND 方略をとる場合よりも協力選択率が有意に高いことを示した先行研究 (Silverstein et al., 1998; Yi & Rachlin, 2004; Yi et al., 2005) の結果と一致する。なお、実験後の言語報告から、対戦相手がコンピュータであることに気づいた実験参加者はいなかったと考えられる。

考察

本研究では、実験参加者が、報酬までの遅延時間や他者との報酬の共有を、複数回の選択試行を通して経験する選択場面を用いて遅延割引と社会割引を測定し、2つの価値割引の間の関係について調べた。その結果、遅延割引率と、RND条件下で測定された社会割引率との間に有意な正の相関が見られたが、TFT条件下で測定された社会割引率との間には有意な相関関係は見られなかった。この事実は、遅延割引率と、TFT条件下で得られた協力選択率との間に有意な正の相関関係を見出した先行研究（Harris & Madden, 2002; Yi et al., 2005, 2007）の結果と異なる。

本研究において、先行研究と異なる結果が得られた原因として、選択場面と従属変数の相違が考えられる。先行研究では、協力選択の測定のために、囚人のジレンマゲームが使用された。従って、図1に示したように、自分の選択と対戦相手の選択によって決定される報酬量は常に一定であった。しかしながら本研究では、社会的場面における参加者の協力選択の尺度として割引率を用いており、その測定のために調整報酬量手続きを用いたことによって、独占報酬量が試行間で変動した。それにより、本研究で使用した選択場面が従来の囚人のジレンマゲームとは異なる利得構造になっていた可能性がある。また、先行研究では従属変数として、協力選択率が採用されたが、本研究では主観的等価点やこれに基づいて算出される割引率が用いられた。このような手続き上の相違が、研究間における結果の違いを生み出した可能性がある。

また、図4と図6を比較すると明らかなように、TFT条件ではRND条件よりも、主観的等価点が高い範囲に分布する傾向にあったことも、相関関係が見られなかった原因として考えられる。TFT条件における等価点がRND条件よりも有意に高いことから、その傾向が見てとれる。TFT方略をとる対戦相手に対して、報酬量を最大化する方法は「常に協力を選択する」ことであるが、本研究では、実験参加者の多くがそのような選択した結果、主観的等価点が高い範囲に集中するという分布の偏りが生じ、遅延割引率との間に有意な相関関係が見られなかったと考えられる。RND条件では、主観的等価点のばらつきが、TFT条件よりも有意に大きかった（ $F[37, 59]=2.01, p<.05$ ）ことから、TFT条件において参加者の選択に偏りがあったことが示唆される。

しかしながら、このことは本研究の手続きに問題があったことを示しているわけではない。TFT条件下で共有選択が多くなされたことは、実験参加者が課題の目的を理解し、対戦相手の方略に関する学習が適切になされたことを示しているからである。ただし、本研究で用いた共有選択場面は、そこに含まれる遅延時間が比較的短かったことから、衝動的選択の生じにくい場面であり、それによって、TFT条件で共有選択が多く見られた可能性がある。

本研究では、遅延割引率とRND条件における社会割引率との間に有意な正の相関関係が見られた。この結果は、遅延割引率と、RND条件下の協力選択率や公共財ゲームにおける提供

額との間に有意な負の相関を見出した Yi et al. (2005) や Curry et al. (2008) の結果と整合的である。選択場面の構造が類似していない状況においても、遅延割引率と社会割引率の間に有意な相関関係が見られたことは、衝動性と利己性には共通する基礎過程があることを示唆する。

