リターンに倍率のある情報カスケード実験と選択の応答関数

北里大理学部物理　桑波田康太、守真太郎

情報カスケード

選択において自己情報と他人の選択の情報が与えられたとき、

自己情報を捨てて他人の選択の情報が示す選択肢を選ぶこと。

⇩

情報が不足している時、自分の考えがあったとしても
周りの人間の実際の行動を見ると周りに流される。

実際の例

レストラン選び、商品選び、多数決など

情報カスケード

・レストラン選び

場所：知らない街

自己情報：事前にネットで調べて、A店に行くことにする。

A店
0人

B店
10人

A店よりB店のほうが良いのでは？

他人が選択するにあたって、自己情報を元に考えて結論を出しているはずだ。
自分一人が考えた結論より多くの人が考えた結論の方が良いように思える。
だから、他人の行動を真似た方が合理的である（Rational Herding）。

目的

人は自己情報と他人の選択の情報を与えられた場合、

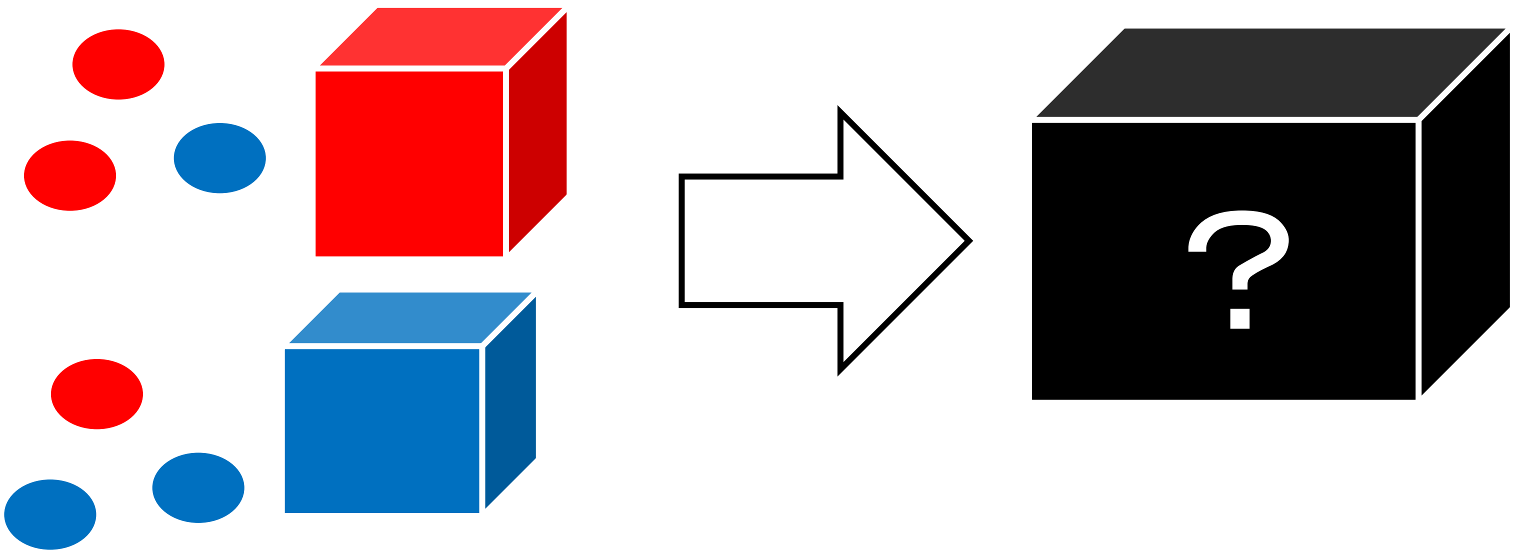
どちらの情報を見ているのか?

限りなく多い人間が選択したときに、多数決が間違えるのかそれとも途中まで間違えていても正しいほうへ修正されるのか?

