

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 24 年 5 月 30 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21530764

研究課題名（和文）個体間ジレンマと個体内ジレンマの統合に関する実験的研究

研究課題名（英文）An experimental study on the integration of inter-individual dilemma and intra-individual dilemma

研究代表者

伊藤 正人（ITO MASATO）

大阪市立大学・大学院文学研究科・名誉教授

研究者番号：70106334

研究成果の概要（和文）：ハトを対象に、遅延割引、社会割引、社会的ジレンマ場面における共有選択を測定し、価値割引率や選択率の間の相関関係を調べた。その結果、遅延割引率と、社会割引率や共有選択率との間に有意な相関は見られなかった。また、社会割引率と、チキンゲーム・サクラあり・ランダム条件で得られた共有選択率の間には、有意な負の相関が見られた。これらの結果は、衝動性・利己性の関係がハトとヒトにおいて異なる可能性を示している。

研究成果の概要（英文）：This study, using pigeons as subjects, measured delay-discount rate, social-discount rate, and choice proportion for shared rewards in the social dilemma situations to examine correlations among them. As a result, delay-discount rate did not have significant correlations to the social discount rate nor to the choice proportion for the shared rewards. On the other hand, social discount rate had significant negative correlation to the choice proportion for the shared rewards obtained from the experimental condition where the payoff matrix was based on Chicken game with a stooge pigeon whose strategy was random. These results suggest that the relationship between impulsiveness and selfishness might be different between pigeons and humans.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：社会的ジレンマ、自己制御、遅延割引、ゲーム理論、利己性、社会割引、共有と独占、ハト

1. 研究開始当初の背景

これまで、個体間の社会的相互作用の研究と個体の自己制御の研究は、別の学問的背景のもとで行われてきた。しかし、最近では、個体間の選択である社会的ジレンマ場面における協力選択と、個体の選択である自己制

御（セルフコントロール）選択を、ともに、ある利得表に基づくゲーム場面における選択の問題として見るという新たな視点が提案されており、両者を関係づける実証的な研究が行われるようになってきた。

ゲーム理論は、「囚人のジレンマゲーム」

や「チキンゲーム」に代表される、個体間ジレンマの問題を分析するための規範理論として、これまで多くの研究に用いられてきた。ここでの焦点の1つは、いかにして「協力」行動を増やすかという問題であった。しかし最近、ゲーム理論を規範理論としてではなく、現実の選択に即して個体間ジレンマを考えようとする新しい考え方、すなわち記述理論としてのゲーム理論の考え方も現れてきている。

一方、自己制御の選択場面における「目先の小さな利得」と「将来の大きな利得」の間の選択も、今日の自己と明日の自己との間の選択状況であると考え、この場面は個体内ジレンマ状況と考えることができる。例えば、喫煙者にとっては、今喫煙する・しない、という現在の二者択一の選択と、明日喫煙する・しないという未来の二者択一の選択のパターンを想定すると、全部で4パターンの組み合わせを考えることができる。喫煙者は今喫煙することの価値を高く評価するので、これらの選択の組み合わせの価値は、今喫煙・明日非喫煙、今非喫煙・明日非喫煙、今喫煙・明日喫煙、今非喫煙・明日喫煙の順に高くなると考えられる。このような利得状況のもとでは、禁煙を先延ばしする選択を毎日行うこととなり、禁煙ができないのである。

同様の利得行列は、自分がゴミを道路に捨てる・捨てない、他人がゴミを道路に捨てる・捨てないといった、個体間ジレンマ状況にも適用でき、個体内ジレンマと個体間ジレンマは同様の構造をもつと考えることができる。

これら2つの類似したジレンマ状況における選択がどのように関係しているかについては、報酬の価値割引に観点から、同一被験体について検討することにより、個体内ジレンマと個体間ジレンマを統合する理論的枠組の構築に資する基礎データを集積することができると考えられる。

報酬の価値割引とは、報酬を得るまでの遅延時間により、報酬の主観的価値が減衰する現象である。これを遅延割引と呼ぶが、先行研究から、遅延割引率は、「衝動性」の程度を表すものと考えられている。また、他者と報酬を共有することによる価値割引を社会割引と呼ぶが、社会割引率は「利己性」の程度を表すものと考えられている。このように、割引率という定量的尺度の関係を分析することを通して、利己性と衝動性の関係を検討することが可能になる。