佐伯・伊藤（2008）は、本研究と同様の共有選択場面を用いて、社会割引に及ぼす対戦相手の共有確率の効果を検討している。その結果、対戦相手であるコンピュータの共有確率が80%の条件では20%の条件に比べて、主観的等価点が有意に高いことを報告している。このことは、実験参加者が対戦相手の共有確率に応じて共有選択を行ったことを示唆している。本研究では対戦相手の共有確率は50%であったため、対戦相手の共有確率による影響を統制した条件といえる。図6を見ると、主観的等価点は200円前後から1,400円前後まで幅広く分布しているが、この結果には、共有傾向に関する実験条件以外の要因の効果、すなわち、個人差が反映されていると考えられる。このような解釈が妥当であるならば、本研究で使用したRND条件は、実験参加者の個人特性としての共有・独占傾向を測定する方法として妥当であったと考えることができる。

本研究は、相関研究なので衝動性と利己性の間の因果関係については、明らかにできなかった。この2つの行動特性がどのように影響し合っているのかを明らかにすることは、今後の研究に残された課題である。例えば、子どもの発達において、自己制御の発達は、社会化 (socialization) の過程として論じられている (Mischel, Shoda, & Rodriguez, 1989) が、自己制御の発達と協力の発達の影響関係を調べることで、この問題を明らかにすることができるであろう。また、成人であっても、例えば、衝動性または利己性のうちの一方を低める効果をもつ要因操作を受けた人について、他方の行動の水準が変化するかどうかを調べることで、両者の間の因果関係を明らかにできるであろう。

【引用文献】

- Axelrod, R. (1984) *The evolution of cooperation*. New York: Basic Books.
 (R. アクセルロッド 松田浩之 (訳) (1998) つきあい方の科学：バクテリアから国際関係まで ミネルヴァ書房)
- Ainslie, G. (1975) Specious reward: A behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychological Bulletin*, **82**, 463-496.
- Bickel, W. K., Odum, A. L., & Madden, G. J. (1999) Impulsivity and cigarette smoking: Delay discounting in current, never, and ex-smokers. *Psychopharmacology*, **146**, 447-454.
- Curry, O. S., Price, M. E., & Price, J. G. (2008) Patience is a virtue: Cooperative people have lower discount rates. *Personality and Individual Differences*, **44**, 780-785.
- Green, L., Fry, A. F., & Myerson, J. (1994) Discounting of delay rewards: A life-span comparison. *Psychological Science*, **5**, 33-36.
- Green, L., & Myerson, J. (2004) A discounting framework for choice with delayed and probabilistic rewards. *Psychological Bulletin*, **130**, 769-792.
- Green, L., Price, P. C., & Hamburger, M. E. (1995) Prisoner's dilemma and the pigeon: Control by immediate consequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **64**, 1-17.
- Hardin, G. (1968) The tragedy of the commons. *Science*, **162**, 1243-1248.