これらを調べるため、カスケード実験を行い検証する

実験

壺の中には複数の球が入っている



自己情報（自分が壺から引いた球の色）

引いた球の色と壺の色が一致する確率＝$\frac{2}{3}, \frac{5}{9}$

他人の選択の情報（2通り）

・選択者数

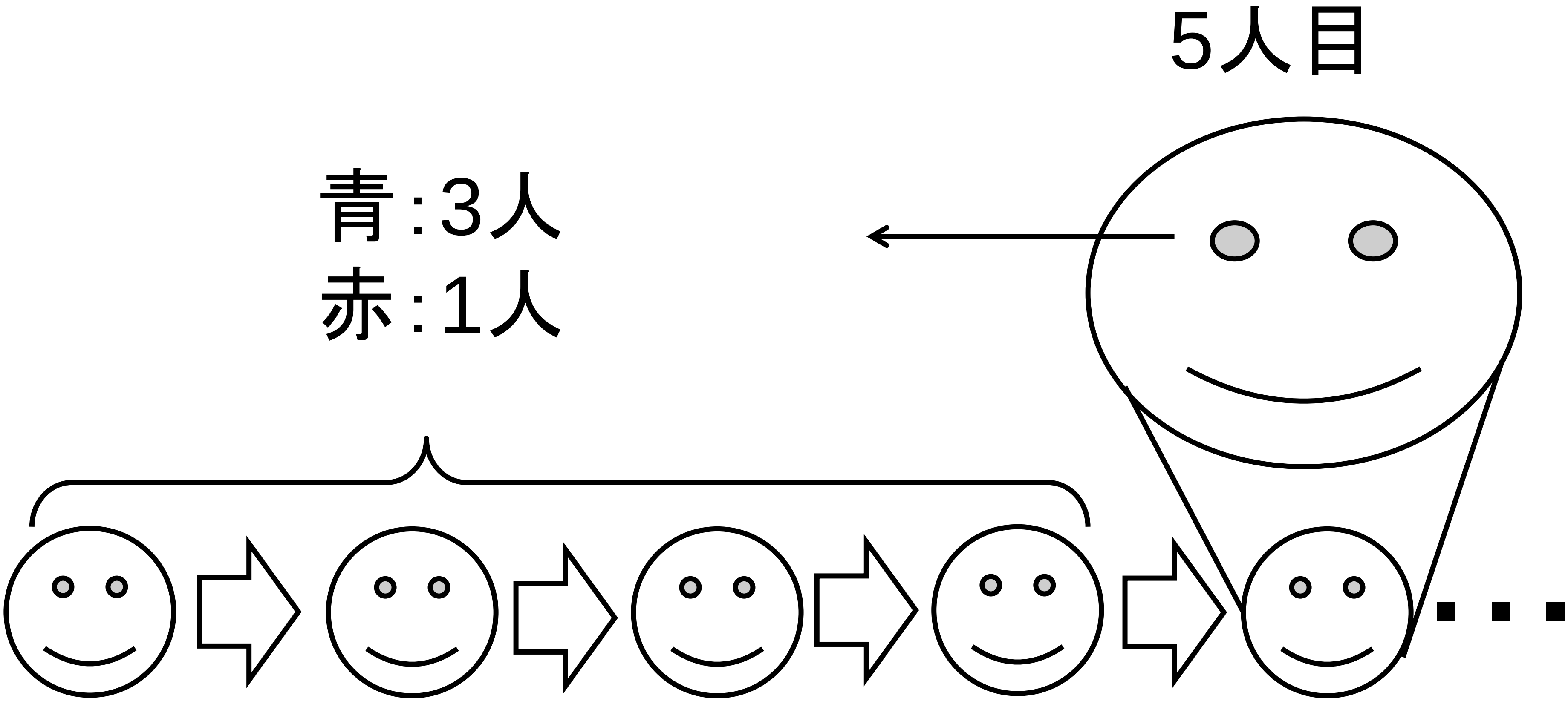
・倍率

被験者は、自己情報と他人の選択の情報を得て、順番に回答する

他人の選択の情報(2種類)

選択者数

自分より前の人がどちらを答えたか



他人の選択の情報(2種類)