2. 研究の目的

本研究は、ハトを対象に、オペラント条件づけの手続きを用いて、報酬の「共有」と「独占」を巡る社会的ジレンマ場面における選択行動が、遅延割引率や社会割引率として定量

化される「衝動性」や「利己性」とどのように関係するかを、同一個体のデータをもとに明らかにすることである。

そのため、(1) 共有餌場と独占餌場を持つ実験箱を用いて、個体ごとに社会割引率を測定する。また、(2) 同じ個体について、2つの反应用キーを設置した通常のオペラント実験箱を用いて、遅延割引率を測定する。(3) このようにして求めた社会割引率と遅延割引率の相関関係を検討する。つまり、利己性の程度の高い個体は衝動性の程度も高いのか、あるいはこの逆の関係が見られるか否かを検討する。この後、(4) 共有餌場と独占餌場を持つ実験箱を2つ組み合わせた実験箱を用いて、2個体間の社会的ジレンマ場面における餌報酬の「共有」(協力)と「独占」選択を調べる。これにより、社会的ジレンマ場面における「協力選択」と、社会割引率や遅延割引率との関係を相関分析により検討する。つまり、協力選択と利己性、協力選択と衝動性の関係を明らかにすることを通して、個人間ジレンマ(協力—裏切り)と個人内ジレンマ(自己制御—衝動性)の関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 社会割引測定

被験体：雄のハト17個体。実験期間中、体重を自由摂食時の約80%に維持した。

装置：共有餌場と独占餌場を持つ実験箱

(図1)を用いた。報酬量は各餌場で呈示される餌ペレット(1個20mg)の数により定義した。共有餌場では、他個体と一緒に餌を摂取し、独占餌場では被験体のみが餌を摂取した。

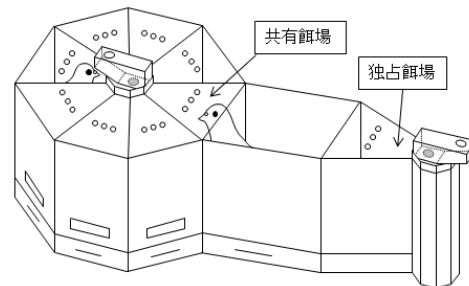


図1. 社会割引測定用実験装置(共有個体数条件が1個体の場合)

手続き：餌場間の移動反応形成を個別に実施した後、本実験へと移行した。本実験では、被験体が共有餌場を選択すると他個体と一緒に14個の餌ペレットを摂取し、独占餌場を選択すると一個体のみで1~20個の餌ペレットを摂取した。共有個体数条件(0個体、1個体、2個体、3個体)ごとに、14個の共有報酬と主観的に等価な独占報酬量を、調整量手続きにより求めた。すなわち、被験体が2

試行連続して共有餌場を選択した場合には、次試行は独占餌場への強制試行（その餌場の選択しか有効ではない）であり、独占報酬量は1増加した。また、被験体が2試行連続して独占餌場を選択した場合には、次試行は共有餌場への強制試行であり、独占報酬量は1減少した。ただし、独占報酬量の変化の範囲は1~20個とした。また、実験セッション開始時の独占報酬量は被験体間でカウンターバランスし、1または14個とした。1セッションは40試行（強制試行を除く）からなった。各共有個体数条件を、被験体ごとに最低14セッション実施し、その後は安定基準（最終6セッションを連続する2セッションごとに3つのブロックに分け、セッション終了時の独占報酬量についてブロックごとに平均値を算出し、その差がお互い5以内であり、3つの平均値が単調増加にも単調減少にもないこと）を満たせばその条件を終了した。ただし、20セッション目でも安定基準を満たさない場合には、その条件を終了した。共有個体数条件の実施順序についても被験体間でカウンターバランスした。

