関数で表すギャンブル
～2020年カジノ上陸に向けて～

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦　②⓪①⑥ ⓪① ①④　①③⑤②④⑥⑧⑩⑦

青木　遥

状況設定

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

日本にもついにカジノが上陸した。
ただ遊ぶのではつまらない。どうせならばカジノで稼いでしまおう。
一攫千金億万長者は夢のまた夢だろうが、
所持金を高々10倍に増やす程度ならばできるだろう。

所持金を10倍に増やすという目標を掲げ
貴方が選んだゲームは初心者にも易しいルーレットだった。

Red and Black

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

今回は「00」はない少しだけ有利なゲームだと思ってほしい。

赤18マス、黒18マス、緑 1マスでまずは赤に全額を賭け続けるものとする。

<u>勝てば所持金は2倍</u>

<u>負ければ0となりゲーム終了</u>

引用元：http://www.cec-gk.jp/casinoroulette.html

Red and Black(目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

勝てば所持金は2倍

負ければ0となりゲーム終了

所持金を10倍にするには、4連勝をすればいい。

この目標到達確率Fは

$$F\left(\frac{1}{10}\right) = \left(\frac{18}{37}\right)^4 = 5.60\%$$

20人に1人は目標の10倍に辿り着けるが、山分けをすれば赤字だ。

Red and Black(目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

今の賭けを振り返ろう。初めの所持金を1とすると所持金の推移は

$$1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 4 \Rightarrow 8 \Rightarrow 16$$

目標は10倍なので4戦目は全額を賭ける必要はない。
2だけ賭ければ十分である。

このような賭け方の場合、ド・ラーム関数を用いて次のように表される。

Red and Black(目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

目標金額を1として、

$$F^p(x) = \begin{cases} (1-p) \times 0 + p \times F^p(2x) & (0 \le x \le \frac{1}{2}) \\ (1-p) \times F^p(2x-1) + p \times 1 & (\frac{1}{2} \le x \le 1) \end{cases}$$

Red and Black(目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

目標金額を1として、

失敗した場合の所持金

成功した場合の所持金

$$F^p(x) = \begin{cases} (1-p) \times 0 + p \times F^p(2x) & (0 \leq x \leq \frac{1}{2}) \\ (1-p) \times F^p(2x-1) + p \times 1 & (\frac{1}{2} \leq x \leq 1) \end{cases}$$

失敗する確率

成功する確率

Red and Black(目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$x = \frac{1}{10} = \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^5} + \frac{1}{2^8} + \frac{1}{2^9} + \frac{1}{2^{12}} + \frac{1}{2^{13}} \cdots$$

$$p = \frac{18}{37}$$

$$F\left(\frac{1}{10}\right) = 9.04\%$$

$$F\left(\frac{1}{2}\right) = p$$

$$F\left(\frac{1}{2^2}\right) = p^2$$

$$F\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2}\right) = p + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^2$$

$$F\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3}\right)$$

$$= p + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^2 + \left(\frac{1-p}{p}\right)^2 p^3$$

$$x = \frac{1}{2^{i_0}} + \frac{1}{2^{i_1}} + \frac{1}{2^{i_2}} + \cdots$$

$$F(x) = p^{i_0} + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^{i_1} + \left(\frac{1-p}{p}\right)^2 p^{i_2} + \cdots$$

Roulette（ここからが研究テーマ）

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

	賭け方	報酬		賭け方	報酬
A	1数字	36倍	F	縦一列（12数字）	3倍
B	2数字	18倍	G	1～12など（12数字）	3倍
C	3数字	12倍	H	1～18など（18数字）	2倍
D	4数字	9倍	I	奇数偶数（18数字）	2倍
E	6数字	6倍	J	赤or黒（18数字）	2倍

赤・黒以外にも上記のように様々な賭け方がある

例として9倍賭けを見てみよう。

引用元：http://www.cec-gk.jp/casinoroulette.html

Roulette(9倍賭け：目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

目標金額を1として、

$$F^p(x) = \begin{cases} (1-p) \times 0 + p \times F^p(9x) & (0 \leq x \leq \frac{1}{9}) \\ (1-p) \times F^p\left(\frac{9x-1}{8}\right) + p \times 1 & (\frac{1}{9} \leq x \leq 1) \end{cases}$$

Roulette(9倍賭け：目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

目標金額を1として、

$$F^p(x) = \begin{cases} (1-p) \times 0 + p \times F^p(9x) & (0 \leq x \leq \frac{1}{9}) \\ (1-p) \times F^p\left(\frac{9x-1}{8}\right) + p \times 1 & (\frac{1}{9} \leq x \leq 1) \end{cases}$$

成功した場合の所持金

失敗した場合の所持金

Roulette(目標到達確率F)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$x = \frac{1}{10} = \frac{1}{9^2} + \frac{8}{9^3} + \frac{8^2}{9^4} + \frac{8^3}{9^5} + \frac{8^4}{9^6} + \cdots$$

$$p = \frac{4}{37}$$

$$F\left(\frac{1}{10}\right) = 9.66\%$$

$$F\left(\frac{1}{9}\right) = p$$

$$F\left(\frac{1}{9^2}\right) = p^2$$

$$F\left(\frac{1}{9} + \frac{8}{9^2}\right) = p + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^2$$

$$F\left(\frac{1}{9} + \frac{8}{9^2} + \frac{8^2}{9^3}\right)$$

$$= p + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^2 + \left(\frac{1-p}{p}\right)^2 p^3$$

$$x = \frac{1}{9^{i_0}} + \frac{8}{9^{i_1}} + \frac{8^2}{9^{i_2}} + \cdots$$

$$F(x) = p^{i_0} + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^{i_1} + \left(\frac{1-p}{p}\right)^2 p^{i_2} + \cdots$$

Roulette(目標到達確率Fの一般化)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

目標金額を1として、

$$F^p(x) = \begin{cases} (1-p) \times 0 + p \times F^p(nx) & (0 \leq x \leq \frac{1}{n}) \\ (1-p) \times F^p\left(\frac{nx-1}{n-1}\right) + p \times 1 & (\frac{1}{n} \leq x \leq 1) \end{cases}$$