- Harris, A. C., & Madden, G. J. (2002) Delay discounting and performance on the prisoner's dilemma game. *The Psychological Record*, **52**, 429-440.
- Ito, M., Saeki, D., & Green, L. (2011) Sharing, discounting, and selfishness: A Japanese-American comparison. *The Psychological Record*, **61**, 59-76.
- Johnson, M. W., & Bickel, W. K. (2002) Within-subject comparison of real and hypothetical money rewards in delay discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **77**, 129-146.
- Jones, B., & Rachlin, H. (2006) Social discounting. *Psychological Science*, **17**, 283-286.
- Jones, B., & Rachlin, H. (2009) Delay, probability, and social discounting in a public goods game. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **91**, 61-73.
- Kirby, K. N., & Maraković, N. N. (1995) Modeling myopic decisions: Evidence for hyperbolic delay-discounting within subjects and amounts. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, **64**, 22-30.
- Madden, G. J., Petry, N. M., Badger, G. J., & Bickel, W. K. (1997) Impulsive and self-control choices in opioid-dependent patients and non-drug-using control participants: Drug and monetary rewards. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, **5**, 256-262.
- Mazur, J. E. (1987) An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. In M. L. Commons, J. E. Mazur, J. A. Nevin, & H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analyses of behavior: Vol. 5. The effect of delay and of intervening events on reinforcement value* (pp. 55-73). Hillsdale, N. J.: Erlbaum Associates.
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989) Delay of gratification in children. *Science*, **244**, 933-938.
- Rachlin, H. (1993) The context of pigeon and human choice. *Behavior and Philosophy*, **21**, 1-17.
- Rachlin, H. (2002) Altruism and selfishness. *Behavioral and Brain Sciences*, **25**, 239-296.
- Rachlin, H. (2006) Notes on discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **85**, 425-435.
- Rachlin, H., & Green, L. (1972) Commitment, choice and self-control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **17**, 15-22.
- Rachlin, H., & Jones, B. A. (2008) Social discounting and delay discounting. *Journal of Behavioral Decision Making*, **21**, 29-43.
- Rachlin, H., Raineri, A., & Cross, D. (1991) Subjective probability and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **55**, 233-244.
- Richards, J. B., Mitchell, S. H., de Wit, H., & Seiden, L. S. (1997) Determination of discount functions in rats with an adjusting-amount procedure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **67**, 353-366.
- Rodriguez, M. L., & Logue, A. W. (1988) Adjusting delay to reinforcement: Comparing choice in pigeons and humans. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, **14**, 105-117.
- 佐伯大輔 (2011) 価値割引の心理学：動物行動から経済現象まで 昭和堂
- 佐伯大輔・伊藤正人 (2003) ゲーム場面における遅延による報酬の価値割引：報酬量効果の検討 日本心理学会第 67 回大会発表論文集, 785.
- 佐伯大輔・伊藤正人 (2008) ゲーム場面における報酬の共有と独占間の選択行動：対戦相手の社会的文脈・累積利得のフィードバック・共有確率の効果 日本行動分析学会第 26 回年次大会発表論文集, 62.
- 佐伯胖・亀田達也 (編著) (2002) 進化ゲームとその展開 共立出版
- Silverstein, A., Cross, D., Brown, J., & Rachlin, H. (1998) Prior experience and patterning in a prisoner's dilemma game. *Journal of Behavioral Decision Making*, **11**, 123-138.
- Yi, R., Buchhalter, A. R., Gatchalian, K. M., & Bickel, W. K. (2007) The relationship between temporal discounting and the prisoner's dilemma game in intranasal abusers of prescription opioids.

Drug and Alcohol Dependence, 87, 94-97.

Yi, R., Johnson, M. W., & Bickel, W. K. (2005) Relationship between cooperation in an iterated prisoner's dilemma game and the discounting of hypothetical outcomes. *Learning & Behavior*, 33, 324-336.

Yi, R., & Rachlin, H. (2004) Contingencies of reinforcement in a five-person prisoner's dilemma. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 82, 161-176.

資料 1. 遅延割引測定に用いた教示

教示

これは、これからしていただくゲームについての説明です。ここに書いてあること以外の説明はいたしませんので、内容がよくわかるまで繰り返し読んでください。

実験を始める前に、腕時計やアクセサリなど、身につけている貴金属、携帯電話を実験者に預けてください。

このゲームの目的は、仮想の金銭を“預ける”と“受取る”という2つの選択肢から1つを選択することで、できるだけたくさんのお金を手に入れることです。まずは所持金が0円の状態から始まります。所持金は、常に画面下に表示されます。選択は、画面上に表示される“預ける”または“受取る”と書かれた四角形に指で触れることによって行います。

“受取る”を選択すると、画面が変化し、4秒間“¥”のついた四角形が現れます。この四角形を押した回数に比例してお金が財布に加算されるので、できるだけたくさん押してください（上限は、選択場面で表示された額になります）。

“預ける”を選択すると、15時間（ゲーム中では15秒に相当します）の間、あなたの“エネルギー”が減少します。エネルギーが無くなるとゲームオーバーになるので、“支出”ボタンを押してエネルギーを回復させなくてはなりません。支出ボタンは、ゲーム中いつでも押すことができます。