(2) 遅延割引測定

被験体：社会割引測定を同じハトを用いた。

装置：前面壁に左・中央・右の位置関係で3つの反応キーを持つ実験箱を用いた。報酬として社会割引測定と同様の餌ペレットを用いた。

手続き：各キーへのつつき反応を訓練した後、本実験へと移行した。本実験では、被験体が遅延選択肢を選択すると一定の遅延後に14個の餌ペレットが呈示され、即時選択肢を選択すると1~20個の餌ペレットが呈示された。遅延条件（0秒、2秒、4秒、8秒、16秒）ごとに、14個の遅延報酬と主観的に等価な即時報酬量を、調整量手続きにより求めた。すなわち、被験体が2試行連続して遅延選択肢を選択した場合には、次試行は即時選択肢への強制試行（その選択肢の選択しか有効ではない）であり、即時報酬量は1増加した。また、被験体が2試行連続して即時選択肢を選択した場合には、次試行は遅延選択肢への強制試行であり、即時報酬量は1減少した。ただし、即時報酬量の変化の範囲は1~20個とした。1セッションあたりの試行数、実験開始時の即時報酬量のカウンターバランス法、各遅延条件のセッション数、安定基準、遅延条件の実施順序のカウンターバランス法は、社会割引と同様であった。

(3) 社会的ジレンマ場面における共有選択測定

被験体：社会割引測定・遅延割引測定と同じハトを用いた。

装置：共有餌場と独占餌場を2組持つ実験

箱（図2）を用いた。報酬は社会割引測定・遅延割引測定と同様の餌ペレットを用いた。各個体が、利得行列で定められた数の餌を摂取することを保証するために、共有餌場では、他個体との間に透明な壁が設置された。

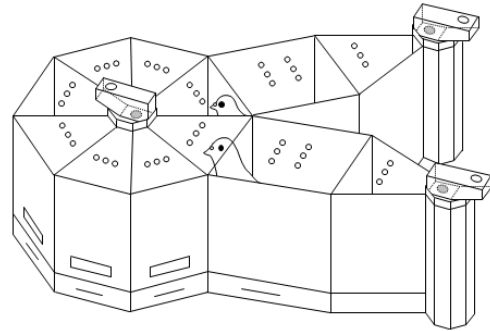


図2. 社会的ジレンマ場面における共有選択測定用実験装置（サクラ条件）

手続き：実験が開始すると、被験体は、共有餌場と独占餌場の一方に移動することで選択を行い、所定の数の餌ペレットを摂取した。呈示される報酬量は、対戦相手の選択と利得行列条件（囚人のジレンマゲーム、チキンゲーム）（図3）によって異なった。

囚人のジレンマゲーム

PlayerA

Cooperate Defect

		PlayerB	
		Cooperate	Defect
PlayerA	Cooperate	3 (R) / 3 (R)	5 (T) / 0 (S)
	Defect	0 (S) / 5 (T)	1 (P) / 1 (P)

$T > R > P > S, R > (T+S)/2$

チキンゲーム

PlayerA

Cooperate Defect

		PlayerB	
		Cooperate	Defect
PlayerA	Cooperate	3 / 3	5 / 1
	Defect	1 / 5	0 / 0

図3. 囚人のジレンマゲームとチキンゲームの利得行列。各セルの右側の数字がプレイヤーA、左側の数字がプレイヤーBに与えられる報酬量を示す。不等式は囚人のジレンマゲームの成立条件を示す。本研究では、協力 (Cooperate) を共有、裏切り (Defect) を独占とした。

囚人のジレンマゲーム条件では、被験体が

共有選択をした場合、対戦相手も共有を選択した場合には3個、対戦相手が独占を選択した場合には0個の餌が呈示された。一方、被験体が独占選択をした場合、対戦相手が共有を選択した場合には5個、対戦相手も独占を選択した場合には1個の餌が呈示された。

チキンゲーム条件では、被験体が共有を選択した場合、対戦相手も共有を選択した場合には3個、対戦相手が独占を選択した場合には1個の餌が呈示された。一方、被験体が独占選択をした場合、対戦相手が共有を選択した場合には5個、対戦相手も独占を選択した場合には0個の餌が呈示された。

