

# AI応用セミナー

## 第02回

### 行動経済学の準双曲割引モデル

#### 改訂履歴

| 日付         | 担当者  | 内容 |
|------------|------|----|
| 2024/12/15 | 武田 守 | 初版 |
|            |      |    |
|            |      |    |
|            |      |    |
|            |      |    |
|            |      |    |
|            |      |    |
|            |      |    |
|            |      |    |

#### 目次

- (1) はじめに
- (2) 時間割引率と現在バイアス
- (3) 準双曲割引モデル
- (4) 先送りの心理と準双曲割引モデル
- (5) 実装例

# 行動経済学の準双曲割引モデル

## (1) はじめに

- ・人間にとっての「報酬（リワード、reward）」は、金品・サービス・社会的称賛などです。  
その「報酬」にどれぐらいの有難さを感じるかという尺度を「価値（バリュー、value）」と呼びます。  
「報酬」が「たくさん」「確かに」「すぐに」もらえるほど、人は「価値」を大きく感じる事が、  
心理学や経済学の研究でわかってきています。これを表現するモデルについて触れます。

## (2) 時間割引率と現在バイアス

- ・「すぐにもらえる小さい報酬」と「時間がかかるが大きい報酬」のどちらを選択するか？  
といった、報酬に時間遅れが生じるような場合の選択を  
「異時点間選択（ジテンカンセンタク、intertemporal choice）」と言います。
- ・人間は「すぐにもらえる報酬ほど、その価値を大きく感じ、  
もらえる時間が遅くなると徐々に価値が減少していく」と感じるということを、  
心理学や経済学では「時間割引（ジカワリビキ、time discount）」と呼びます。
- ・将来の「価値」を現在の「価値」比べてどの程度割り引いて評価するかという割合のことを  
「時間割引率（ジカワリビキツ、time discount rates）」と言います。  
「時間割引率」はその人の「せっかちさ（impatience）」や「我慢の無さ」の程度を示しており、  
「時間割引率」が高い程、将来を大きく割り引いて評価します。
- ・「異時点間選択」に適用される「時間割引率」が、現在に近い選択ほど高くなる  
（または、遠い将来の選択になるほど低くなる）傾向のことを  
「現在バイアス（ゲンザイバイアス、present bias）」と言います。

## (3) 準双曲割引モデル

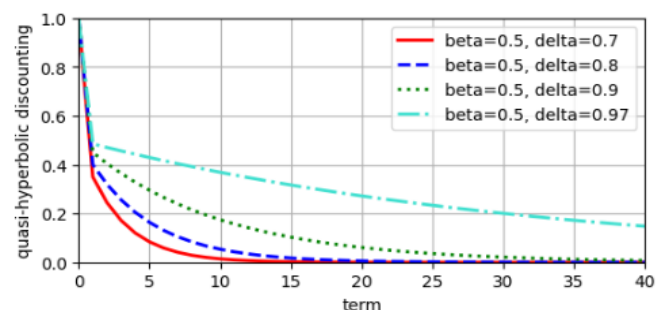
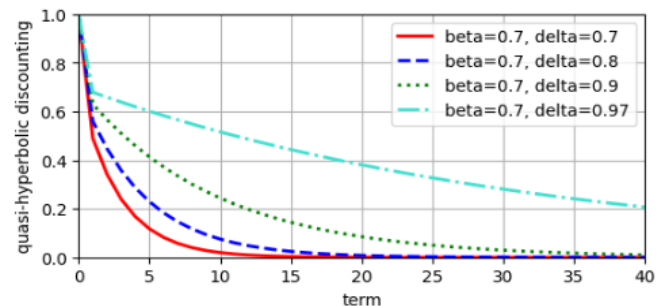
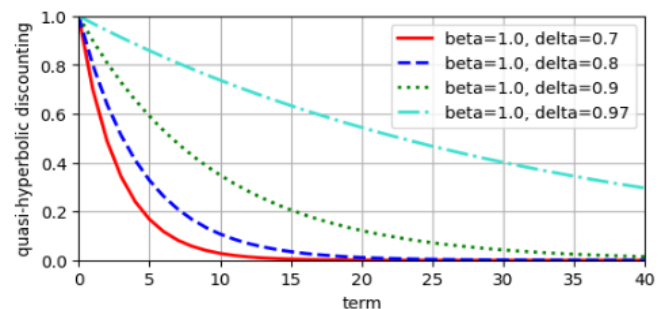
- ・「現在バイアス」を表現するモデルに  
「準双曲割引（ジユツキョクワリビキ、  
quasi-hyperbolic discounting）」モデル  
があります。  
「準双曲割引」は、時間割引率の関数  $f$  が  
次式で定義される割引モデルです。