支出ボタンを1回押すと、所持金から一定額のお金が減ります。所持金が0円でも支出ボタンを押すことは可能です。その場合、所持金はマイナスになります。その後、画面が変化し、4秒間“¥”のついた四角形が現れます。“受け取る”を選択した場合と同様に、この四角形を押した回数に比例してお金が財布に加算されるので、できるだけたくさん押してください（上限は、選択場面で表示された額になります）。1ゲームは、10試行（10回の選択）からなり、このようなゲームを4ゲーム行います。各ゲームの間には、数十秒間の休憩をはさみます。

資料 2. 社会割引測定に用いた教示

教示

これから、みなさんにゲームを行ってもらいます。みなさんがゲームを行うディスプレイはコンピュータを介して相手のコンピュータとつながっています。そのコンピュータを介してゲームを行います。

実験を始める前に、腕時計やアクセサリなど、身につけている貴金属、携帯電話を実験者に預けてください。

[やり方]

このゲームの目的は、2つの選択肢から1つを選択して、できるだけ自分のお金を多く手に入れることです。1,500円を2人の共同の貯金箱に預けるか、X円（Xは毎回変化します）を自分自身の財布にそのまま入れるかを選択します。

選択は、画面上に表示される赤または緑の四角形に指で触れることによって行います。

[選択の結果]

財布を選択すると、X 円が自分の財布に加えられます。貯金箱を選択すると、いったん 1,500 円が共同の貯金箱に加えられます。もし相手の選択も貯金箱なら、さらに 1,500 円が貯金箱に加えられます。共同の貯金箱に預けられたお金は、2 人の選択の後に、お互いに 2 分の 1 ずつ均等に分配されます。自分の財布にお金を入れる方を選択した場合でも、相手が共同の貯金箱を選択していれば、共同の貯金箱からもお金が貰えます。

[結果の表示]

一回の選択を行うごとに、2 人の財布の金額が表（自分の財布は左上のマスです）に表示されます。1 つのマスの中で、左側に表示される赤色・緑色はどちらの選択を行ったかを示します。見終わったら、右下の「終了」を押してください。このとき、あまり時間をかけると他の参加者の迷惑となりますので、できるだけ早く押してください。

次に、共同の貯金箱から得られた金額、自分の財布から得られた金額、またその合計金額が表示されます。このときも、見終わったらできるだけ早く「終了」を押してください。自分自身のこれまでの合計金額は常に画面下に表示されます。

[ゲームの構成]

1 ゲームは 10 試行（10 回の選択）から成り、このようなゲームを 4 ゲーム行います。

【2014 年 9 月 6 日受付, 10 月 30 日受理】

Impulsiveness and Selfishness from the Standpoint of Discounting: An Experimental Study Using a Game Task

Hiroo Yagi, Masato Ito, & Daisuke Saeki

In psychology, impulsiveness and selfishness have been investigated independently because they have been viewed as different behavioral tendencies. However, recent studies on discounting have investigated similarities between them theoretically and empirically. Empirical studies have examined the correlation between delay discount rate as a measure of impulsiveness and cooperative choices, or the correlation between delay discount rate and social discount rate as a measure of selfishness. The present study investigated the relationship between impulsiveness and selfishness by examining the correlation between delay and social discount rates measured in a choice situation where participants experienced delayed rewards and sharing of rewards. In the experiment, for a total of 98 undergraduates as participants, the amount of immediate reward or the amount of reward presented for them alone that were subjectively equivalent to the delayed or shared rewards were measured by adjusting-amount procedures. Social discounting was measured under the conditions where a computer opponent used tit-for-tat strategy or a random strategy in a choice situation similar to the prisoner's dilemma game. As a result, there was a statistically significant positive correlation between delay discount rates and social discount rates in the random strategy condition. This result indicates that delay discounting and social discounting are similar processes, suggesting that impulsiveness and selfishness have a common underlying process.