各試行における対戦相手の選択はコンピュータによって、しっぺ返し (tit-for-tat) またはランダムとされた。しっぺ返し条件では、1試行目では共有が選択されるが、2試行目以降は、前試行における被験体の選択と同じ選択がなされた。一方、ランダム条件では、共有と独占の選択が、セッションを通じて、等頻度かつ無作為な順序でなされた。

1セッションは、被験体と対戦相手の選択の組み合わせ (4パターン) を2回ずつ行う強制試行と60試行の選択試行からなされた。

社会的文脈として、コンピュータの指示通りに選択を行うサクラ個体が、隣接する実験箱にいるサクラありの条件となしの条件を設定した。まとめると、どの被験体も、利得構造2条件 (四人のジレンマゲーム、チキンゲーム) × 社会的文脈2条件 (サクラあり、なし) × 対戦相手の方略2条件 (しっぺ返し、ランダム) の合計8条件を経験した。各条件を、被験体ごとに最低14セッション実施し、その後は安定基準 (最終6セッションを連続する2セッションごとに3つのブロックに分け、共有餌場の選択率についてブロックごとに平均値を算出し、その差がお互い0.1以内であり、3つの平均値が単調増加にも単調減少にもないこと) を満たせばその条件を終了した。ただし、25セッション目でも安定基準を満たさない場合には、その条件を終了した。各条件の実施順序は被験体間でカウンターバランスした。

4. 研究成果

(1) 社会割引

各共有個体数条件の最終6セッションについて、セッション後の独占報酬量の平均値を算出し、これをその条件における主観的等価点とした。主観的等価点に以下の双曲線関数を適用し、社会割引率を推定した。

$$V = \frac{bA}{1+sN} \dots (1)$$

ただし、 V は主観的価値 (等価点)、 A は共有報酬量 (14)、 N は共有個体数、 s は社会割引率を表す経験定数、 b はバイアスを表す経験

定数である。上式を適用した結果、決定係数の平均値は0.814となり、良好な当てはまりを示した。また、社会割引率の平均値は、1.107となり、共有報酬を均等配分した場合 (1.0) よりも価値割引がやや激しいことが明らかになった。

(2) 遅延割引

社会割引測定と同様の方法で主観的等価点を求めた。各遅延条件から得られた主観的等価点に以下の双曲線関数を適用し、遅延割引率を推定した。

$$V = \frac{bA}{1+kD} \dots (2)$$

ただし、 V は主観的価値 (等価点)、 A は遅延報酬量 (14)、 D は遅延時間、 k は遅延割引率を表す経験定数、 b はバイアスを表す経験定数である。上式を適用した結果、決定係数の平均値は0.953となり、極めて良好な当てはまりを示した。また、遅延割引率の平均値は、0.698となり、同様の手続きを用いた先行研究と同様の結果となった。

(3) 社会的ジレンマ場面における共有選択

各条件の最終6セッションについて、平均共有選択率を求め、群平均値を算出した (表1)。

TFTはしっぺ返し条件を、RNDはランダム条件を表す。

表1. 社会的ジレンマ場面における共有選択率の群平均値

四人のジレンマゲーム				チキンゲーム			
コンピュータ		サクラ		コンピュータ		サクラ	
TFT	RND	TFT	RND	TFT	RND	TFT	RND
0.582	0.388	0.666	0.609	0.628	0.500	0.685	0.619

TFTはしっぺ返し条件を、RNDはランダム条件を表す。

3要因の分散分析の結果、社会的文脈の主効果 ($F [1, 16] = 7.51, p < .05$) 及び、対戦相手の方略の主効果 ($F [1, 16] = 12.17, p < .01$) が有意であった。つまり、共有選択率は、対戦相手としてサクラ個体が存在する場合の方が存在しない場合よりも有意に高く、対戦相手の選択方略がしっぺ返しの場合の方がランダムの場合よりも有意に高かった。利得構造の主効果と交互作用は有意ではなかった。サクラの有無が有意な効果をもたらした事実は、ハトの餌選択において、餌場における他個体の存在が強化子として機能する可能性を示している。さらに、先行研究では見られなかった対戦相手の方略の有意な効果が見られたことから、本研究で用いた餌場間の選択という自然場面に近い選択状況では、ハトは他個体の選択方略を学習し、それに応じて反応を分化させることを示している。

