

仮想金銭報酬の努力割引¹⁾

—時給と歩合給の比較—

恒 松 伸

Effort Discounting of Hypothetical Monetary Rewards: A Comparison of Hourly Pay and Percentage Pay

Shin Tsunematsu

Abstract

Effort discounting refers to the decrease in the value of reward as the effort required obtaining the reward increases. The aims of this study were to identify whether the effort discounting process for hypothetical monetary rewards could be described by the hyperbolic function in the two types of labor conditions (hourly pay condition and percentage pay condition), to ascertain whether the different amounts of rewards (¥1 800 and ¥5 400) influence on the rate of effort discounting on each labor condition, to investigate what kind of difference arises in the discount rate between two corresponding labor conditions on each amount-of-money condition. In this study, the labor scene of performing posting (i.e., labor which distribute handbills to housing) on foot was assumed. Participants were 33 undergraduate students who completed a pencil-and-paper effort discounting questionnaire. In both of the hourly pay and percentage pay conditions, effort discounting could be well described by the hyperbolic function. Large rewards were discounted less steeply than small rewards for both labor conditions. Furthermore, the labor hour (distribution time) of hourly pay condition was converted into labor quantity (distribution number), and the discount rate between two labor conditions was compared. In both of amount-of-money conditions, the discount rate of hourly pay condition was lower than that of percentage pay condition. Thus, coverage of a hyperbolic function of effort discounting was expanded to a hypothetical labor situation. In addition, simple magnitude effect in the same direction as the delay discounting and the difference of discount rate between two corresponding labor conditions were revealed. Possible limitations and future tasks were briefly discussed.

Key Words: effort, discounting, hourly pay, percentage pay, magnitude effect

キーワード：努力、割引、時給、歩合給、報酬量効果

強化までの遅延時間と強化量の2次元で異なる2つの選択肢が与えられた場面において、個体が即時小報酬よりも遅延大報酬を選択することをセルフコントロール (self-control) という。逆に、遅延大報酬よりも即時小報酬を選択することを衝動性 (impulsiveness) という (Rachlin & Green, 1972)。一般に、ヒトや動物は報酬を得るまでの待ち時間が長いと遅延大報酬を選択するが、時間が経過し、

それを得るまでの待ち時間が短くなるにつれて、即時小報酬を選択する傾向がある。このような選好逆転 (preference reversal) の現象が生じる理由を、行動分析学の価値割引研究では、遅延による報酬の価値割引 (以下、単に遅延割引と表記) の観点から説明してきた (たとえば、Green & Myerson, 2004)。ここで、遅延割引 (delay discounting) とは、遅延時間の増加により、金銭や食物などの報酬の主観的価値が減少することである。この考え方によると、報酬を得るまでの遅延時間が長くなるにつれて、遅延大報酬と即時小報酬の各選択肢の主観的価値はともに減じられるが、比較的短い遅延時間では、前者に比べて後者の主観的価値が上回るため選好逆転が生じると理解できる (たとえば、Green, Fisher, Perlow, & Sherman, 1981; Green, Fristoe, & Myerson, 1994)。

また、価値割引研究では、遅延割引の現象がどのような数理モデルでうまく記述できるかの検証が進められてきた (たとえば、Green & Myerson, 1993, 2004; 佐伯, 2011)。その出発点となる代表的なモデルが、ハトの選択行動実験を通して提案された Mazur (1987) の双曲線関数モデルであり、次の式 (1) で表される。

$$V = A / (1 + kD) \quad (1)$$

ただし、 V は割引かれた報酬の価値、 A は報酬量、 D は遅延時間である。また、 k は割引率を示す経験定数であり、 k 値が高いほど、遅延報酬の価値は急速に割引かれる。そして、このモデルは、動物のみならずヒトの遅延割引の実測値にもよく当てはまることが報告されている (たとえば、Madden & Johnson, 2010)。先に Green, Myerson, & McFadden (1997) は 24 名の大学生を対象に仮想の金銭報酬を用いて、式 (1) の妥当性を検証した。彼らは、精神物理学的測定法の 1 つである極限法を適用し、ある遅延時間 (D) 後に得られる 100 ドル (A) と等価なすぐに得られる報酬金額 (V) を求めた。その際、遅延の長さは、3 ヶ月から 20 年までの範囲で、7 水準で操作された。

彼らの実験では、各参加者に対して、遅延選択肢と即時選択肢の 2 枚のカードが提示された。前者のカードには、遅延報酬金額 (100 ドル) とそれが得られるまでの遅延時間 (最初は 3 ヶ月) が書かれており、後者のカードには、すぐに得られる報酬金額が書かれていた。即時選択肢は、試行ごとに、遅延選択肢の 1% から 99% の金額 (1 から 99 ドル) の範囲で、24 段階で上昇または下降した。そして、参加者は、各試行において、より好ましい方のカードを選択することが求められた。合計 24 回の選択の間に選択が一方から他方の選択肢へ 1 回だけ切り替わることが期待されたため、この選択の切り替わり前後の即時選択肢の金額の平均値を、遅延報酬金額と等価な即時報酬金額、すなわち、等価点 (indifference point) とした。このような方法で、3 ヶ月の遅延時間で等価点が算出されたら、その長さを 20 年まで増加させ、各参加者につき、合計 7 つの等価点 (実測値) を得た。

各水準で得られた等価点の群中央値に対して、式 (1) を適用した結果、決定係数は高い値 ($R^2 = 0.857$) をとり、双曲線関数モデルの当てはまりがよいことが示された。さらに、Green et al. (1997) は、同様の手続きを用いて、他の遅延報酬金額 (2 000、25 000、100 000 ドル) についても等価点を算出し、いずれも群中央値に対してこのモデルの当てはまりがよいこと ($R^2 \geq 0.983$)、さらに 100 から 25 000 ドルの範囲で、報酬金額の増加とともに k 値が低下することを報告した。このように、報酬量の増加に伴って割引率が低下することを報酬量効果 (magnitude effect) という。

さらに、価値割引研究では、遅延以外の割引変数が報酬の主観的価値の減少に及ぼす効果の検証がなされてきた (たとえば、Green & Myerson, 2004; 伊藤, 2000; Jones & Rachlin, 2006; Mitchell, 1999; Rachlin, 1993; 佐伯, 2001)。その中でも、個体レベルで働く重要な割引変数として、報酬が得られる確率 (Rachlin, Raineri, & Cross, 1991) と報酬を得るために必要な努力 (Mitchell, 1999) の 2 つが挙げら