$$f(\tau) \begin{cases} = 1 & \text{for } \tau = 0 \\ = \beta \cdot \delta^\tau & \text{for } \tau \geq 1 \end{cases}$$

|          |                     |                   |
|----------|---------------------|-------------------|
| $\tau$   | $0, 1, 2, \dots$    | : 遅れ(delay、単位：期間) |
| $\beta$  | $0 < \beta \leq 1$  | : 現在バイアスパラメータ     |
| $\delta$ | $0 < \delta \leq 1$ | : 長期時間割引因子        |

- ・準双曲割引の割引関数  $f$  で、 $\beta$  と  $\delta$  の組合せを  
変えてグラフ化したものを右に掲載します：  
(リスト：行動経済学\_リスト\_1\_準双曲割引のグラフ)

グラフを見ると、長期時間割引因子  $\delta$  が大きい程、  
時間割引率の下降が緩慢であることが分かります。  
また、現在バイアスパラメータ  $\beta$  が小さい程、  
当初の期間の時間割引率の下降が急速であることが  
分かります。



#### (4) 先送りの心理と準双曲割引モデル

- ・人は未来の価値を現在の価値よりも割り引いて考える傾向があり、時間割引と言います。  
時間割引に基づいて、行動や判断の先送りをして仕舞いがちになります。  
時間割引の割合（時間割引率）を「準双曲割引」という次式のモデルで表現します。

$$f(\tau) \begin{cases} = 1 & \text{for } \tau = 0 \\ = \beta \cdot \delta^\tau & \text{for } \tau \geq 1 \end{cases}$$
$$\begin{cases} \tau & 0, 1, 2, \dots & : \text{遅れ(delay, 単位: 期間)} \\ \beta & 0 < \beta \leq 1 & : \text{現在バイアスパラメータ} \\ \delta & 0 < \delta \leq 1 & : \text{長期時間割引因子} \end{cases}$$

このモデルでは、

- (1) 直近の未来ほど価値を大きく割り引く傾向が大きい程、  
「現在バイアスパラメータ」 $\beta$ を小さくすることで表現します。
- (2) 遠い将来の選択になるほど価値を割り引く傾向が大きい程、  
「長期時間割引因子」 $\delta$ を小さくすることで表現します。

#### 【出典・参考】

時間割引⇒ [https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/story/2012/120901\\_4#:~:text=%E6%99%82%E9%96%93%E5%89%B2%E5%BC%95%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6%E3%80%81%E5%88%86%E3%81%8B%E3%82%8A%E3%82%84%E3%81%99%E3%81%8F%E8%AA%AC%E6%98%8E%E3%81%97%E3%81%A6%E3%81%8F%E3%81%A0%E3%81%95%E3%81%84%E3%80%82&text=%E4%BA%BA%E9%96%93%E3%81%AF%E3%80%8C%E3%81%99%E3%81%90%E3%81%AB%E3%80%8D%E3%82%82%E3%82%89%E3%81%88%E3%82%8B,%E6%99%82%E9%96%93%E9%81%B8%E5%A5%BD%E3%80%8D%E3%81%A8%E5%91%BC%E3%81%B3%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82](https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/story/2012/120901_4#:~:text=%E6%99%82%E9%96%93%E5%89%B2%E5%BC%95%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6%E3%80%81%E5%88%86%E3%81%8B%E3%82%8A%E3%82%84%E3%81%99%E3%81%8F%E8%AA%AC%E6%98%8E%E3%81%97%E3%81%A6%E3%81%8F%E3%81%A0%E3%81%95%E3%81%84%E3%80%82&text=%E4%BA%BA%E9%96%93%E3%81%AF%E3%80%8C%E3%81%99%E3%81%90%E3%81%AB%E3%80%8D%E3%82%82%E3%82%89%E3%81%88%E3%82%8B,%E6%99%82%E9%96%93%E9%81%B8%E5%A5%BD%E3%80%8D%E3%81%A8%E5%91%BC%E3%81%B3%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82)