(4) 測定値間の相関関係

上記で測定された、社会割引率、遅延割引

率、共有選択率の間の相関係数を算出した。

①遅延割引率と社会割引率の相関：負の相関 ($r = -0.368$) が見られたが有意ではなかった (図4)。

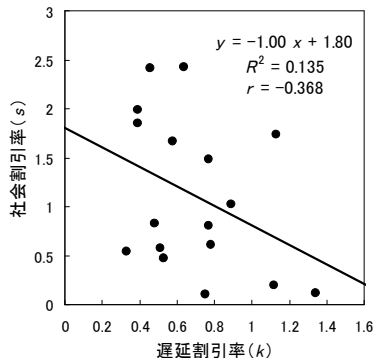


図4. 遅延割引率と社会割引率の関係

②遅延割引率と共有選択率の相関：8条件中7条件で無相関から正の相関 ($r = 0.08 \sim 0.40$) が見られたがいずれも有意ではなかった。

③社会割引率と共有選択率の相関：8条件中、チキンゲーム・サクラあり・ランダム条件で得られた共有選択率と社会割引率の間のみ有意な負の相関が見られた (図5)。

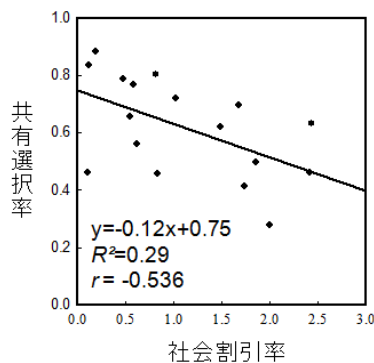


図5. 社会割引率と共有選択率の関係

本研究では、遅延割引率と社会割引率の間に負の相関が見られたが有意ではなかった。このことは、本研究で測定された衝動性と利己性の間には、関係があるとはいえないことを示している。相関の方向が負であったことは、衝動的な個体ほど利他的であることを示唆する。この関係についてはさらなる分析が必要であるが、**自然場面では、他個体が存在する餌場への接近が即時報酬の獲得へと結びついている可能性**が挙げられる。

遅延割引率と社会的ジレンマ場面における共有選択との間には有意な相関が見られなかったが、この事実、ヒトを対象に、遅延割引率と囚人のジレンマ場面における協力選択率との間に有意な負の相関があるこ

とを報告した先行研究とは異なる。特に、対戦相手がしつぺ返し方略を取る囚人のジレンマ状況は、自己制御選択場面と構造が類似していることから、負の相関が見られることが予測されたが、予測とは異なる結果が得られた。その原因として、ヒトとハトの間で衝動性と利己性の関係が異なる可能性が考えられるが、遅延割引と共有選択を測定した装置が大きく異なっていたことも原因として考えられる。特に、遅延割引測定では選択反応はキーつつきであったが、共有選択測定では、餌場への移動であった。このような手続き上の違いが先行研究との結果の相違をもたらした可能性がある。

社会割引率と共有選択率との相関について、チキンゲーム・サクラあり・ランダム条件においてのみ有意な負の相関が見られた。この事実は、同じ社会的採餌場面であっても、社会割引測定場面と社会的ジレンマ場面は、機能的に異なる部分があることを示している。特に、前者では同じ餌場で複数のハトが餌を摂取するのに対し、後者ではハトの間に壁が設置されており、直接的な相互作用はなかった。このような手続き上の違いにより、相関が見られなかった可能性がある。サクラありの条件において社会割引率との間に負の相関が見られた原因として、これらがどちらも、他個体の姿が見える場面であり、他個体への接近の程度がこれら2つの条件間で類似していたことが挙げられる。

衝動性と利己性の関係がハトとヒトとの間で異なる可能性は、今後の研究により明らかにされるべきであるが、その試みは、各動物種が進化してきた環境条件を明らかにすることへとつながると思われる。

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2件)

① Ito, M., Saeki, D., & Green, L. (2011). Sharing, discounting, and selfishness: A Japanese-American comparison. *The Psychological Record*, 61, 59-76. 査読あり

