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

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 (ﾎｳｼｭｳ、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 (ｶﾁ、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」を大きく感じることが、
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 (ｲｼﾞﾃﾝｶﾝｾﾝﾀｸ、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 (ｼﾞｶﾝﾜﾘﾋﾞｷ、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 (ｼﾞｶﾝﾜﾘﾋﾞｷﾘﾂ、time discount rates)」といいます。
「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傾向のことを
「現在バイアス (ｹﾞﾝｻﾞｲﾊﾞｲｱｽ、present bias)」と言います。

(3) 準双曲割引モデル

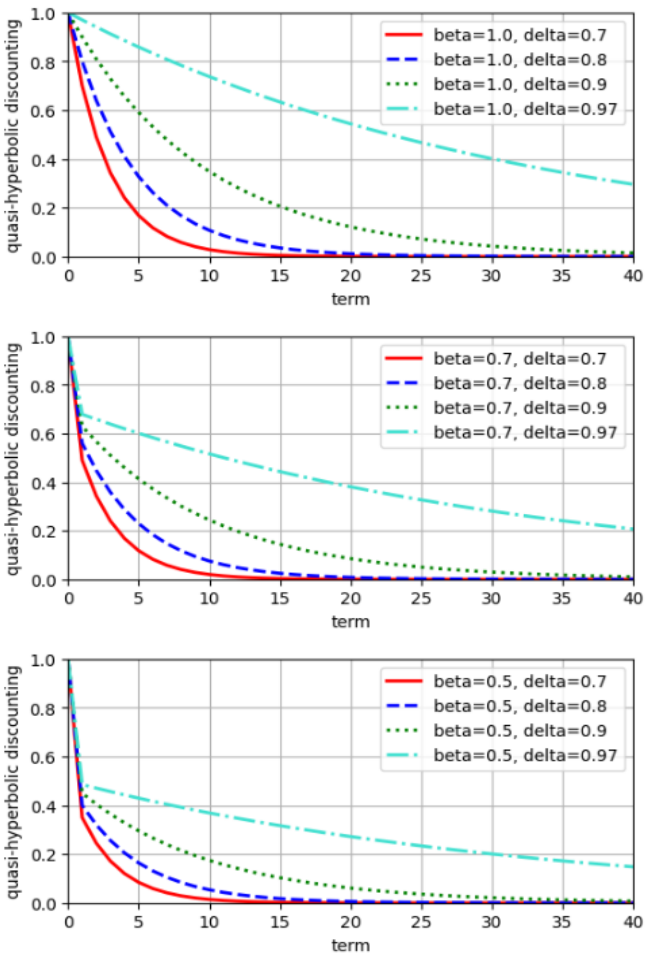
・「現在バイアス」を表現するモデルに
「準双曲割引 (ｼﾞｭﾝｿｳｷｮｸﾜﾘﾋﾞｷ、
quasi-hyperbolic discounting)」モデル
があります。
「準双曲割引」は、時間割引率の関数 f が
次式で定義される割引モデルです。

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

$$\begin{cases} \tau & 0, 1, 2\cdots & \text{：遅れ(delay、単位：期間)} \\ \beta & 0 < \beta \leqq 1 & \text{：現在バイアスパラメータ} \\ \delta & 0 < \delta \leqq 1 & \text{：長期時間割引因子} \end{cases}$$

・準双曲割引の割引関数 f で、β と δ 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 δ 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 β 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。

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

$$
\begin{cases} \tau & 0,1,2\cdots & ：遅れ(delay、単位：期間) \\ \beta & 0 < \beta \leqq 1 & ：現在バイアスパラメータ \\ \delta & 0 < \delta \leqq 1 & ：長期時間割引因子 \end{cases}
$$

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」β 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」δ 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

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
準双曲割引モデル⇒「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β、長期時間割引因子δ）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β
betalist = []
betalist.append( 1.0 )
betalist.append( 0.7 )
betalist.append( 0.5 )

# 長期時間割引因子δ
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βについての繰り返し
for beta in betalist :

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

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

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

  #（β、δ）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()
```