Roulette(目標到達確率Fの一般化)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

目標金額を1として、

成功した場合の所持金

$$F^p(x) = \begin{cases} (1-p) \times 0 + p \times F^p(nx) & (0 \le x \le \frac{1}{n}) \\ (1-p) \times F^p\left(\frac{nx-1}{n-1}\right) + p \times 1 & (\frac{1}{n} \le x \le 1) \end{cases}$$

失敗した場合の所持金

Roulette(目標到達確率Fの一般化)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$F\left(\frac{1}{\mathrm{n}}\right) = p$$

$$F\left(\frac{1}{\mathrm{n}^2}\right) = p^2$$

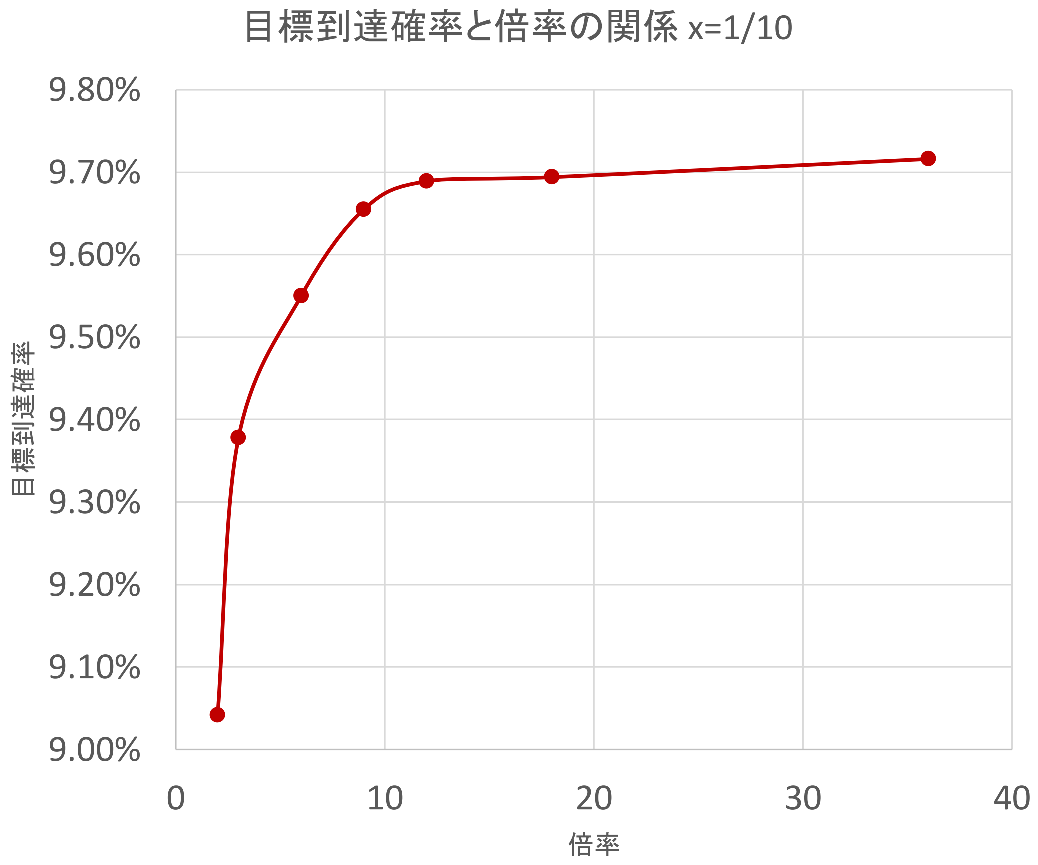
$$F\left(\frac{1}{\mathrm{n}} + \frac{(\mathrm{n}-1)}{\mathrm{n}^2}\right) = p + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^2$$

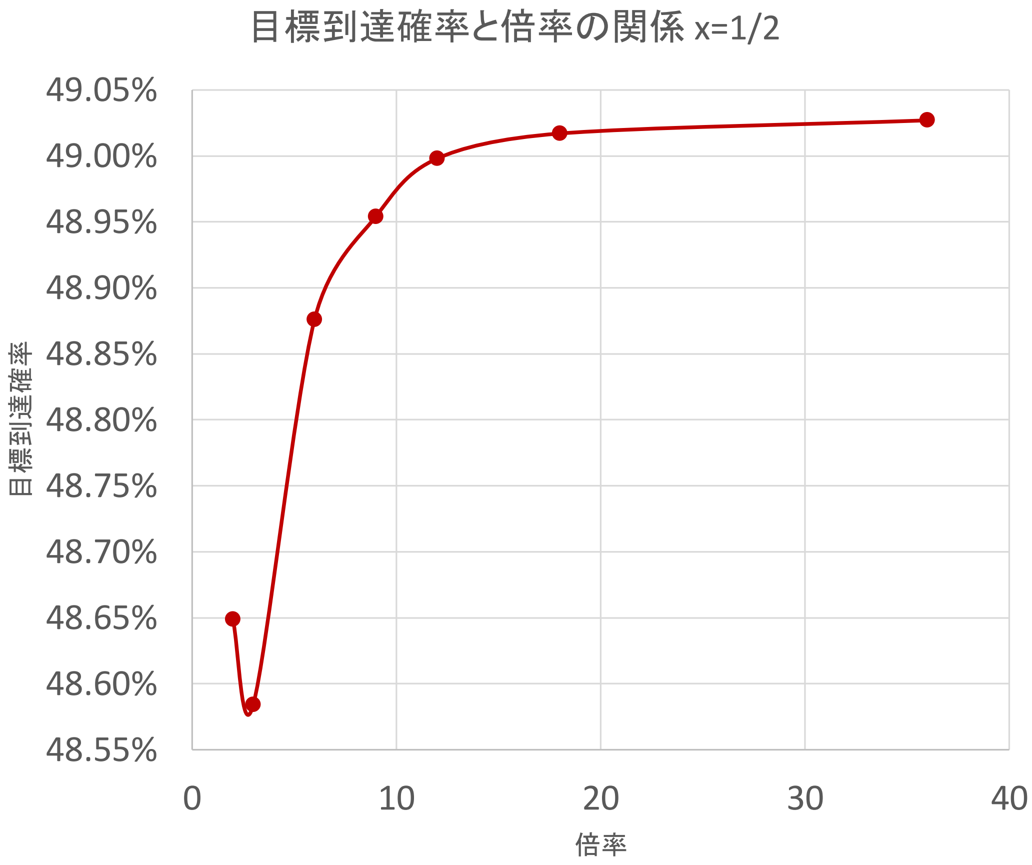
$$F\left(\frac{1}{n} + \frac{(\mathrm{n}-1)}{\mathrm{n}^2} + \frac{(\mathrm{n}-1)^2}{\mathrm{n}^3}\right) = p + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^2 + \left(\frac{1-p}{p}\right)^2 p^3$$