倍率

選択者数に逆比例する

5人目

青壺の倍率

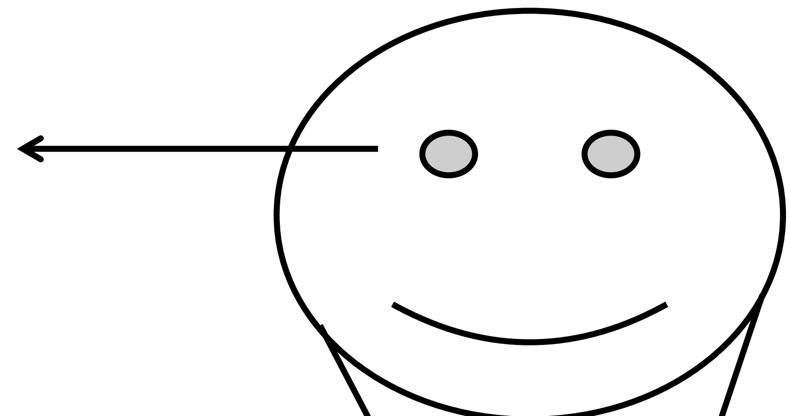
$$\frac{5}{3+1}=1.25$$

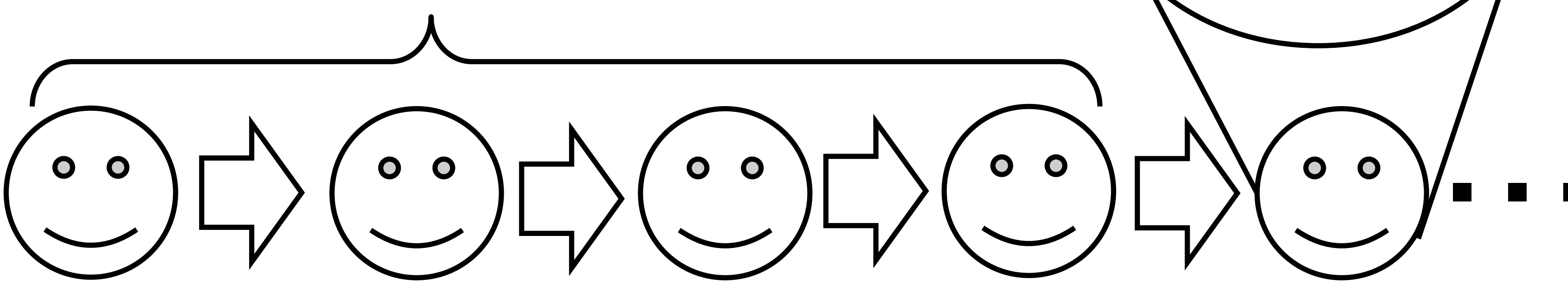
青:3人

赤:1人

赤壺の倍率

$$\frac{5}{1+1}=2.5$$





実験設定

自己情報	他人の選択の情報	壷の数	被験者数	回答数	成功報酬
$\frac{2}{3}$	選択者数	200	126	100	10
$\frac{2}{3}$	倍率	200	126	100	5×倍率
$\frac{5}{9}$	選択者数	200	126	100	10
$\frac{5}{9}$	倍率	200	126	100	5×倍率

