

身体姿勢と時間割引率の関係

The Relation Between Posture and Time Discounting

廣田 敦士 岡 夏樹 早川 博章 西崎 友規子
Atsushi HIROTA Natsuki OKA Hirofumi HAYAKAWA Yukiko NISHIZAKI

京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

The longer we wait for a reward, the more its value is discounted (time discounting). Problems with time discounting are found in our daily life; for instance, when we control our diet, future rewards should be put high values. If we go on a diet, we can get a slim body in the future, but cannot eat sweets right now instead. People who strongly discount a future reward may fail to get a slim body. Besides diet, there are similar problems like stopping smoking or summer holiday homework. The aim of this research is to find a way to enhance the value of future rewards in order to relieve these daily problems. The speed of discounting is expressed with discount rate. Our experiment revealed that a high-power posture reduced discount rate more than a low-power posture, and that this occurred under conditions where the value of the reward is small.

1. はじめに

ヒトを含む動物は、程度に差はあれど将来得られる報酬よりも今すぐもらえる報酬の方に魅力を感じてしまうことがある。すなわち、将来得られる報酬の価値は割り引かれてしまう。また、報酬を得られるまでに待たなければならない期間が長ければ長いほど、それだけその報酬の価値は大きく割り引かれる。このことを行動経済学の分野で時間割引と呼び、将来得られる報酬の価値は式 (1) を用いて表すことができる [Mazur 2011].

$$V = \frac{A}{1 + KD} (D \geq 0) \quad (1)$$

ここで、 V は将来得られる報酬の割り引かれた価値、 A は得られる報酬の絶対的な価値、 D は報酬が得られるまでに待たなければならない期間、 K は時間割引率（単に割引率とも呼ぶ。）を表す。この割引率 K の値が大きければ大きいほど、それだけ将来得られる報酬の価値が早く割り引かれることを意味する。

ところで、時間割引はお金をいつどのくらい貰えるのかといった話だけにとどまらない。例えばダイエットを例に考える。ダイエットを今すぐ始めると甘いものが今食べられなくなり、今すぐもらえる報酬がなくなってしまう。一方、ダイエットを始めて、今すぐ得ることのできる報酬である甘いものを我慢すれば、将来スリムな体型として報酬を得ることができる。ダイエットがなかなかうまくいかない人は、式 (1) 中の割引率 K の値が大きく、将来の報酬（スリムな体型）の価値を大きく割り引いてしまい、今すぐ得ることのできる報酬（甘い食べ物）の価値の方が大きくなっていると考えられる。他にも禁煙をいつ始めるかや夏休みの宿題をいつやるか等、時間割引に関する問題は日常生活の中でも頻繁に目にする。

このような問題に対して、将来得られる報酬の価値が大きく割り引かれなないようにすれば、すなわち、式 (1) 中の割引率 K の値を小さくすることができれば、将来得られる報酬の価値はゆるやかに割り引かれることとなり、ダイエットや禁煙と

いった時間割引に関する諸問題をスムーズに解決できると考えられる。

本研究では、割引率 K を小さくする方法として、embodied cognition に着目した。embodied cognition とは心理学の用語で、行動や判断といったヒトの認知活動はヒトの身体の状況や実世界からの物理的な刺激に影響を受けて変化するというものである。embodied cognition に関する研究は多くなされている（例えば、[Williams 2008][藤 2014][Ackerman 2010].）。

我々は質問文の提示位置を変えることにより、実験参加者が質問文を読む際の身体姿勢を変え、その結果として割引率が変化することを示した [Hirota 2015]。その実験における質問文の提示位置は、椅子に座っている実験参加者の目の高さに提示するのと、座っている椅子の前にある机の上に質問文を置くのと、2通りであった。またその後の実験で、質問文の提示位置を、座っている実験参加者の目の高さ、ひざ上、その中間の3通りに変更した実験を行ったところ、質問文の提示位置を変えても割引率を変化させることができなかった。すなわち、2つの実験では一貫しない結果が得られてしまった。一貫しない結果が得られた原因は多数考えられるため、この2つの実験だけからは原因を特定できない。そこで本研究では、より再現性の高い結果が得られるように実験方法を見直すことにした。

Carney らが行った実験では、実験参加者に力強いポーズと力強くないポーズ^{*1}を取らせ、その前後で実験参加者の唾液の成分を調べた。その結果、力強いポーズを取った後だと、力強くないポーズを取った後と比べて有意に男性ホルモンであるテストステロン量が増加することが示された。また、2ドルをそのまま貰える安全な選択を行うか、確率 1/2 で 4ドルを得ることができる代わりに確率 1/2 で何も貰えるなくなる危険な選択のどちらを行うかというギャンブリングタスクにおいて、力強いポーズを取った群は、力強くないポーズを取った群と比べ、有意に危険な選択を行うという結果も示された。本実験ではこれらのポーズが時間割引にどのように影響するかを調査した。