準双曲割引⇒「家計の借入行動 — 行動経済学アプローチ」大阪大学社会経済研究所教授 池田新介  
⇒ [https://www.yu-cho-f.jp/wp-content/uploads/2017autumn\\_articles06.pdf](https://www.yu-cho-f.jp/wp-content/uploads/2017autumn_articles06.pdf)  
賭け事⇒「その問題 数理モデルが解決します」ベレ出版 浜田宏著 2019年

#### (5) 実装例

(リスト：行動経済学\_リスト\_1\_準双曲割引のグラフ)

```
*****
# 行動経済学_リスト_1_準双曲割引のグラフ
*****
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
%matplotlib inline

#=====
# 準双曲割引 (quasi-hyperbolic discounting) モデルの割引関数
# 0 < beta ≤ 1 : 現在バイアスパラメータ β
# 0 < delta ≤ 1 : 長期時間割引因子 δ
#=====
```

```

def f_QuasiHyperbolic(beta, delta, taulist):
    ylist = []
    for t in taulist:
        if t == 0:
            y = 1
        else:
            y = beta * (delta ** t)
        ylist.append( y )
    return ylist

#=====
# （現在バイアスパラメータ  $\beta$ 、長期時間割引因子  $\delta$ ）の組合せを変更
#=====
# 計算対象の期間
tn = 40
taulist = []
for tau in range(tn+1):
    taulist.append( tau )

# 現在バイアスパラメータ  $\beta$ 
betalist = []
betalist.append( 1.0 )
betalist.append( 0.7 )
betalist.append( 0.5 )

# 長期時間割引因子  $\delta$ 
deltalist = []
deltalist.append( 0.7 )
deltalist.append( 0.8 )
deltalist.append( 0.9 )
deltalist.append( 0.97 )

# グラフ描画時の軸名
xlabel = 'term'
ylabel = 'quasi-hyperbolic discounting'

# 現在バイアスパラメータ  $\beta$  についての繰り返し
for beta in betalist:

    # ( $\beta$ 、 $\delta$ ) 組合せ1
    label1 = 'beta={0}, delta={1}'.format(beta, deltalist[0])
    ylist1 = f_QuasiHyperbolic(beta, deltalist[0], taulist)

    # ( $\beta$ 、 $\delta$ ) 組合せ2
    label2 = 'beta={0}, delta={1}'.format(beta, deltalist[1])
    ylist2 = f_QuasiHyperbolic(beta, deltalist[1], taulist)

    # ( $\beta$ 、 $\delta$ ) 組合せ3
    label3 = 'beta={0}, delta={1}'.format(beta, deltalist[2])
    ylist3 = f_QuasiHyperbolic(beta, deltalist[2], taulist)

    # ( $\beta$ 、 $\delta$ ) 組合せ4
    label4 = 'beta={0}, delta={1}'.format(beta, deltalist[3])
    ylist4 = f_QuasiHyperbolic(beta, deltalist[3], taulist)

# グラフ描画
plt.figure(figsize=(6, 2.7))
plt.plot( taulist, ylist1, linewidth=2, label=label1, linestyle="solid", color="red" )
plt.plot( taulist, ylist2, linewidth=2, label=label2, linestyle="dashed", color="blue" )
plt.plot( taulist, ylist3, linewidth=2, label=label3, linestyle="dotted", color="green" )
plt.plot( taulist, ylist4, linewidth=2, label=label4, linestyle="dashdot", color="turquoise" )
plt.legend(loc='upper right')
plt.ylim(-0.0, 1.0)
plt.xlim(0, tn)
plt.xlabel(xlabel)
plt.ylabel(ylabel)
plt.grid(True)
plt.show()

```