$$\boldsymbol{F\left(\frac{1}{n^{i_0}} + \frac{(n-1)}{n^{i_1}} + \frac{(n-1)^2}{n^{i_2}} + \cdots\right) = p^{i_0} + \left(\frac{1-p}{p}\right)p^{i_1} + \left(\frac{1-p}{p}\right)^2 p^{i_2} + \cdots}$$

Roulette(目標到達確率Fの推移)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤





Roulette(目標到達確率Fのまとめ)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

賭け方	目標到達確率
2倍全額賭け	**5.60%**
2倍ド・ラーム	**9.04%**
3倍ド・ラーム	**9.38%**
6倍ド・ラーム	**9.55%**
9倍ド・ラーム	**9.66%**
36倍ド・ラーム	**9.72%**

はじめに比べれば目標到達確率は格段に向上した。

しかし、所持金が
1 になる確率が9.72%
0 になる確率が90.28%なので、
期待値Eは

$$E\left(\frac{1}{10}\right) = 0.0972 < \frac{1}{10} = x$$

損をする賭けであることは変わりない。

Roulette(賭けの複雑化)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

ルーレットは途中で賭け方を変えるのが自然だろう。

今回は最初の所持金$x = \frac{1}{10}$を少し上回れば賭け方を変えることにする。

つまり、

$$\begin{cases} x \leq \dfrac{1}{10} & \ldots n\text{倍賭け(勝率}p\text{)} \\ x > \dfrac{1}{10} & \ldots m\text{倍賭け(勝率}q\text{)} \end{cases}$$

でゲームを行う。

Roulette(賭けの複雑化)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$F(x) = \begin{cases} p * F(nx) & \left(0 < x < \dfrac{1}{n}\right) \\ (1-p) * F\left(\dfrac{nx-1}{n-1}\right) + p & \left(\dfrac{1}{n} < x \leq \dfrac{1}{10}\right) \\ q * F(mx) & \left(\dfrac{1}{10} < x < \dfrac{1}{m}\right) \\ \dfrac{(1-q)}{q} q * F\left(\dfrac{mx-1}{m-1}\right) + q & \left(\dfrac{1}{m} < x < 1\right) \end{cases}$$

Roulette(2倍⇒9倍：数式から求める)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$F(x) = \begin{cases} p * F(2x) & \left(0 < x \leq \frac{1}{10}\right) \\ q * F(9x) & \left(\frac{1}{10} < x < \frac{1}{9}\right) \\ \frac{(1-q)}{q} q * F\left(\frac{9x-1}{8}\right) + q & \left(\frac{1}{9} < x < 1\right) \end{cases}$$

$$x = \frac{1}{10}, \qquad p = \frac{18}{37}, \qquad q = \frac{4}{37}$$

$$F\left(\frac{1}{10}\right) = pF\left(\frac{1}{5}\right) = pq + p\left(\frac{1-q}{q}\right)qF\left(\frac{1}{10}\right)$$

$$F\left(\frac{1}{10}\right) = \frac{pq}{1 - pq\left(\frac{1-q}{q}\right)}$$

$$F\left(\frac{1}{10}\right) = 9.29\%$$

Roulette(2倍⇒9倍：数式から求める)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

x	F(x)
$\frac{1}{9}$	q
$\frac{1}{2}*\frac{1}{9}$	pq
$\frac{1}{9}+\frac{1}{2}*\frac{8}{9^2}$	$q+pq^2\left(\frac{1-q}{q}\right)$
$\frac{1}{2}*\frac{1}{9}+\frac{1}{2^2}*\frac{8}{9^2}$	$pq+p^2q^2\left(\frac{1-q}{q}\right)$
$\frac{1}{9}+\frac{1}{2}*\frac{8}{9^2}+\frac{1}{2^2}*\frac{8^2}{9^3}$	$q+pq^2\left(\frac{1-q}{q}\right)+p^2q^3\left(\frac{1-q}{q}\right)^2$
$\frac{1}{9}+\frac{8}{9^2}+\frac{1}{2}*\frac{8^2}{9^3}+\frac{1}{2^2}*\frac{8^3}{9^4}$	$q+q^2\left(\frac{1-q}{q}\right)+pq^3\left(\frac{1-q}{q}\right)^2+p^2q^4\left(\frac{1-q}{q}\right)^3$

Roulette(2倍⇒9倍：数式から求める)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$F\left(\frac{1}{2^{i_0}}*\frac{1}{9^{j_0}}+\frac{1}{2^{i_1}}*\frac{8}{9^{j_1}}+\frac{1}{2^{i_2}}*\frac{8^2}{9^{j_2}}+\cdots\right)$$

$$=p^{i_0}q^{j_0}+p^{i_1}q^{j_1}\left(\frac{1-q}{q}\right)+p^{i_2}q^{j_2}\left(\frac{1-q}{q}\right)^2+\cdots$$

Roulette(2倍⇒9倍：$F\left(\frac{1}{81}\right)$を求める)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

毎回このように求められればいいが、
そういうわけにもいかないようだ。
例として、

$$F\left(\frac{1}{81}\right)$$

を試してもらいたい。

Roulette(2倍⇒9倍：$F\left(\frac{1}{81}\right)$を求める)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$F(x) = \begin{cases} p * F(2x) & \left(0 < x \leq \frac{1}{10}\right) \\ q * F(9x) & \left(\frac{1}{10} < x < \frac{1}{9}\right) \\ \frac{(1-q)}{q} q * F\left(\frac{9x-1}{8}\right) + q & \left(\frac{1}{9} < x < 1\right) \end{cases}$$