連絡先: 〒 606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町 1

京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科 情報工学専攻
インタラクティブ知能研究室, hirota@ii.is.kit.ac.jp

*1 原文では High-Power-Posing と Low-Power-Posing として紹介されている。

2. 実験

2.1 実験手順

30名（男20，女10）の大学生，大学院生が本実験に参加した。実験参加者には，実験前夜の飲酒と実験開始一時間前の水以外の飲食を控えてもらった。また，実験参加者には姿勢を変えることにより体内中のホルモンがどのように変化するかを唾液を採取することにより調査する実験であると説明をした後，実験に参加してもらった。実験手順は次の通りである。

- I. 口をすすぐ
- II. 休憩 10 分間 (実験の諸説明，同意書を含む)
- III. 時間割引率タスク，唾液採取（時刻1）
- IV. 口をすすぐ
- V. 休憩 8 分間
- VI. ポーズ 2 分間 (力強い／力強くないポーズ)
- VII. 時間割引率タスク，唾液採取（時刻2）
- VIII. アンケート

実験参加者は手順 VI において力強いポーズをとる群（15人）と，力強くないポーズをとる群（15人）とに無作為に振り分けられた。実験参加者には図1に示してあるポーズの写真を見せることでポーズをとってもらった。図1のポーズはCarneyら [Carney 2010] が実験に用いたポーズを参考に考案した。この実験手順により，ポーズをとる前後における割引率と唾液の成分を調べることができる。また，時間割引率タスクは他の研究で必要な調査であるという旨の説明した上で回答してもらった。



図 1: ポーズ (左: 力強い, 右: 力強くない)

2.2 時間割引率タスク

手順 III と手順 VII における時間割引率タスクは，池田ら [池田 2006] が行った方法を参考にした。具体的には，実験参加者に報酬の金額と受け取る期日が異なる 2 つの選択肢 A と B が 32 組ずつ書かれた利得表を配布する。利得表の例を表 1 に示す。選択肢 A では今すぐ報酬を得ることができ，その時得られる金額は各組において固定である。選択肢 B における受け取り金額は，選択肢ペア番号ごとに固有の金利が設定されているので，その金利と受け取り期間をもとに計算されている。そのため，選択肢 B の受け取り金額は選択肢ペア番号に

よって変動する。実験参加者にはその 32 組の選択肢のペアそれぞれについて選択肢 A か選択肢 B かの好ましい方にチェックをつけてもらう。選択肢 A でもらえる金額が固定である為，選択肢 A から選択肢 B に選好が入れ替わるタイミングが見つかる。その選好が入れ替わった箇所の金利の平均値を割引率として計算する。本実験では賞金の金額や受け取りの期日を変え，6 種類の利得表を用意した。6 種類の内訳は表 2 の通りである *2。

表 1: 利得表の例

| 選択肢ペア番号 | 選択肢 A(円) | 選択肢 B(円) | 選択肢回答欄 | |
|---------|----------|----------|--------|---|
| | 今受取り | 13ヶ月後受取 | A | B |
| 1 | 3,000 | 2,359 | A | B |
| 2 | 3,000 | 2,679 | A | B |
| 3 | 3,000 | 2,840 | A | B |
| 4 | 3,000 | 2,968 | A | B |
| 5 | 3,000 | 3,000 | A | B |
| 6 | 3,000 | 3,032 | A | B |
| 7 | 3,000 | 3,064 | A | B |
| 8 | 3,000 | 3,128 | A | B |
| 9 | 3,000 | 3,192 | A | B |
| 10 | 3,000 | 3,256 | A | B |
| 11 | 3,000 | 3,321 | A | B |
| 12 | 3,000 | 3,385 | A | B |
| 13 | 3,000 | 3,449 | A | B |
| 14 | 3,000 | 3,513 | A | B |
| 15 | 3,000 | 3,577 | A | B |
| 16 | 3,000 | 3,641 | A | B |
| 17 | 3,000 | 3,705 | A | B |
| 18 | 3,000 | 3,769 | A | B |
| 19 | 3,000 | 3,833 | A | B |
| 20 | 3,000 | 3,962 | A | B |
| 21 | 3,000 | 4,122 | A | B |
| 22 | 3,000 | 4,282 | A | B |
| 23 | 3,000 | 4,442 | A | B |
| 24 | 3,000 | 4,603 | A | B |
| 25 | 3,000 | 4,923 | A | B |
| 26 | 3,000 | 5,244 | A | B |
| 27 | 3,000 | 5,564 | A | B |
| 28 | 3,000 | 6,205 | A | B |
| 29 | 3,000 | 7,808 | A | B |
| 30 | 3,000 | 9,411 | A | B |
| 31 | 3,000 | 11,014 | A | B |
| 32 | 3,000 | 12,616 | A | B |