2013年10月に実験を実施
被験者は北里大学の学生126名（おもに理学部1，２年生）

　人は自己情報と他人の選択の情報を与えられた場合、
どちらの情報を見ているのか。

被験者の応答関数 $q(s,z)$

$$q(s,z) = \frac{1}{e^{-c}+1}$$

$$c = a\left(s-\frac{1}{2}\right) + b\left(z-\frac{1}{2}\right)$$

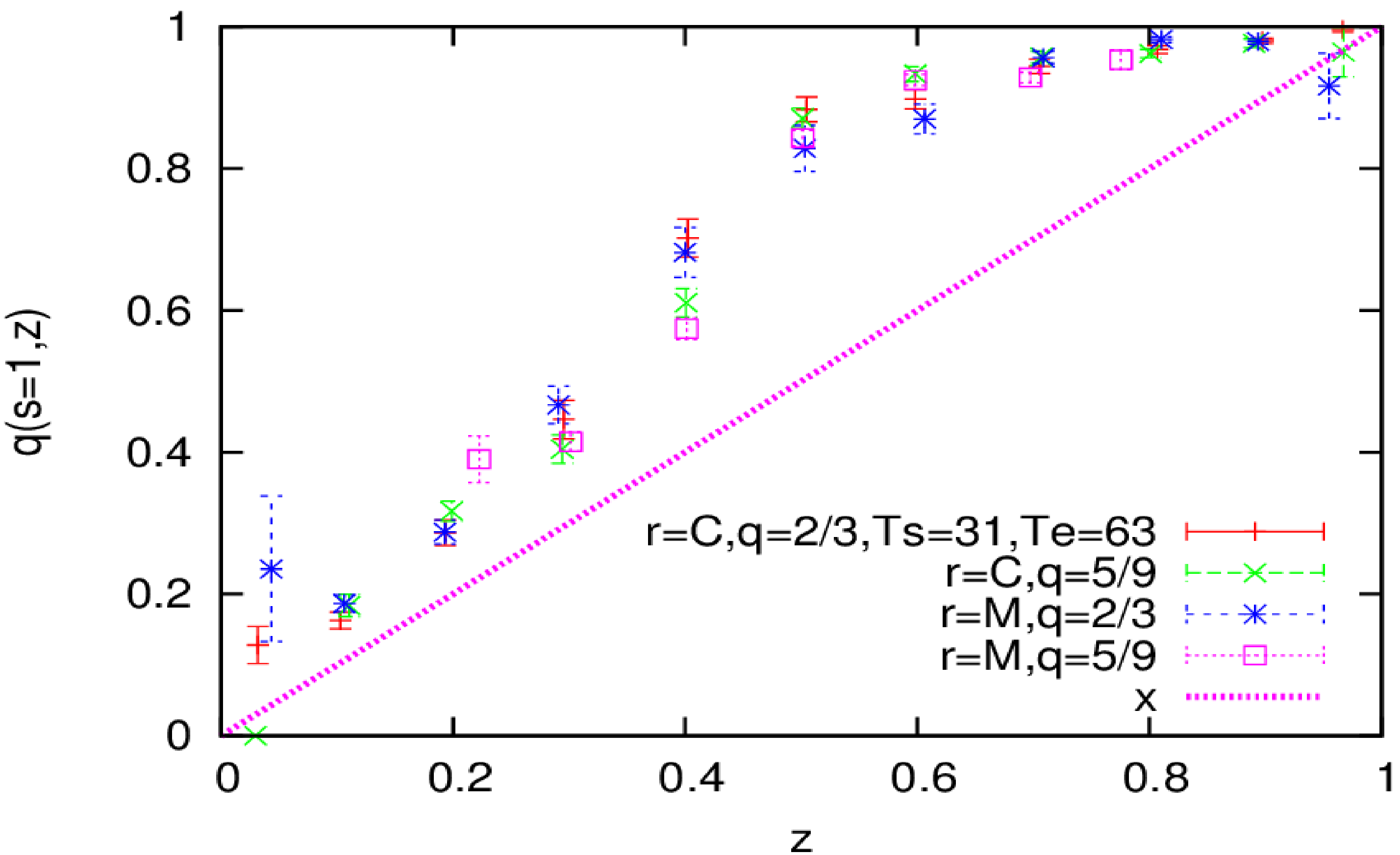
とロジットモデルを仮定する。

s:自己情報$\in \{0,1\}$
z:過去の回答の正解率

a:自己情報の重み
b:他人の選択の情報の重み

自己情報	他人の選択情報	a	b
$\frac{2}{3}$	選択者数	3.20	8.16
$\frac{5}{9}$	選択者数	3.00	8.47
$\frac{2}{3}$	倍率	2.70	6.73
$\frac{5}{9}$	倍率	2.60	7.34