Roulette(2倍⇒9倍：$F\left(\frac{1}{81}\right)$を求める)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$F\left(\frac{1}{81}\right) = pF\left(\frac{2}{81}\right) = p^2F\left(\frac{4}{81}\right) = p^3F\left(\frac{8}{81}\right) = p^4F\left(\frac{16}{81}\right)$$

$$= p^4q + p^4q\left(\frac{1-q}{q}\right)F\left(\frac{7}{72}\right)$$

$$= p^4q + p^5q\left(\frac{1-q}{q}\right)F\left(\frac{7}{8}\right)$$

$$= p^4q + p^5q^2\left(\frac{1-q}{q}\right) + p^5q^2\left(\frac{1-q}{q}\right)^2 F\left(\frac{55}{64}\right)$$

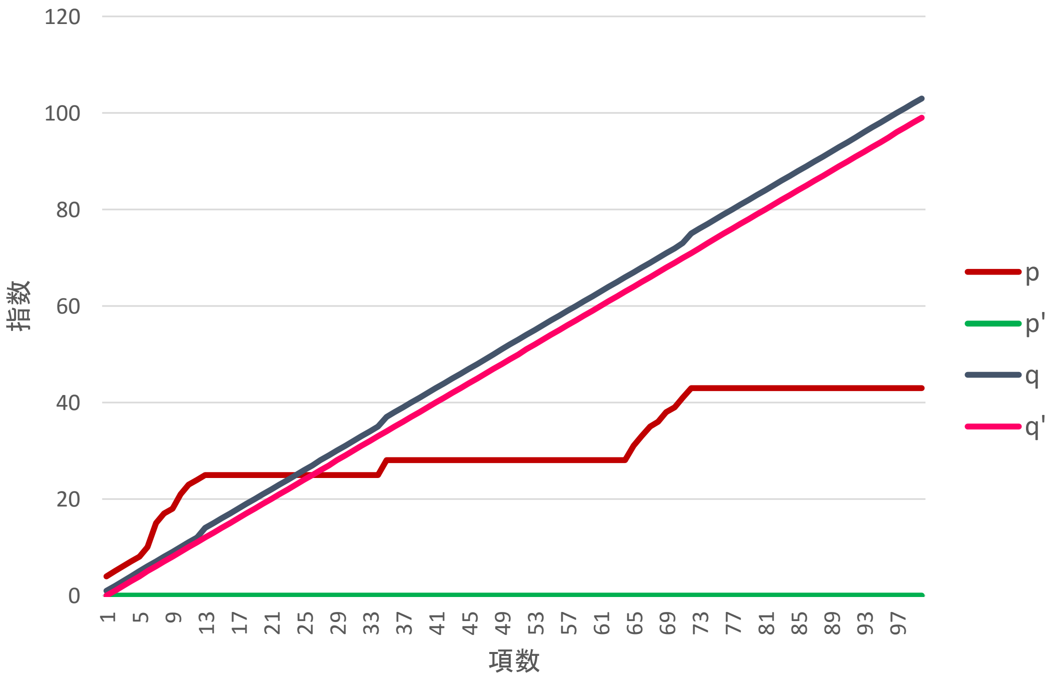
=・・・

Roulette(2倍⇒9倍：$F\left(\frac{1}{81}\right)$を求める)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

$$F\left(\frac{1}{81}\right)=p^4q+p^5q^2\left(\frac{1-q}{q}\right)+p^6q^3\left(\frac{1-q}{q}\right)^2+p^7q^4\left(\frac{1-q}{q}\right)^3+\cdots$$

$F\left(\frac{1}{81}=\frac{1}{9^2}\right)=q^2$にはならないのである。
右のグラフは各項のそれぞれの指数を表したものなのだが、規則性も見えない。
ある程度の所まで求めたらp、qの値を代入するのが良いだろう。