れる。まず、確率による報酬の価値割引（以下、単に確率割引と表記）とは、報酬が得られる確率の減少（後述の負け目の増加）により、報酬の主観的価値が減少することである。Rachlin et al. (1991) は繰り返しのある確率的な出来事（たとえば、ギャンブル）において、報酬が得られる確率は、それが得られるまでの平均遅延時間と交換可能であるという考え方（Rachlin, Logue, Gibbon, & Frankel, 1986）にもとづいて、確率割引（probability discounting）の双曲線関数モデルを提案した。このモデルは遅延割引のそれと同形であり、次の式（2）で表される。

$$V = A / (1 + h \Theta) \quad (2)$$

ただし、 V と A は、式（1）と同じである。 Θ は負け目（odds against）のことであり、報酬が得られる確率を p としたとき、 $(1 - p) / p$ で表される。また、 h は割引率を示す経験定数であり、 h 値が高いほど、確率報酬の価値は急速に割り引かれる。

Rachlin et al. (1991) は40名の大学生を対象に仮想の金銭報酬を用いて、式（2）の妥当性を検証した。等価点の測定方法は、先に述べた遅延割引と同じ極限法であった。実験では、各参加者に対して、不確実選択肢と確実選択肢の2枚のカードが提示された。不確実選択肢の報酬金額は、常に1000ドルであったのに対し、確実選択肢の報酬金額は、試行ごとに不確実選択肢の0.1%から100%の金額（1から1000ドル）の範囲で、30段階で上昇または下降した。そして、不確実選択肢の確率は、95%から5%までの範囲で、7水準で操作された。各水準で得られた等価点の群中央値に対して、式（2）を適用した結果、決定係数は高い値（ $R^2 = 0.996$ ）をとり、遅延のみならず確率割引においても双曲線関数モデルの当てはまりがよいことが示された。

さらに、Green, Myerson, & O'Donoghue (1999) は、Green et al. (1997) や Rachlin et al. (1991) と同様の手続きを用い、遅延と確率割引の2条件で報酬量効果を比較検討した。彼らは、大学生を対象とした2つの実験を通して、遅延選択肢または不確実選択肢の金額を200から100000ドルの範囲で操作し、合計5つの報酬量の間で割引率がどのように変化するかを調べた。その結果、報酬量の増加に伴って、遅延条件の割引率（ k 値）は低下したのに対し、確率条件の割引率（ h 値）は逆に上昇した。すなわち、前者より報酬量効果が、後者より逆の報酬量効果（reversed magnitude effect）が示されたのである。以上のGreenやRachlinの結果（Green et al., 1997; Green et al., 1999; Rachlin et al., 1991）より、遅延と確率割引が、ともに同形の双曲線関数モデルでうまく記述できたことから、両者の割引過程は本質的に類似していることが示唆された。しかし、報酬量効果の方向性が異なっていたことから、遅延と確率の交換可能性の考え方（Rachlin et al., 1986）に反し、両者の割引過程は必ずしも同一ではない可能性も示唆された。

次に、Mitchell (1999) は、衝動的な行動（impulsive behavior）が、大報酬が得られるまでの遅延時間のみならず、しばしば、大きなエネルギー支出量を必要とする活動への嫌悪により生じるのではないかと考えた。つまり、この主張は、遅延大報酬を得るためには、しばしば大きな努力量を必要とするため、その選択が忌避され、即時小報酬を選択する行動が生じることを示唆している。たとえば、ダイエット中のヒトが目の中の甘いもの（即時小報酬）ではなく将来の理想的な体形（遅延大報酬）を手に入れるためには、食事制限や運動などの相応の努力が必要であろう。そして、このような考え方が一つの契機となり、価値割引研究の新たな割引変数として努力が取り扱われるようになったのである（たとえば、Mitchell, 1999, 2004）。ここで、努力による報酬の価値割引（以下、単に努力割引と表記）とは、報酬を得るために必要な努力の増加により、報酬の主観的価値が減少することである。努力割引（effort discounting）は、遅延および確率割引の双曲線関数モデルと同形の式（3）

で表される。

$$V = A / (1 + IE) \quad (3)$$

ただし、 V と A は式(1)、(2)と同じであり、 E は報酬を得るために必要な努力のことである。また、 I は割引率を示す経験定数であり、 I 値が高いほど、努力報酬の価値は急速に割り引かれる。

Sugiwaka & Okouchi (2004) は、大学生を対象に仮想の金銭報酬を用いて、先に杉若 (1995) が開発した改良型セルフコントロール (reformativ self-control: RFSC) の尺度と遅延および努力割引との関係を調べた。RFSCとは、習慣的な行動を、新しくてより望ましい行動へと変容していくためのセルフコントロールのこと (杉若, 1995) であり、参加者はこの尺度の得点により、高改良群 (10名)、中改良群 (10名)、低改良群 (12名) に分けられた。等価点の測定方法は、先に述べた遅延や確率割引と同じ極限法であり、各参加者に対し、遅延条件では遅延選択肢と即時選択肢の2枚のカードが、努力条件では努力あり選択肢と努力なし選択肢の2枚のカードがそれぞれ提示された。ただし、努力条件の努力量は、お風呂 (具体的には、浴槽と洗い場) を洗う回数によって決められた。遅延 (努力あり) 選択肢の報酬金額は常に100,000円であったのに対し、即時 (努力なし) 選択肢の報酬金額は、試行ごとに遅延 (努力あり) 選択肢の0.001%から100%の金額 (100から100,000円) の範囲で、11段階で上昇または下降した。そして、遅延 (努力あり) 選択肢の遅延時間 (努力量) は、3日 (お風呂洗い1回) から30年 (お風呂洗い2,000回) までの範囲で、12 (15) 水準で操作された (ただし、括弧内は努力条件の選択肢の内容を表す)。