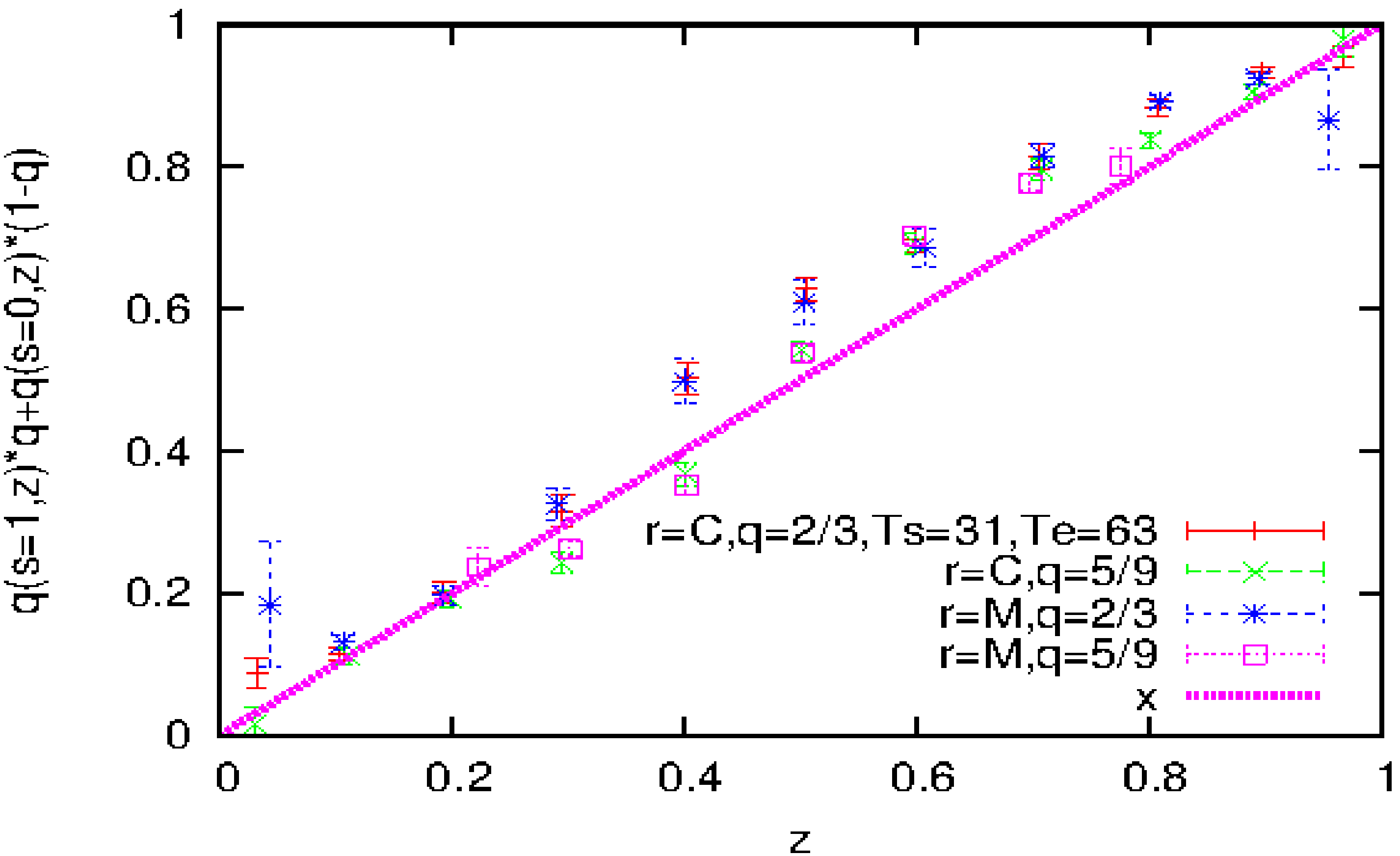
正しい自己情報を得た被験者の応答関数



縦軸:被験者の正解確率
横軸:過去の回答の正解率

r:他人の選択の情報∈ {選択者数(C), 倍率(M)}
q:自己情報の正解確率

平均的な被験者の応答関数



縦軸：被験者の正解確率
横軸：過去の回答の正解率

r：他人の選択の情報∈{選択者数(C), 倍率(M)}
q：自己情報の正解確率

　限りなく多い人間が選択したときに、多数決が間違えるのかそれとも途中まで間違えていても正しいほうへ修正されるのか。

情報カスケード相転移

M.Hisakado and S.Mori J.Phys.A44(2011)