Roulette(数式の問題点)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

指数の規則性がわからないのでは正確な値を求めることができない。

手計算でやるのも大変なので、一々計算プログラムを実行しなければならない。

資料の最後に指数を表示するウェブプログラムを載せておく。

興味のある人は目標に合わせてどのような賭け方をするのが最も効率的か調べてみてほしい。

この指数の規則性を調べる人が来年の研究生にいたら、とても嬉しい。

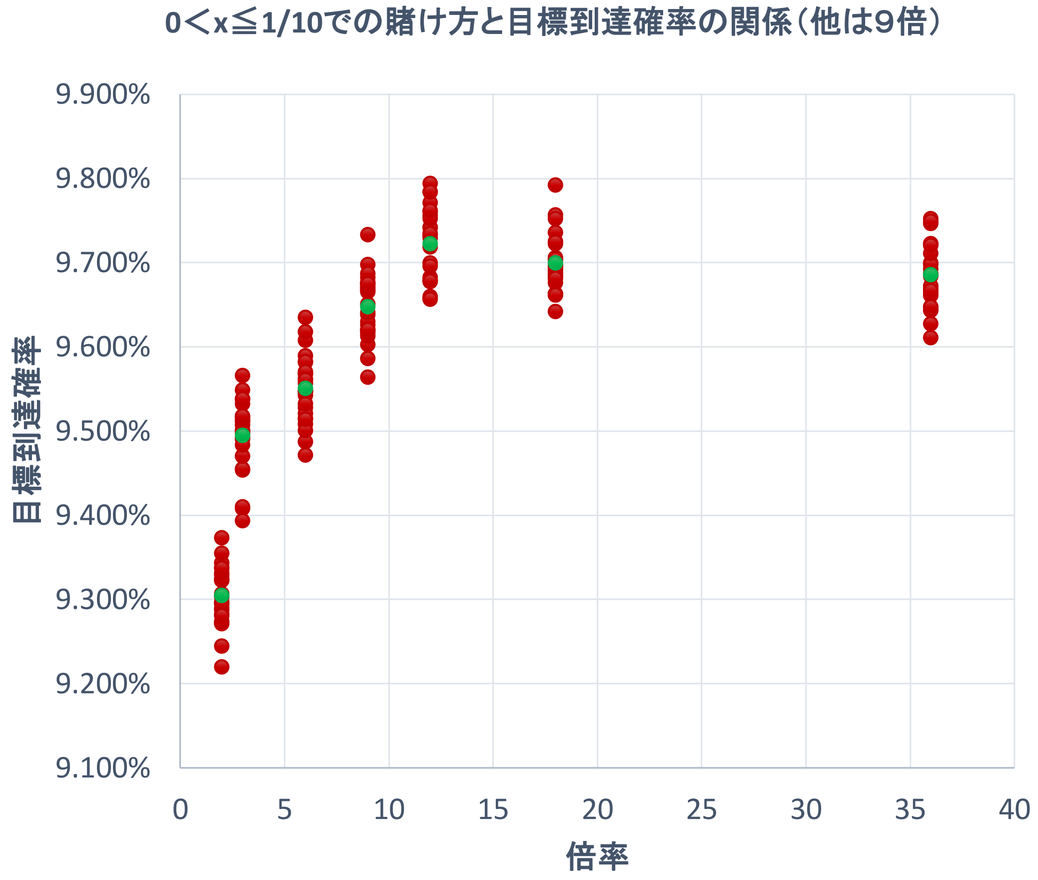
Roulette

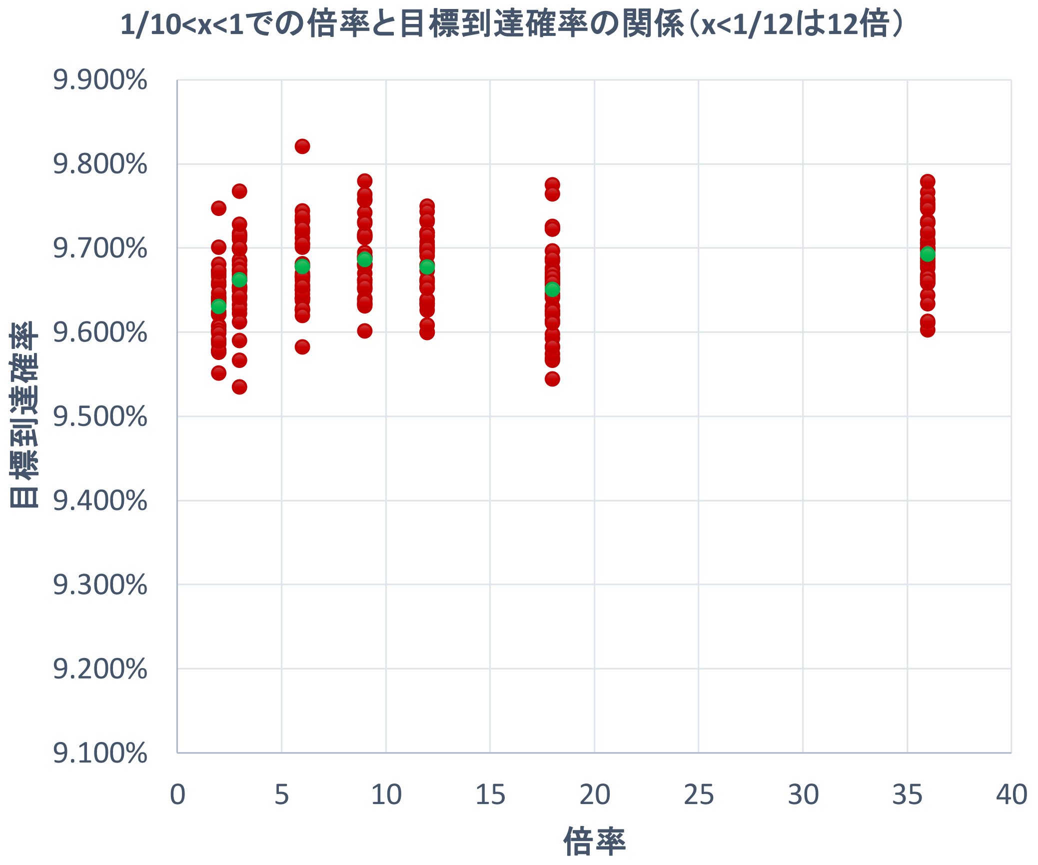
①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

最後に研究の途中で
得られたデータのグラフを紹介する。

Roulette(目標到達確率Fの推移)

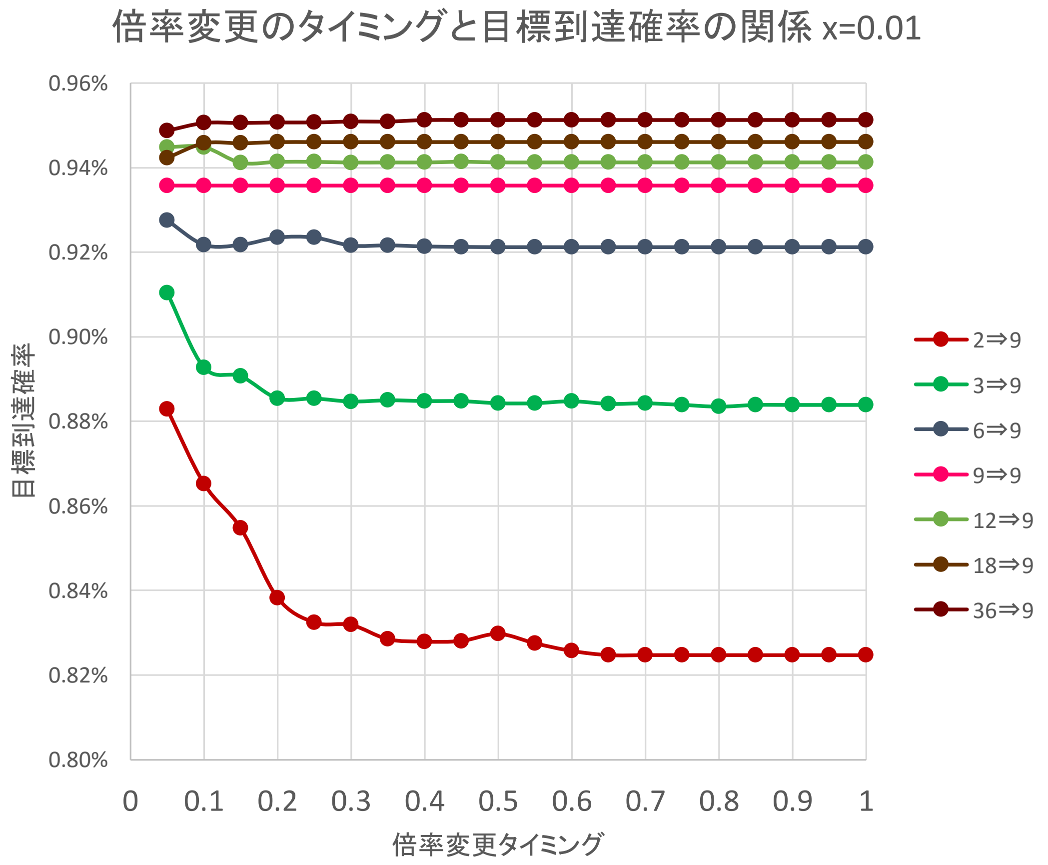
①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