各水準で得られた等価点の群中央値に対して、式(1)と式(3)をそれぞれ適用した結果、高、中、低のすべての改良群において、決定係数は高い値 (遅延条件の $R^2 \geq 0.97$ 、努力条件の $R^2 \geq 0.86$) をとり、遅延のみならず努力割引においても双曲線関数モデルの当てはまりがよいことが示された。また、遅延条件では、中、高改良群に比べて、低改良群の k 値は高い値をとり、遅延割引の観点から衝動性を説明することの妥当性が支持された。しかし、努力条件では、3群の I 値の間に体系的な違いはなく、また、 k 値と I 値との間に有意な相関が認められなかったことから、遅延と努力の割引過程は必ずしも同一ではない可能性が示唆された。

さらに、Ostaszewski, Babel, & Swebodziński (2013) は100名の大学生を対象に仮想の金銭報酬を用いて、努力割引の2条件で、遅延割引と同じ方向の報酬量効果が生じるかどうかを検討した。等価点の測定方法は、Sugiwaka & Okouchi (2004) と同じ極限法であったが、カード課題の代わりに努力割引調査票 (effort discounting questionnaire) を用いた。身体的努力条件の努力量は、報酬を得るために特定の階 (3、10、40、100階) まで階段を登ることであったのに対し、認知的努力条件のそれは、報酬を得るために教科書の特定のページ (10、100、300、600ページ) を読み、資料を提出することであった。両条件に共通して、努力あり選択肢の報酬金額は80または3,000ズウォティであり、努力なし選択肢の報酬金額は、試行ごとに努力あり選択肢の0%から100%の金額 (たとえば、80ズウォティの金額条件のとき、0から80ズウォティ) の範囲で、30段階で下降した。また、各条件の努力あり選択肢の階数およびページ数は、上述の4水準で操作された。

各水準で得られた等価点の群中央値に対して、式(3)を適用した結果、各条件の2つの報酬金額において、決定係数は高い値 (身体的努力条件の $R^2 \geq 0.877$ 、認知的努力条件の $R^2 \geq 0.948$) をとり、Sugiwaka & Okouchi (2004) と同様に、双曲線関数モデルの当てはまりがよいことが示された。さらに、両条件ともに、報酬金額の増加に伴って I 値が低下したことから、遅延割引と同じ方向の報酬量効果が、2種類の努力割引で確認された。

遅延や確率割引に比べて努力割引の研究は数多くないが、現在のところ、日常場面における身体的努力割引を中心に調べてきたといえる。そして、握力計を握る強さ (Mitchell, 1999, 2004)、お風呂洗いの回数 (Sugiwaka & Okouchi, 2004)、階段登りの階数 (Ostaszewski et al., 2013) などの努力量を変化させることで、遅延割引と類似した努力割引の過程と報酬量効果を明らかにした。しかし、これまで身体的運動に限定された行動が選ばれてきた理由や、これらの努力量の完了によりなぜ報酬が得られるのか、つまり、オペラント行動と結果との間にどのような必然性があるのかについては不明であり、身体的努力割引をさらに精査するためには、具体的な労働場面を想定する必要があると思われる。

そこで、本研究では、大学生を対象に、一般住宅と集合住宅に徒歩でチラシを配布するという仮定の労働場面を設定し、これまでの先行研究と同様に、双曲線関数モデルにしたがった努力割引の過程が得られるかどうかを検証した。一般社会において、ポスティングとよばれているチラシを配布する労働を選んだ理由は、この労働が認知的努力をほとんど伴わない比較的単純な身体的努力にもとづくオペラント行動であると考えられること、また、この労働には時給 (hourly pay) と歩合給 (percentage pay) の2つの賃金体系があることの2点による。

あるウェブサイトによると、ポスティングでは、通常、時給の場合 900 円、歩合給の場合 1 枚あたり 2 から 6 円の報酬がそれぞれ得られるとされる (Web 金融新聞, 2015) が、本研究では、一定時間配布後に報酬が得られる時給条件と、一定枚数配布後に報酬が得られる歩合給条件を設け、次のように両者の労働条件を関連づけた。すなわち、(a) 時給条件の労働時間と歩合給条件の労働量は交換可能であり、(b) 時給が 900 円で、歩合給が 1 枚あたり 4 円 (2 から 6 円の平均値) であると仮定すると、同一の賃金で、60 分の労働時間に対して 225 枚分の労働量を供給することが期待される。そして、このような考え方にもとづいて、時給条件の 1 分から 120 分までの 8 水準の労働時間を、歩合給条件の 4 枚から 450 枚までの 8 水準の労働量に対応させた。さらに、各条件につき、2つの金額条件 (1800 と 5400 円) を設定し、先に Ostaszewski et al. (2013) で報告された努力割引の報酬量効果が、仮想の労働場面においても得られるかどうかの検証も行った。

以上のように、本研究では、大学生を対象にポスティングによる仮想の労働場面を設定し、(a) 時給と歩合給の2つの労働条件において、努力割引の過程が双曲線関数モデルによって記述できるか。また、(b) 各労働条件において、割引率 (1 値) は、金額条件が 1800 円のときに比べて 5400 円のときに低くなるか。さらに、(c) 各金額条件で、対応する2つの労働条件間の割引率を比較したとき、時給と歩合給条件のどちらの割引率がより低下するかの3点を明らかにすることを目的とした。このうち (c) については、上述の労働条件の関連づけの2つの仮定にしたがい、時給条件の労働時間 (配布時間) を労働量 (配布枚数) に変換して、金額条件別に、両条件の割引率の比較を行った。

方法

参加者

年齢が 20 歳から 22 歳までの大学生 33 名 (男性 13 名、女性 20 名、平均年齢 20.3 歳) が参加した。

材料

仮想の労働場面における各参加者の選択反応のデータを収集するため、2（労働条件：時給と歩合給）×2（金額条件：1800円と5400円）×2（系列：上昇と下降）の合計8種類の努力割引調査票を用意した。すべての調査票は、課題の説明が記載されている表紙のページと、それ以降の8ページに渡る二者択一問題から構成された。二者択一問題は、1ページにつき合計24問あり、左側の列に選択肢Aを、右側の列に選択肢Bをそれぞれ配置した。