表 2: 利得表の内訳

| | 選択肢 A の金額 | 選択肢 B で受け取るまでの期間 |
|---|-----------|------------------|
| 1 | 3,000 円 | 6ヶ月 |
| 2 | 3,000 円 | 13ヶ月 |
| 3 | 35,000 円 | 9ヶ月 |
| 4 | 35,000 円 | 11ヶ月 |
| 5 | 100,000 円 | 10ヶ月 |
| 6 | 100,000 円 | 12ヶ月 |

割引率には，マグニチュード効果と呼ばれる，得られる賞金の額が小さいと割引率が大きくなるという性質がある [池田 2006]。この性質を考慮して割引率の変化量を見るために，実験参加

*2 池田ら [池田 2006] が行った実験において用意された金額は 3,000 円，35,000 円，10,000,000 円の 3 種類であったが，本実験では 10,000,000 円という額は大学生にとって日常的ではないので，学生がイメージしやすい金額設定にするため，10,000,000 円を 100,000 円に変更した。

者には同時刻においては選択肢 A の金額が全て異なるように 3 種類の利得表を配布した。こうすることで、時刻 1 と時刻 2 それぞれにおいて選択肢 A で得られる金額が同じ利得表を配布することができ、選択肢 A で得られる金額が同じである利得表から計算された時刻 1 における割引率と時刻 2 における割引率の差を計算することでポーズによる割引率の変化量を調べた。

2.3 アンケート

手順 VIII で行うアンケートでは次の 2 つの項目について質問をした。1 つめは、今現在あなたはどれくらい力強さを感じますか？という質問を 4 件法で聞いた（力強い：0～力強くない：4）。2 つめは今 200 円を受け取る安全な選択を行うか、確率 1/2 で 0 円になるが、確率 1/2 で 400 円受け取れるという危険な選択を行うかどうかというギャンブリングタスクについて質問をした。

3. 結果

式 (1) を用いて割引率 K を求め、各利得表ごとの割引率を計算した。まず時刻 1 における割引率の平均値を金額ごとに図 2 に示す。分散分析の結果、金額が 3,000 円と 100,000 円、3,000 円と 35,000 円の間には有意な差 ($p < .01$) があり、報酬の金額が小さいと割引率が大きくなるというマグニチュード効果が部分的に観測された。

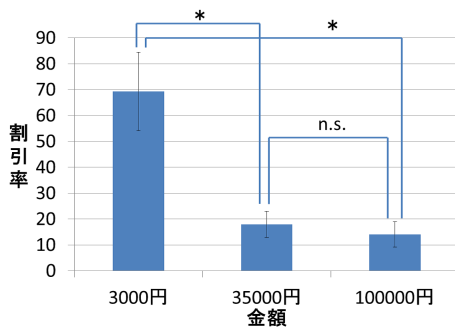


図 2: 各金額ごとの割引率 K

次に、図 3 に各条件における割引率の変化量の平均値を示す。割引率の変化量は時刻 2 で得られた割引率を時刻 1 で得られた割引率で引くことにより求めた。図 3 に示した通り、金額 3,000 円に対する割引率の変化量において力強いポーズをとった群は、力強くないポーズをとった群と比べて有意に割引率 K の値が減少した ($SD = -32.6, t = -3.0, p < .05$)。

アンケートにおける、力強さを感じるかという質問に対する回答結果では、力強いポーズを取った群の平均値は 3.0 であり、力強くないポーズを取った群の平均値は 3.0 で、ポーズの種類間に有意な差はなかった ((力強い：0～力強くない：4) $p > .05$)。また、ギャンブリングタスクのアンケート結果では、力強いポーズをとった群では 15 人中 10 人が危険な選択を行うと回答し、力強くないポーズを取った群では 15 人中 12 人が危険な選択を行うと回答した。こちらも 2 つのポーズの間で有意な差はなかった ($p > .05$)。

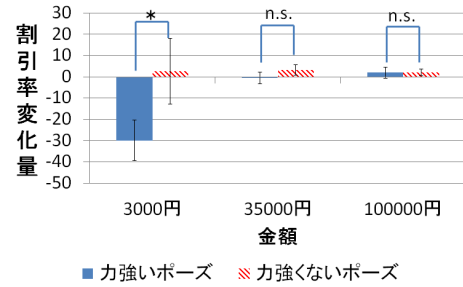


図 3: 各条件における割引率 K の変化量 (時刻 2 - 時刻 1)