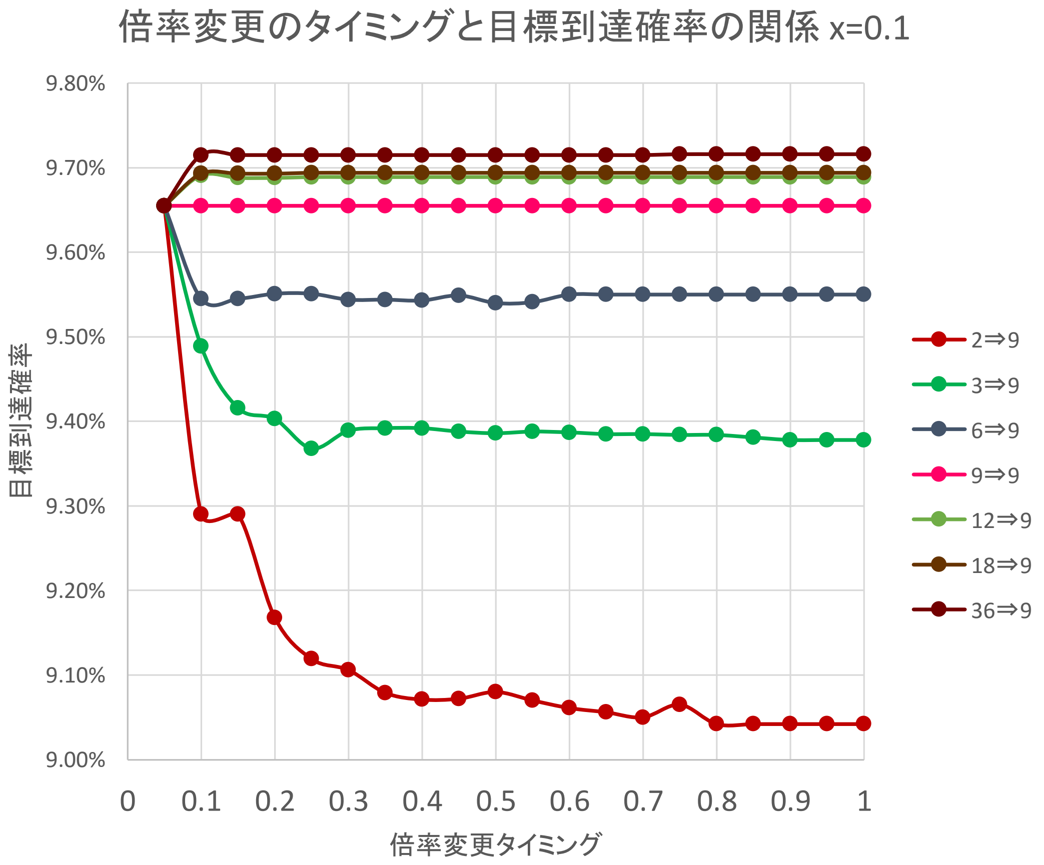




Roulette(倍率変更のタイミングと勝率の関係)

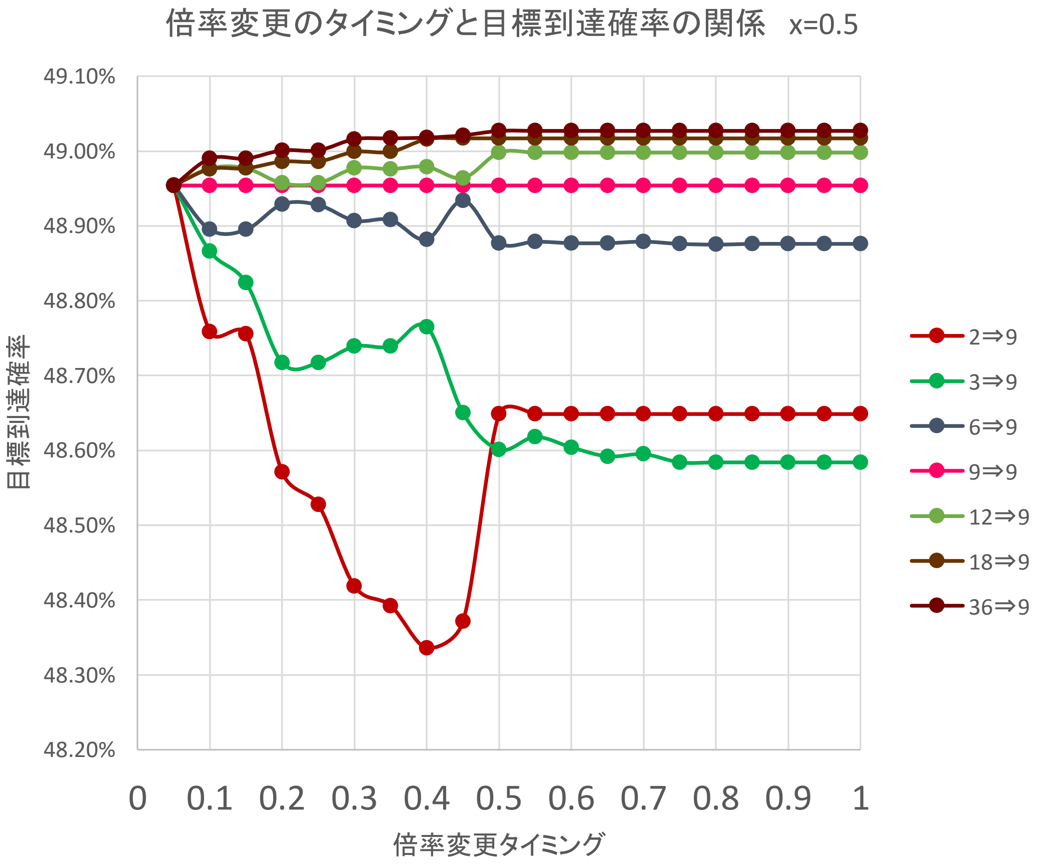
①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