選択肢Aは努力なし選択肢であり、労働なしに今すぐ一定量のお金がもらえるが、その金額は問題ごとに24段階で変化した。選択肢Bは努力あり選択肢であり、常に一定量のお金がもらえるが、それを得るためには、労働が必要であった。この選択肢の労働の供給量は、時給条件ではチラシの配布時間（分）によって決められ、ページごとにその時間が1、5、10、20、30、60、90、120分の順に8水準で上昇した。一方、歩合給条件ではチラシの配布枚数（枚）によって決められ、ページごとにその枚数が4、19、38、75、113、225、338、450枚の順に8水準で上昇した。また、選択肢Bの金額は1800円または5400円で一定であったのに対し、選択肢Aの金額は、選択肢Bのその2.2%から100%の範囲で、24段階で上昇または下降した。時給条件で金額条件が1800円の下降系列の調査票を例に挙げると、選択肢Aの金額は、問題ごとに1800、1760、1720、1680、1640、1600、1500、1400、1300、1200、1100、1000、900、800、700、600、500、400、300、200、160、120、80、40円の順に下降した。

実験計画

被験者内計画を用いた。各参加者は、2つの労働条件と2つの金額条件の合計4種類の努力割引調査票に回答した。本研究の実施に先立ち、33名の参加者は、8から9名の4つの小集団に無作為に分けられた。そして、各小集団を大学内の1つの教室に集め、努力割引の調査を行った。各参加者は、まず、1回目の調査で2種類の調査票に回答し、その1週間後の2回目の調査で、残り2種類の調査票に回答した。その際、4種類の調査票の実施順序、および、上昇または下降系列のどちらの調査票に回答するかについては、4つの集団間でカウンターバランスした。

手続き

あらかじめ調査参加にあたっての説明を行い、それを受けて、参加者が同意書に署名を記入した後、1回目の調査を開始した。まず、第1の努力割引調査票を配布し、表紙のページに記載されている課題の説明を行った。具体的には、(a) この課題が、価値判断を調べるためのものであり、2種類の仮想の金銭のうちいずれか一方を選択することが求められること、(b) 次のページ以降に複数の問題があり、左側の列には選択肢Aが、右側の列に選択肢Bが用意されていること、(c) 選択肢Aを選択すると、労働することなしに、今すぐ一定量のお金がもらえるが、その金額は問題ごとに変化する事、(d) 選択肢Bを選択すると常に一定量（1800または5400円）のお金がもらえるが、それを得るためには、労働が必要であること、(e) ここでの労働とは、一般住宅と集合住宅に徒歩でチラシを配布することであり、その労働の供給量は配布時間（または、配布枚数）によって決められていること、(f) チラシは1世帯につき1枚しか配布できないこと、(g) 1ページあたりの問題数は24問であること、(h) 回答は選択肢A、Bのいずれか一方を選び、鉛筆を使って記号に丸印をつけること、(i) 必ず、問題番号の順に、すべての問題に回答することの9点について説明した。

上記の説明が終わった後、参加者は、次のページの最初の 24 問に回答した。時給条件で金額条件が 1 800 円の下降系列の調査票を例に挙げると、問題 1 の選択肢 A は“労働なしに今すぐもらう 1 800 円”であり、選択肢 B は“チラシを 1 分配布後にももらう 1 800 円”であった。小集団の全員が、すべての問題に回答したことを確認した時点で、次のページに進み、同じ要領で、合計 8 ページを完了した。そして、第 1 の調査票を回収し、第 2 の調査票を配布した。

第 2 の調査票は、第 1 の調査票と同じ手順で進められた。ただし、課題の説明のときに、第 1 の調査票との共通点（たとえば、労働の定義、問題数、回答の方法が同じであること）と相違点（たとえば、問題例を示しながら選択肢 B の金額が異なっていること）について注意を促した。そして、小集団の全員が、合計 8 ページを完了した時点で、第 2 の調査票を回収し、1 回目の調査を終了した。その 1 週間後に、第 3 と第 4 の調査票を用いて 2 回目の努力割引の調査を行ったが、その手順は、1 回目の調査に準じた。最後に、性別、年齢、ポスティングに従事した経験の有無、経験がある場合の賃金体系についてたずねた記入用紙に回答してもらい、2 回目の調査を終了した。

調査終了後、選択反応のデータをもとに各参加者の等価点を算出した。本研究では、4 種類の調査票の各水準において、合計 24 回の選択の間に選択が一方から他方の選択肢へ 1 回だけ切り替わることが期待されたため、この選択の切り替わり前後の選択肢 A（努力なし選択肢）の金額の平均値を、各水準の等価点とした。そして、各労働条件の努力割引の過程が双曲線関数モデルで記述できるか、また、金額条件の違いにより割引率（1 値）に違いが生じるかを調べるために、各調査票で算出された各参加者および群中央値の等価点に対して、それぞれ式 (3) を適用した。さらに、各金額条件（1 800 と 5 400 円）で、対応する 2 つの労働条件間の割引率を比較するために、時給条件における配布時間の 8 水準の値を配布枚数の 8 水準の値へ変換した。たとえば、1 分を 4 枚に、120 分を 450 枚にそれぞれ変換した。そして、変換後の時給条件の各参加者および群中央値の等価点に対して、再度、式 (3) を適用し、変換後の時給条件と歩合給条件のどちらの割引率がより低下するかを、金額条件別に調べた。

結果

本研究では、合計 33 名の大学生が参加したが、時給条件の 3 名と歩合給条件の 2 名のデータは、以下の分析から取り除かれた。時給条件の 3 名のうち 1 名は不参加であり、1 名は金額条件が 5 400 円のために配布時間の増加に対して努力割引がまったく生じなかった。また、残りの 1 名は 2 つの金額条件で、ともに式 (3) にうまく当てはまらなかった ($R^2 = 0$)。歩合給条件の 2 名のうち、1 名は金額条件が 5 400 円のために、残りの 1 名は金額条件が 1 800 円のために、いずれも式 (3) にうまく当てはまらなかった ($R^2 = 0$)。なお、本研究では、ポスティングに従事した経験のある参加者が 2 名含まれていたが、この 2 名に特筆すべき行動傾向が見いだされなかったため、経験のない他の参加者のデータとすべて統合して分析を行った。