4. 考察

4.1 割引率の測定

時刻 1 で計算された割引率では、割引率に関して一般的な性質であるマグニチュード効果が部分的に観測された。このことから本実験では割引率がある程度正確に求められていることが確認できた。しかし、金額が 35,000 円の時と 100,000 円の時ではマグニチュード効果を確認できなかった。この原因は以下のように考えられる。池田ら [池田 2006] が行った実験では、35,000 円と 10,000,000 円との間にマグニチュード効果を観測している。一方、本実験における金額設定は池田らが行った金額設定ほど大きな差がない為、マグニチュード効果を確認できなかった。

4.2 ポーズによる割引率への影響

金額条件が 3,000 円のとときに、力強いポーズを取った群は力強くないポーズを取った群と比べて有意に割引率が減少した (図 3)。このことから力強いポーズをとると、力強くないポーズを取る時と比べて有意に割引率を減少させる効果が期待できることが分かった。しかし金額条件が 35,000 円の時と 100,000 円の時では、ポーズによる割引率の変化が引き起こされなかった。これは各金額が高額な為、マグニチュード効果により時刻 1 における割引率が元々小さい値となっており、力強いポーズによって減少させることができなかったためであると考えられる。

4.3 アンケート結果の考察

今力強さを感じるかという質問に関しては、多くの人が力強くないと回答した。単にポーズを取っただけでは主観評価アンケートの回答に影響が出るほどの効果はなかったと考える。

Carney ら実験によると、ギャンブリングタスクにおいて力強いポーズを取った群は力強くないポーズを取った群と比べて有意に危険な選択を取った [Carney 2010]。しかし、本実験におけるのギャンブリングタスクの結果では、各群間に有意な差はなかった。これは先に行った時間割引率タスクによる影響が考えられる。200 円が 0 円になったり 400 円になったりといった変化は、それより前に行った時間割引率タスクにおける 3,000 円や 100,000 円と比べると小さなものに思えてしまい、多くの人が危険な選択を行うと回答したことが原因の 1 つとして挙げられる。

5. まとめ

本実験では力強い/力強くないポーズを取る前後で唾液の採取と割引率の測定を行った。結果、3,000 円という比較的金額が小さい報酬に対しては力強いポーズをとることによって、力

強くないポーズをとるのと比べて有意に割引率を減少させることができた。すなわち、割引率の大きいものに対しては割引率を小さくすることができたが、元々割引率の小さいものは減少させることができなかった。今後はポーズの形やポーズを取る時間を調整するなどして、割引率を高くしたり、元々割引率の低いものもさらに低くする方法を見つけたいと考えている。

また、ポーズの前後で採取した唾液の成分を分析し、割引率の変化を生じさせたポーズの種類によってテストステロン量にどのような変化が起こっていたかを調査する。

参考文献

- [Mazur 2011] Mazur, J. E., and Dawn, R. B.: DELAY - AMOUNT TRADEOFFS IN CHOICES BY PIGEONS AND RATS: HYPERBOLIC VERSUS EXPONENTIAL DISCOUNTING., *Journal of the experimental analysis of behavior*, 91.2, p.197-211 (2009).
- [Hirota 2015] Hirota, A., et al.: Keep Your Chin Up When You Want to Believe in Future Rewards: The Effect of Facial Direction on Discount Factors. *Proceedings of the 3rd International Conference on Human-Agent Interaction*, p.195-197 (2015).
- [Carney 2010] Carney, D. R., Amy, J. C. C., and Andy, J. Y.: Power Posing: Brief Nonverbal Displays Affect Neuroendocrine Levels and Risk Tolerance., *Psychological Science*, 21.10, p.1363-1368 (2010).
- [Williams 2008] Williams, L. E., and John, A. B.: Experiencing Physical Warmth Promotes Interpersonal Warmth., *Science*, 322.5901, p.606-607 (2008).
- [藤 2014] 藤 桂, 永井 聖剛: うつむきは虚偽自白のはじまり?: 身体姿勢と同調傾向が潜在的・顕在的態度に与える影響, 2014 年度日本認知科学会第 31 回大会, p.586-590 (2014).
- [Ackerman 2010] Ackerman, J. M., Christopher, C. N., and John, A. B.: Incidental Haptic Sensations Influence Social Judgments and Decisions., *Science*, 328.5986, p.1712-1715 (2010).
- [池田 2006] 池田 新介, 筒井 義郎: アンケート調査と経済実験による危険回避度と時間割引率の解明, 証券アナリストジャーナル, 44, p.70-81 (2006).