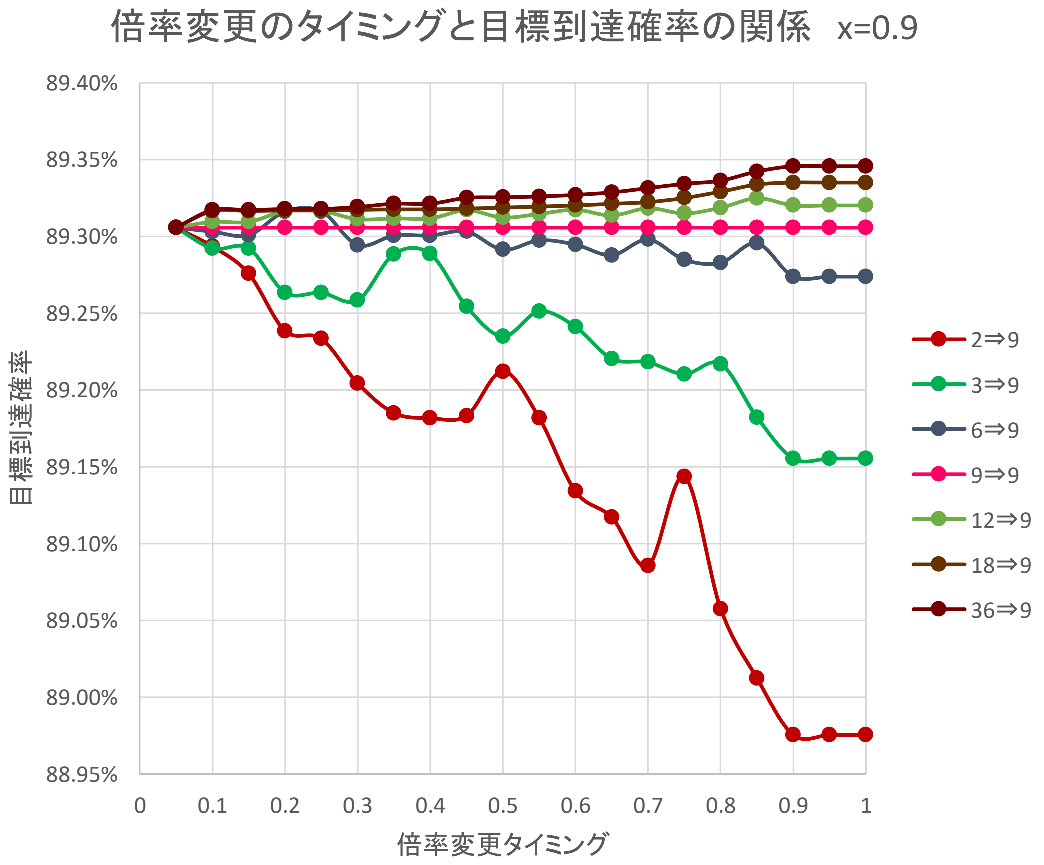




Roulette(倍率変更のタイミングと勝率の関係)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤





Roulette(n倍⇒m倍：プログラム)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

```
<!DOCTYPE HTML>

<html>
<head>
<script type="text/javascript" src="func.js"></script>
<title>数式で表すギャンブル</title>
</head>

<body>
計算精度:<input type="text" id="pre" value="0.9"><br/>
所持金:<input type="text" id="x" value="1/10"><br/>
<p>
前半の賭け方:
<span id="n">2</span>
<input type="button" value="2" onclick =
"document.getElementById('n').innerHTML = 2">
<input type="button" value="3" onclick =
"document.getElementById('n').innerHTML = 3">
<input type="button" value="6" onclick =
"document.getElementById('n').innerHTML = 6">
<input type="button" value="9" onclick =
"document.getElementById('n').innerHTML = 9">
<input type="button" value="12" onclick =
"document.getElementById('n').innerHTML = 12">
<input type="button" value="18" onclick =
"document.getElementById('n').innerHTML = 18">
<input type="button" value="36" onclick =
"document.getElementById('n').innerHTML = 36">
</p>
<p>
後半の賭け方:
<span id="m">9</span>
<input type="button" value="2" onclick =
"document.getElementById('m').innerHTML = 2">
<input type="button" value="3" onclick =
"document.getElementById('m').innerHTML = 3">
<input type="button" value="6" onclick =
"document.getElementById('m').innerHTML = 6">
<input type="button" value="9" onclick =
"document.getElementById('m').innerHTML = 9">
<input type="button" value="12" onclick =
"document.getElementById('m').innerHTML = 12">
<input type="button" value="18" onclick =
"document.getElementById('m').innerHTML = 18">
<input type="button" value="36" onclick =
"document.getElementById('m').innerHTML = 36">
</p>
<input type="button" onclick="keisan()" value="計算する">

<div style="width:1000">
<div id="ans"  style="float:left; width:10%;"></div>
<div id="ans3"  style="float:left; width:50%;"></div>
<div id="ans2" style="float:left; width:40%;"></div>
</div>
<div id="ans4"  style="width:100%"></div>
<div style="width:1000">
<div id="ans5"   style="float:left; width:50%;"></div>
<div id="ans6"   style="float:left; width:50%;"></div>
</div>
</body>
</html>

<script>
function keisan(){
```