図 1 は、時給と歩合給条件の 2 つの金額条件におかれた参加者の等価点の群中央値をプロットしたものである。ただし、2 つの金額条件の割引率を比較するため、等価な金額は、選択肢 B の金額を 1 としたときの比率で表した。たとえば、選択肢 B（努力あり選択肢）の 1 800 円と選択肢 A（努力なし選択肢）の 1 620 円が主観的に等価であると判断された場合、比率は 0.9 となる。さらに、両条

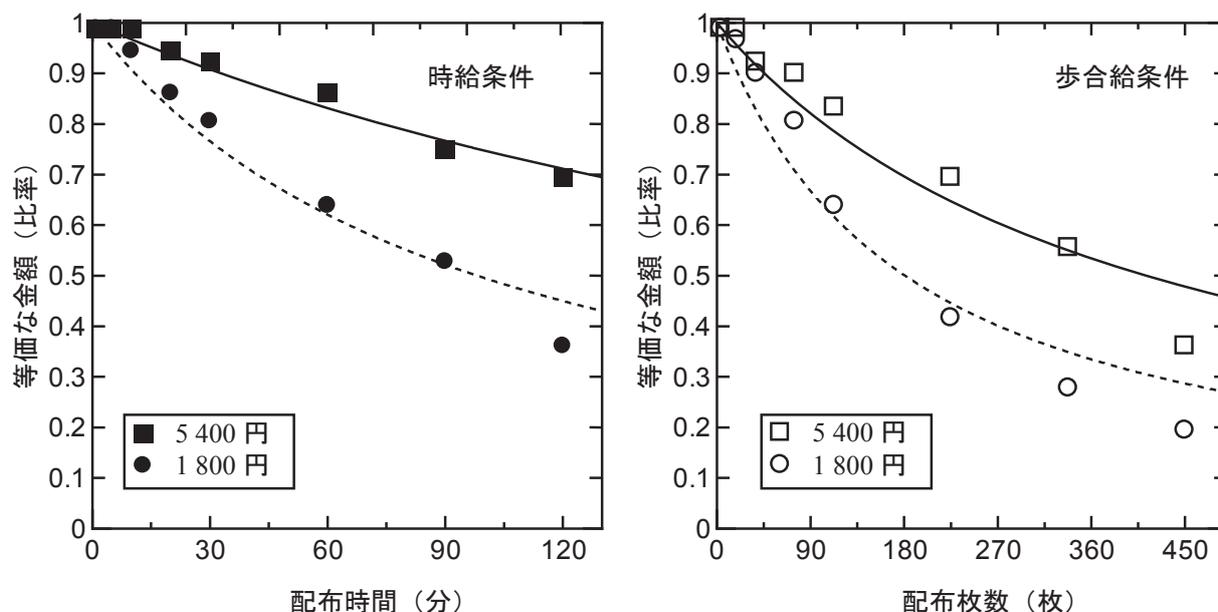


図1 配布時間および配布枚数の関数としての労働なしで得られる等価な金額 (比率) の変化。左パネルは時給条件における金額条件が1800円 (●) と5400円 (■) の結果を表し、右パネルは歩合給条件における金額条件が1800円 (○) と5400円 (□) の結果を表す。データはいずれも、参加者の等価点の群中央値をプロットしたものであり、曲線は、各金額条件の中央値に対して式 (3) を当てはめて得られた割引関数である。

件とも2つの金額条件のそれぞれに対して式 (3) を当てはめた。

分析の結果、式 (3) の双曲線関数モデルは、時給条件で1800円のデータの分散の96.4%と5400円のデータの分散の97.5%をそれぞれ説明した。また、1値は、1800円の時0.0102、5400円の時0.0034となり、前者に比べて後者の金額条件で割引率は低下した。一方、同モデルは、歩合給条件で1800円のデータの分散の95.2%と5400円のデータの分散の93.7%をそれぞれ説明した。また、1値は、1800円の時0.0055、5400円の時0.0024となり、前者に比べて後者の金額条件で割引率は低下した。

次の表1は、時給条件 (30名) と歩合給条件 (31名) の2つの金額条件におかれた各参加者の等価点に対して式 (3) を当てはめて得られた結果を、 R^2 と1値の中央値と四分位範囲で要約して示したものである。中央値に着目すると、図1の群中央値に比べて表1の中央値の決定係数は低下したが、なお、双曲線関数モデルは、時給条件で1800円のデータの分散の90.6%と5400円のデータの分散の91.8%をそれぞれ説明した。一方、歩合給条件で1800円のデータの分散の89.2%と5400円のデータの分散の90.8%をそれぞれ説明した。また、時給と歩合給の両条件において、1値の中央値は、金額条件が1800円のとくに比べて5400円のとくに低くなった。各労働条件の2つの金額条件の中央値の間に差があるかどうかを確かめるために、Wilcoxonの符号付順位検定を行った結果、ともに有意差が認められた (時給条件: $Z = 3.91, p < 0.0001$, 歩合給条件: $Z = 2.96, p < 0.01$)。したがって、時給と歩合給の両条件で、報酬量効果が示されたといえる。

表 1 時給条件と歩合給条件の各参加者の等価点に式(3)を当てはめて得られた R^2 と l 値の中央値と四分位範囲

	金額条件 1 800 円		金額条件 5 400 円	
	R^2	l	R^2	l
時給条件				
中央値	0.906	0.0087	0.918	0.0033
第 1 四分位数	0.798	0.0032	0.834	0.0020
第 3 四分位数	0.942	0.0139	0.944	0.0058
歩合給条件				
中央値	0.892	0.0069	0.908	0.0026
第 1 四分位数	0.835	0.0020	0.808	0.0011
第 3 四分位数	0.946	0.0125	0.947	0.0067

図 2 は、時給と歩合給条件におかれた参加者の等価点の群中央値を、金額条件別にプロットしたものである。ただし、等価な金額のデータは、図 1 とすべて同じものである。また、歩合給条件のデータは、図 1 を金額条件別に再描画したものであるため、双曲線関数モデルの決定係数と割引率は、図 1 と同一である。一方、時給条件では、配布時間の 8 水準の値が対応する配布枚数の 8 水準の値に変換されたため、等価な金額のデータは、歩合給条件と同じ配布枚数の上にプロットされた。そして、この変換に伴い、時給条件では、式 (3) による新たな双曲線関数モデルが適用された。