② Saeki, D., & Ito, M. (2010). Humans' temporal and probabilistic discounting derived from choice proportions in a choice situation. *大阪市立大学大学院文学研究科紀要「人文研究」*, 61, 62-80. 査読あり

[学会発表] (計11件)

① 北野翔子・伊藤正人・佐伯大輔・山口哲生 価値割引から見た衝動性と利己性—ゲーム場面における協力行動の分析— 日本心理学会第75回大会, 2011年9月17日, 日本大

学

②北野翔子・伊藤正人・山口哲生・佐伯大輔
ハトのゲーム場面における協力行動の分析
日本動物心理学会第71回大会, 2011年9月
10日, 慶應義塾大学

③和田彩紀子・北野翔子・原久美子・伊藤正
人・山口哲生 価値割引から見たハトにおけ
る衝動性と利己性の実験的研究 日本行動
分析学会第28回年次大会, 2010年10月10
日, 神戸親和女子大学

④北野翔子・原久美子・伊藤正人・山口哲生・
佐伯大輔 ハトの遅延割引とゲームにおけ
る協力選択 日本動物心理学会第70回大会,
2010年8月28日, 帝京大学

⑤原久美子・伊藤正人・佐伯大輔・山口哲生
価値割引から見たハトの利己性とゲーム場
面における協力行動との関係 日本動物心
理学会第70回大会, 2010年8月28日, 帝京
大学

⑥Saeki, D., Ito, M., Yamaguchi, T., Hara,
K., & Kitano, S. Relationship between
cooperative choices in the prisoner's
dilemma game and social discounting rates
in pigeons. The 15th Biennial Scientific
Meeting of the International Society for
Comparative Psychology, 2010, May 20, 淡
路夢舞台国際会議場

⑦Yamaguchi, T., Ito, M., & Saeki, D.
Choice between two shared feeding stations
that differed in the number of other
pigeons. The 15th Biennial Scientific
Meeting of the International Society for
Comparative Psychology, 2010, May 20, 淡
路夢舞台国際会議場

⑧北野翔子・伊藤正人・山口哲生 ハトにお
ける他個体と共有する報酬の選択行動 日
本動物心理学会第69回大会, 2009年9月26
日, 岐阜大学

⑨和田彩紀子・原久美子・伊藤正人・佐伯大
輔 ハトのキイツつき反応形成における正
の特色価効果 日本動物心理学会第69回大
会, 2009年9月26日, 岐阜大学

⑩Ito, M., Yamaguchi, T., Saeki, D., &
Ohnishi, Y., Tit-for-tat strategy can
promote pigeons' choice of shared food
rewards in the Prisoner's dilemma game.
The 5th International Conference of
Association for Behavior Analysis

International, 2009, August 8, Oslo,
Norway.

⑪和田彩紀子・伊藤正人・佐伯大輔 ハトに
おける遅延割引: 調整量手続きによる検討
日本行動分析学会第27回年次大会, 2009年
7月12日, 筑波大学

〔図書〕(計4件)

①佐伯大輔「選択行動」日本行動分析学会(監
修)『はじめての行動分析学実験: Visual
Basic でまなぶ実験プログラミング』, ナカニ
シヤ出版, 2011年, 105-138頁

②佐伯大輔「価値割引の心理学: 動物行動か
ら経済現象まで」, 昭和堂, 2011年, 328頁

③伊藤正人「マッチング関数を使う」坂上貴
之(編)『意思決定と経済の心理学』, 朝倉書
店, 2009年, 9-29頁

④佐伯大輔「遅延割引の基礎的事実」坂上貴
之(編)『意思決定と経済の心理学』, 朝倉書
店, 2009年, 53-61頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 正人 (ITO MASATO)

大阪市立大学・大学院文学研究科・名誉教
授

研究者番号: 70106334

(2) 研究分担者

佐伯 大輔 (SAEKI DAISUKE)

大阪市立大学・大学院文学研究科・准教授
研究者番号: 60464591

山口 哲生 (YAMAGUCHI TETSUO)

東邦大学・医学部・助教

研究者番号: 70464592

(3) 連携研究者

なし