Roulette(n倍⇒m倍：プログラム)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

```
var text = "";
var text2 = "";
var text3 = "";
var text4 = "";
var text5 = "";
var text6 = "";
var s = 1.00; //前半後半を分けるタイミング
var z = eval(document.getElementById("x").value); //最初の所持金
var n = eval(document.getElementById("n").innerHTML); //前半の賭け方
var m = eval(document.getElementById("m").innerHTML); //後半の賭け方
var pre = eval(document.getElementById("pre").value); //計算の精度
var p = (36 / n) / 37; //前半の成功確率
var q = (36 / m) / 37; //後半の成功確率
var pp = (1-p)/p;
var qq = (1-q)/q;
```

```
while(s > 0){
//初期化
f = 0; //目標到達確率
i = 0;
x = z;
y = 0;//項の和
count_n1 = 0;
count_n2 = -1;
count_m1 = 0;
count_m2 = -1;
flg = 0;

//テキスト連結
text = text + s + " :";
text2 = text2 + s + "★確定項★<br/>";
text2 = text2 + "p | p'| q | q' | ( p'=(1-p)/p , q'=(1-q)/q )<br/>";
text3 = text3 + s + " : F= ";
text4 = text4 + s + " :";
```

```
text5 = text5 + s + "★xの変化★<br/>";
text6 = text6 + s + "<br/>";

//調べる
while(i < 5 || y/z < pre){
x = round( x , 10 );
text5 += x + "<br/>";
/*ループ終了条件*/
if(x <= 0 || y/z >= 1 || i >= 200){
break;
}
if(x <= s){
if(x <= 1 / n){
text4 += "<font color='#ff0000'>①</font>";
x = x * n;
```

Roulette(n倍⇒m倍：プログラム)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

```
count_n1++;
}else{
if(flg == 4){
count_m2++;
if(!(count_m2 >= 0 && count_n2 < 0)){
count_n2--;
}
}
flg = 2;
text4 += "<font color='#0000ff'>②</font>";
x = x*n/(n-1) - 1/(n-1);
count_n1++;
count_n2++;

/*表示部分*/
text2 = text2 + count_n1 +" | ";
if(count_n2 < 0){
text2 += "0";
tmp_n2 = 0;
}else{
text2 += count_n2;
tmp_n2 = count_n2;
}
text2 += " | "+ count_m1 +" | ";
if(count_m2 < 0){
text2 += "0";
tmp_m2 = 0;
}else{
text2 += count_m2;
tmp_m2 = count_m2;
}
text2 += "<br/>";

/*確率計算部分*/
f += Math.pow( p , count_n1 ) * Math.pow( pp , tmp_n2 ) * Math.pow( q , count_m1 ) * Math.pow( qq , tmp_m2 );

/*項の和計算部分*/
y += Math.pow( 1/n , count_n1 ) * Math.pow( n-1 , tmp_n2 ) * Math.pow( 1/m , count_m1 ) * Math.pow( m-1 , tmp_m2 );

i++;
}
}else{

if(x <= 1/m){
count_m1++;
text4 += "<font color='#00ff00'>③</font>";
x = m * x;
}else{
if(flg == 2){
count_n2++;
```

Roulette(n倍⇒m倍：プログラム)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

```
if(!(count_n2 >=0 && count_m2 < 0)){
count_m2--;
}
}
text4 += "④";
flg = 4;
x = -1/(m-1) + x * m/(m-1);
count_m1++;
count_m2++;

/*表示部分*/
text2 = text2 + count_n1 +" | ";
if(count_n2 < 0){
text2 += "0";
tmp_n2 = 0;
}else{
text2 += count_n2;
tmp_n2 = count_n2;
}
text2 += " | "+ count_m1 +" | ";
if(count_m2 < 0){
text2 += "0";
tmp_m2 = 0;
}else{
text2 += count_m2;
tmp_m2 = count_m2;
}
text2 += "<br/>";

/*確率計算部分*/
f += Math.pow( p , count_n1 ) * Math.pow( pp , tmp_n2 ) * Math.pow( q , count_m1 ) * Math.pow( qq , tmp_m2 );

/*項の和計算部分*/
y += Math.pow( 1/n , count_n1 ) * Math.pow( n-1 , tmp_n2 ) * Math.pow( 1/m , count_m1 ) * Math.pow( m-1 , tmp_m2 );
i++;
}
}

/*表示部分*/
text6 = text6 + count_n1 +" | ";
if(count_n2 < 0){
text6 += "0";
tmp_n2 = 0;
}else{
text6 += count_n2;
tmp_n2 = count_n2;
}
text6 += " | "+ count_m1 +" | ";
if(count_m2 < 0){
```

Roulette(n倍⇒m倍:プログラム)

①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤②④⑥⑧⑩⑦⑨①③⑤

```
text6 += "0";
tmp_m2 = 0;
}else{
text6 += count_m2;
tmp_m2 = count_m2;
}
text6 += "<br/>";
}
if(count_m2 < 0 && count_n2 < 0){
text2 += count_n1 + " | 0 | " + count_m1 + " | 0 | <br/>";
f += Math.pow( p , count_n1 ) * Math.pow( q , count_m1 ) ;
}
text += i +"項<br/>";
text2 += "<br/>";
text3 += (f*100).toFixed(3) + "% (" + (y/z).toFixed(2) + ")<br/>";
text4 += "<br/>";
text5 += "<br/>";
text6 += "<br/>";
s = s - 0.05;
s = round( s , 10 );
}
document.getElementById("ans").innerHTML = text;//計算回数
document.getElementById("ans2").innerHTML = text2;//計算行程確率
document.getElementById("ans3").innerHTML = text3;//確率結果
document.getElementById("ans4").innerHTML = text4;//計算行程①とか
document.getElementById("ans5").innerHTML = text5;//xの変化
document.getElementById("ans6").innerHTML = text6;//計算行程確率の変化
}
//小数i位にまるめる
function round( data, i){
data = data * Math.pow( 10 , i );
data = Math.round(data);
data = data / Math.pow( 10 , i );
return data;
}
</script>
```