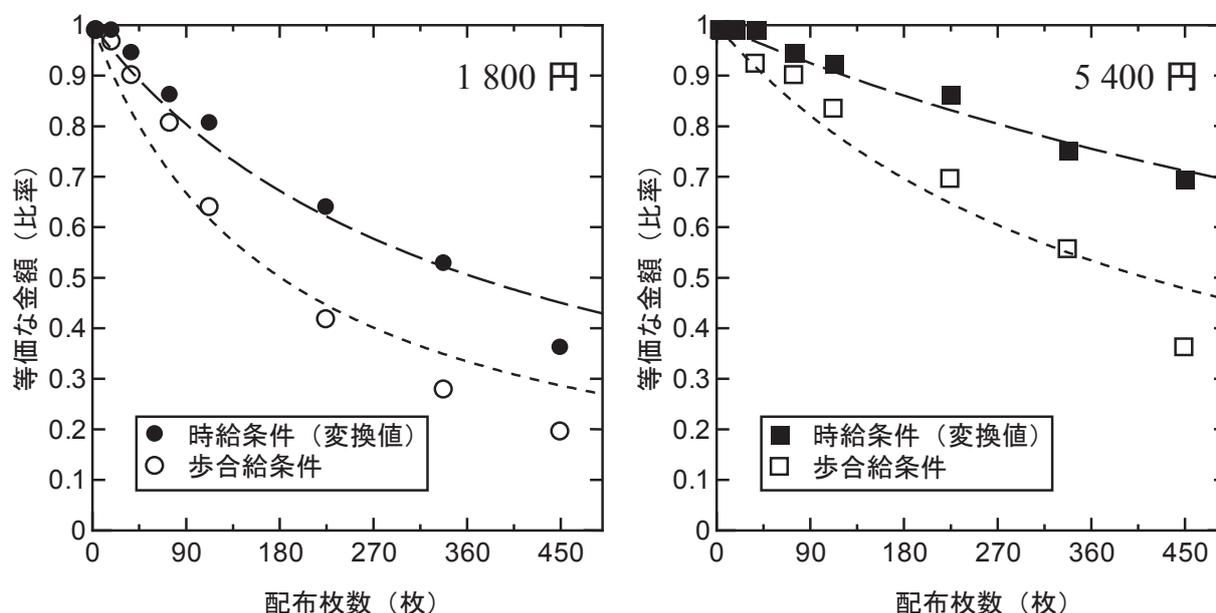


図 2 配布枚数の関数としての労働なしで得られる等価な金額 (比率) の変化。左パネルは金額条件が 1 800 円のとときの時給条件 (●) と歩合給条件 (○) の結果を表し、右パネルは金額条件が 5 400 円のとときの時給条件 (■) と歩合給条件 (□) の結果を表す。データはいずれも、参加者の等価点の群中央値をプロットしたものである。歩合給条件の割引関数は図 1 を再描画したものであり、時給条件の割引関数は、配布時間を配布枚数に変換した後に、新たに式 (3) を当てはめて得られたものである。

分析の結果、金額条件が1800円の時、式(3)の双曲線関数モデルは、時給条件のデータの分散の96.4%を説明した。また、1値は0.0027となり、同じ金額条件の歩合給条件の1値(0.0055)に比べて低下した。次に、金額条件が5400円の時、同モデルは、時給条件のデータの分散の97.5%を説明した。また、1値は0.0009となり、同じ金額条件の歩合給条件の1値(0.0024)に比べて低下した。

さらに、配布時間から配布枚数に変換した後に、時給条件の2つの金額条件におかれた各参加者の等価点に対して、再度、式(3)を当てはめた。その結果、中央値において、双曲線関数モデルは、1800円のデータの分散の90.8%と5400円のデータの分散の91.8%をそれぞれ説明した。また、1値の中央値は、1800円の時0.0027、5400円の時0.0009となり、前者に比べて後者の金額条件で割引率は低下した。各金額条件において、変換後の時給条件と歩合給条件の中央値の間に差があるかどうかを確かめるために、Wilcoxonの符号付順位検定を行った結果、ともに有意差が認められた(1800円: $Z=3.26, p<0.001$, 5400円: $Z=3.73, p<0.0001$)。したがって、両方の金額条件で、歩合給に比べて時給条件の割引率は低下したといえる。

考察

本研究では、ポスティングによる仮想の労働場面を設定し、2つの労働(時給と歩合給)と2つの金額(1800円と5400円)のすべての条件において、努力割引の過程が双曲線関数モデルによって記述できることを明らかにした。この事実は、先行研究(Mitchell, 1999, 2004; Ostaszewski et al., 2013; Sugiwaka & Okouchi, 2004)の結果を再現し、努力割引の過程が、遅延および確率の割引過程(Green et al., 1997; Green et al., 1999; Rachlin et al., 1991)と本質的に類似していることを示唆した。さらに、本研究より、このモデルの適用範囲は、従来の日常場面から労働場面へ拡張された。

しかし、本研究の制約として、現実ではなく仮想の金銭報酬が用いられた点が挙げられる。この点に関連して、遅延割引では、すでにいくつかの研究(Johnson & Bickel, 2002; Lagorio & Madden, 2005; Madden, Begotka, Raiff, & Kastern, 2003)で、仮想と現実報酬の比較がなされている。たとえば、Johnson & Bickel (2002)は、6名の成人を用い、仮想報酬条件と現実報酬条件で遅延割引の個体内比較を行った。前者の条件では、4つの金額条件(10、25、100、250ドル)で選択したどの報酬金額も得られなかったのに対し、後者の条件では、各金額条件につき1つの選択試行が無作為に選ばれ、その試行において参加者が実際に選択した報酬金額が、指定の時間(選択課題完了の直後または遅延後)に得られた。両条件に共通する遅延の長さは、1日から6ヶ月後の5水準であった。式(1)の当てはめによる分析を行った結果、6名中5名の各金額条件において、現実と仮想報酬間の割引率に体系的な違いは認められなかった。同様の結果は、後続のMadden et al. (2003)やLagorio & Madden (2005)においても報告され、割引率を推定するために、現実報酬の代わりに仮想報酬を使用することの妥当性を支持した。