二値確率過程 $X(t) \in \{0,1\}, t \in \{1,2,\cdots\}$

$$z(t) = \frac{1}{t}\sum_{s=1}^{t} X(s)$$

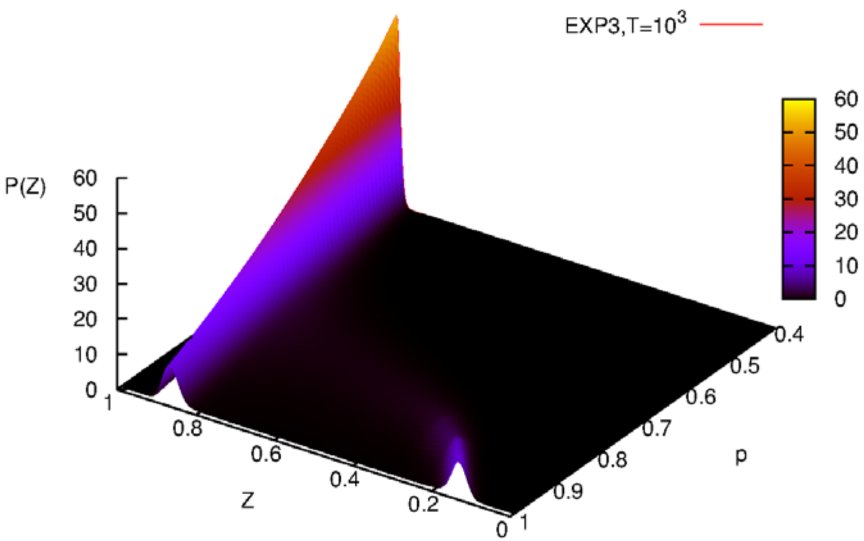
$$\lim_{t\to\infty} < \delta(z(t)-z) >= \delta(z-z_+)$$ One-Peak 相

$$\lim_{t\to\infty} < \delta(z(t)-z) >= \alpha\delta(z-z_-)+(1-\alpha)\delta(z-z_+)$$ Two-Peak 相

秩序変数 $$\lim_{t\to\infty} \mathrm{Var}(z(t)) = (z_+ - z_-)^2\alpha(1-\alpha)$$

$$\lim_{t\to\infty} \mathrm{Var}(z(t)) = 0$$ One-Peak 相

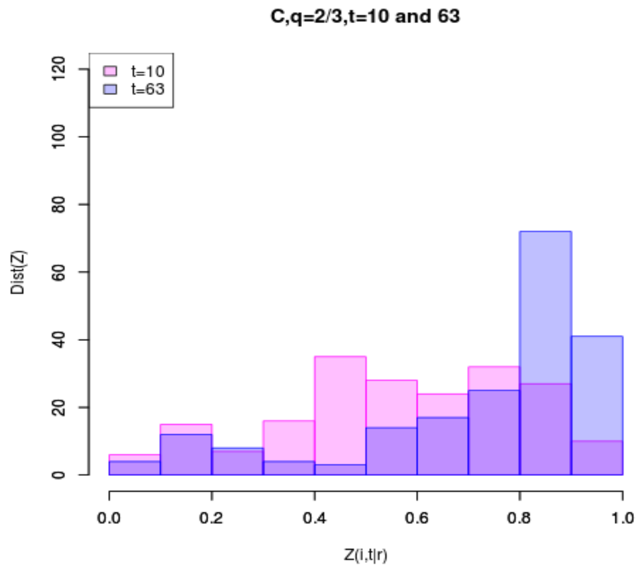
$$\lim_{t\to\infty} \mathrm{Var}(z(t)) > 0$$ Two-Peak 相