現在のところ、努力割引の研究の中で、仮想と現実報酬の直接比較を行った研究はなされていないが、上述のように、遅延と努力割引の過程が類似していること、現実報酬の代替として仮想報酬を用いた手続きが役に立つことから、1つの可能性として、現実報酬を用いた場合も本研究と類似した努力割引の過程が得られると推測される。しかしながら、Mitchell (1999)とSugiwaka & Okouchi

(2004)において、遅延の割引率 (k 値) と努力の割引率 (l 値) との間に有意な相関が認められなかった事実は、両者の割引過程が必ずしも同一ではないことを示唆していることから、今後の課題として、仮想と現実報酬の努力割引の比較検討が必要であろう。

次に、本研究では、時給と歩合給の両条件において、1 800 円の時に比べて 5 400 円のときに、割引率が低くなった。この事実は、Ostaszewski et al. (2013) の報告を支持し、努力割引では、遅延割引と同じ方向の報酬量効果が生じることを、再度、確認した。先に Green et al. (1999) は、報酬量効果の方向性が、遅延割引と確率割引で逆になる理由について、選択が、負の結果の可能性を伴うか否かの違いを指摘した。具体的に、遅延割引では、即時小報酬と遅延大報酬という 2 つの正の結果間の選択を伴うのに対し、確率割引では、確実な小報酬と不確実な大報酬という正の結果に、報酬なしという負の結果を加えた 3 つの結果間の選択を伴う。そして、この負の結果の可能性の有無が、報酬量効果の方向性の違いに影響を与えているのではないかと考えたのである。

Green et al. (1999) の指摘をふまえて、本研究と Ostaszewski et al. (2013) で遅延割引と同じ方向の報酬量効果が生じた理由について考えると、まず、両者とも、努力なし小報酬と努力あり大報酬という 2 つの正の結果間の選択がなされたが、確率割引のように、報酬を得られないという負の結果は伴わなかった。加えて、努力が、しばしば、報酬を得るまでの待ち時間の長短を生み出す点で、遅延と共通する特性を有する割引変数であることを考慮すると、それを得るために必要な努力量の増加は、同時に、相応の遅延時間の増加を生み出したと推測される。したがって、努力割引の 2 つの研究で、報酬量効果が検出された理由は、暫定的に、この 2 点で説明されるかもしれない。

ヒトを対象とした価値割引研究において、対応する労働条件間の比較を行った研究は、これまでほとんど報告されてこなかった(恒松, 2001)が、本研究は 1 800 円と 5 400 円の 2 つの金額条件を設定し、ともに歩合給に比べて変換後の時給条件の割引率が低下する事実を初めて明らかにした。これに対し、現在のところ、本研究の実験計画に直接対応した動物実験は報告されていないが、関連するものとして、Grossbard & Mazur (1986) と Tsunematsu (2001) が挙げられる。

まず、Grossbard & Mazur (1986) は 4 羽のハトを対象に調整遅延手続きを用い、固定時間 (Fixed-Time: FT) スケジュールで設定された遅延条件と固定比率 (Fixed-Ratio: FR) スケジュールで設定された努力条件の割引過程の個体内比較を行った。この実験では、遅延条件下の報酬 (穀物) を得るまでの時間と努力条件下のそれを得るための要求反応数を完了するまでの時間を連動させることにより、両条件の直接比較を可能にした。分析の結果、各個体の等価点のデータが、ともに双曲線関数モデルで記述できたことに加え、努力条件に比べて遅延条件の割引率が低下したことも示された。この実験は、ヒトを用いた努力割引の研究 (Mitchell, 1999; Sugiwaka & Okouchi, 2004) 以前に、遅延と努力の 2 つの割引変数の効果が必ずしも同一ではないことを示した点で、重要な事実を提供したといえる。しかし、ヒトの研究と類似した調整量手続き (たとえば、Richards, Mitchell, de Wit, & Seiden, 1997) ではなく調整遅延手続き (たとえば、Mazur, 1987) が用いられたこと、また、FT スケジュールは、個体が反応するか否かに関わらず一定時間ごとに報酬が提示される点で、反応努力が求められない強化スケジュールであったことから、この実験結果を、直接、本研究の結果と比較対照することには限界がある。

次に、Tsunematsu (2001) は 2 羽のハトを用い、4 つの FR スケジュールの値で設定された努力コスト条件と 4 つの固定間隔 (Fixed-Interval: FI) スケジュールの値で設定された時間コスト条件の 1 セッション当たりの食物消費量を比較した。この実験の時間コスト条件の値には、先の努力コスト

条件において、各被験体が要求反応数を完了するまでに要した平均時間が設定された。そのため、この等価な時間の関数として、両条件の食物消費量の変化を直接比較することができた。コストの上昇に対する両条件の報酬（混合飼料）の価値の減少を記述するために Hursh, Raslear, Shurtleef, Bauman, & Simmons (1988) の需要関数モデルを適用した結果、各個体の非弾力的な需要 (inelastic demand) を示すコストの範囲は、努力コスト条件に比べて時間コスト条件で広くなり、後者の条件の方が報酬の価値の減少幅が小さくなることが明らかになった。FI スケジュールは、一定時間経過後に 1 回の反応努力を求める強化スケジュールであり、設定された時間が経過する前の反応を生みだしやすいことから、Grossbard & Mazur (1986) の FT スケジュールに比べて本研究の時給条件に近い実験条件を提供していると考えられる。しかし、Tsunematsu (2001) では、報酬の価値を測る実験手続きと分析方法が、価値割引研究のそれと大きく異なることから、時間コストと努力コスト条件の結果が、本研究の時給と歩合給条件の結果にそれぞれ類似しているという示唆を得るにとどまっている。したがって、今後の課題として、たとえば、調整量手続きを用いて、FI スケジュールで設定された時間コスト条件と、FR スケジュールで設定された努力コスト条件の割引過程の個体内比較を行うことが挙げられる。そして、このような動物実験を通して、努力割引における種間の一般性（たとえば、藤, 1996）を検討することが必要であろう。

最後に、本研究の冒頭において、セルフコントロール選択場面におかれた個体が、遅延大報酬を選択することをセルフコントロールと、逆に、即時小報酬を選択することを衝動性とよんだ (Rachlin & Green, 1972)。そして、価値割引研究では、衝動的選択が生じる理由を遅延割引によって説明し、式 (1) の双曲線関数モデルで推定された k 値が、衝動性の程度を表すと考えられてきた (Green & Myerson, 1993; Green et al., 1999; 佐伯, 2001)。これによると、 k 値が高いほど、遅延された報酬の価値の減少が著しくなり、選択が行われる時点で、遅延大報酬よりも即時小報酬の価値が上回る場合が多くなる。そのため、セルフコントロール選択場面で、衝動的選択が生じやすくなると理解できる。一方、本研究と Ostaszewski et al. (2013) より、遅延割引と類似した努力割引の過程が示されたが、式 (3) の同モデルで推定された l 値は何を表す指標なのであろうか。この点について、Ostaszewski et al. (2013) は、 l 値が怠惰 (laziness) の程度を表す指標であると提案している。なぜなら、 l 値が高いほど、個体は努力をほとんど必要としない小報酬を選好し、大報酬を得るために進んで努力を費やさないことを表すからである。先述の Mitchell (1999) と Sugiwaka & Okouchi (2004) において、 k 値と l 値との間に有意な相関が認められなかった事実は、 l 値が衝動性以外の指標である可能性を示唆しているが、現在のところ、それが怠惰を表す指標かどうかを確かめた研究はなされていない。したがって、このような概念的な問題を、経験的に検証することも今後の課題である (たとえば、伊藤, 2000)。その 1 つの方法として、努力割引調査票で測定された l 値の程度と、別の場面における努力行動との関係を検討することが考えられる。もし、 l 値が高いほど、別の場面で努力量が小さいことが確かめられたならば、 l 値が怠惰の程度を表す指標と考える 1 つの根拠が得られるであろう。以上のように、未解決の課題は山積しているが、本研究を通して、仮想の労働場面への努力割引の拡張、遅延割引と同じ方向の報酬量効果、および、時給と歩合給の 2 つの労働条件における割引率の違いの一端が明らかになったといえる。

注

- 1) 本研究の一部は、日本行動分析学会第 28 回年次大会において発表された。

文献

- 藤 健一 (1996). キングヨのオペラント条件づけ 動物心理学研究, **45**, 51-65.
- Green, L., Fisher, E. B., Jr., Perlow, S., & Sherman, L. (1981). Preference reversal and self-control: Choice as a function of reward amount and delay. *Behaviour Analysis Letters*, **1**, 43-51.
- Green, L., Fristoe, N., & Myerson, J. (1994). Temporal discounting and preference reversals in choice between delayed outcomes. *Psychonomic Bulletin & Review*, **1**, 383-389.
- Green, L., & Myerson, J. (1993). Alternative frameworks for the analysis of self control. *Behavior and Philosophy*, **21**, 37-47.
- Green, L., & Myerson, J. (2004). A discounting framework for choice with delayed and probabilistic rewards. *Psychological Bulletin*, **130**, 769-792.
- Green, L., Myerson, J., & McFadden, E. (1997). Rate of temporal discounting decreases with amount of reward. *Memory & Cognition*, **25**, 715-723.
- Green, L., Myerson, J., & O'Donoghue, T. (1999). Amount of reward has opposite effects on the discounting of delayed and probabilistic outcomes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **25**, 418-427.
- Grossbard, C. L., & Mazur, J. E. (1986). A comparison of delays and ratio requirements in self-control choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **45**, 305-315.
- Hursh, S. R., Raslear, T. G., Shurtleff, D., Bauman, R., & Simmons, L. (1988). A cost-benefit analysis of demand for food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **50**, 419-440.
- 伊藤正人 (2000). 他者との共有による報酬の価値割引 大阪市立大学文学部紀要「人文研究」, **52**, 55-70.
- 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.
- Lagorio, C. H., & Madden, G. J. (2005). Delay discounting of real and hypothetical rewards III: Steady-state assessments, forced-choice trials, and all real rewards. *Behavioural Processes*, **69**, 173-187.
- Madden, G. J., Begotka, A. M., Raiff, B. R., & Kastern, L. L. (2003). Delay discounting of real and hypothetical rewards. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, **11**, 139-145.
- Madden, G. J., & Johnson, P. S. (2010). A delay-discounting primer. In G. J. Madden, & W. K. Bickel (Eds.), *Impulsivity: The behavioral and neurological science of discounting*. Washington, DC: American Psychological Association. pp. 11-37.
- 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*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 55-73.
- Mitchell, S. H. (1999). Measures of impulsivity in cigarette smokers and non-smokers. *Psychopharmacology*, **146**, 455-464.
- Mitchell, S. H. (2004). Effects of short-term nicotine deprivation on decision-making: Delay, uncertainty and effort discounting. *Nicotine & Tobacco Research*, **6**, 819-828.
- O'Donoghue, T., Babel, P., & Swoboda, B. (2013). Physical and cognitive effort discounting of hypothetical monetary rewards. *Japanese Psychological Research*, **55**, 329-337.
- Rachlin, H. (1993). The context of pigeon and human choice. *Behavior and Philosophy*, **21**, 1-17.
- Rachlin, H., & Green, L. (1972). Commitment, choice and self-control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **17**, 15-22.
- Rachlin, H., Logue, A. W., Gibbon, J., & Frankel, M. (1986). Cognition and behavior in studies of choice. *Psychological Review*, **93**, 33-45.
- 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.
- 佐伯大輔 (2001). 遅延・確率・共有による報酬の価値割引 行動科学, **40**, 29-38.
- 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
- 杉若弘子 (1995). 日常的なセルフ・コントロールの個人差評価に関する研究 心理学研究, **66**, 169-175.
- Sugiwaka, H., & Okouchi, H. (2004). Reformative self-control and discounting of reward value by delay or effort. *Japanese Psychological Research*, **46**, 1-9.
- Tsunematsu, S. (2001). Effort- and time-cost effects on demand curves for food by pigeons under short session closed economies. *Behavioural Processes*, **53**, 47-56.
- 恒松 伸 (2001). 労力給と時間給による価値割引——仮想報酬金額の違いによる効果の一検討—— 日本心理学会第 65 回大会発表論文集, 582.
- Web 金融新聞 (2015). ポスティングアルバイトの中身 Web 金融新聞 2006 年 1 月
<<http://www.777money.com/kasegu/baito/posting.html>> (2015 年 1 月 24 日)

(本学非常勤講師)