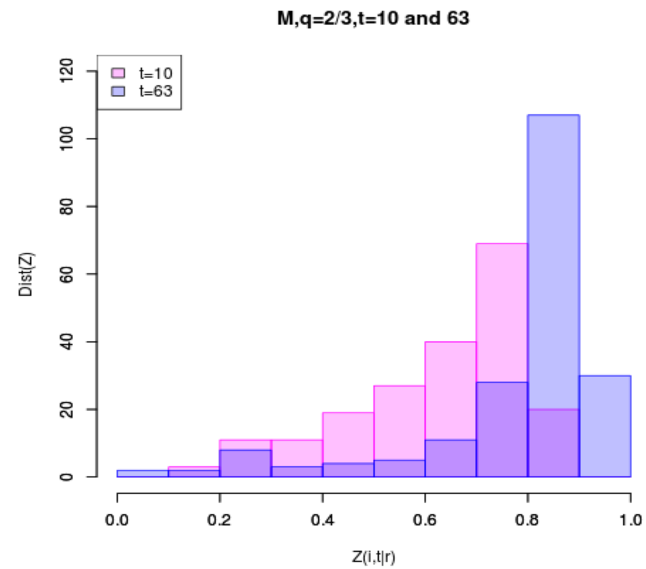


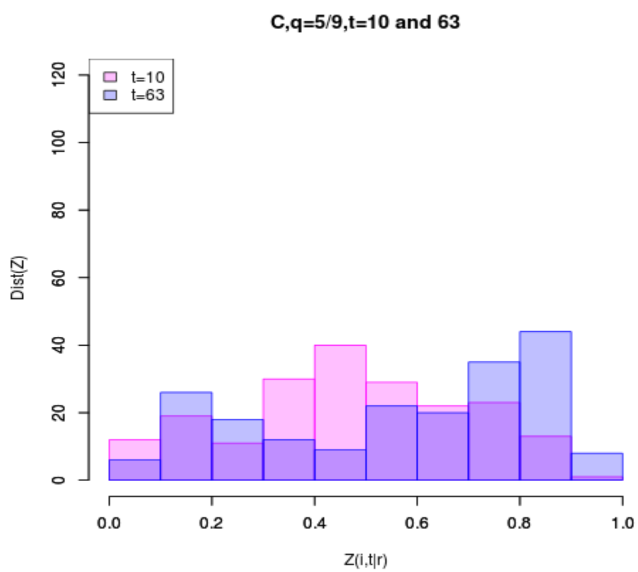
正答率の分布

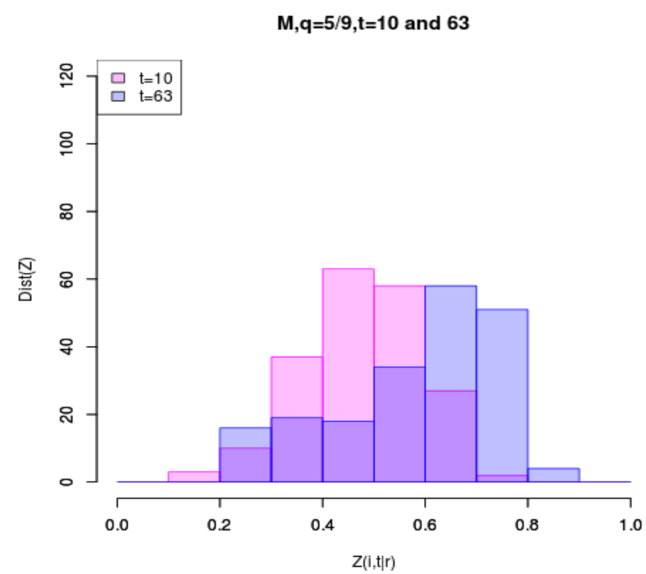
t＝10　t=63

	選択者情報	倍率情報
自己情報 $\frac{2}{3}$		
自己情報 $\frac{5}{9}$		

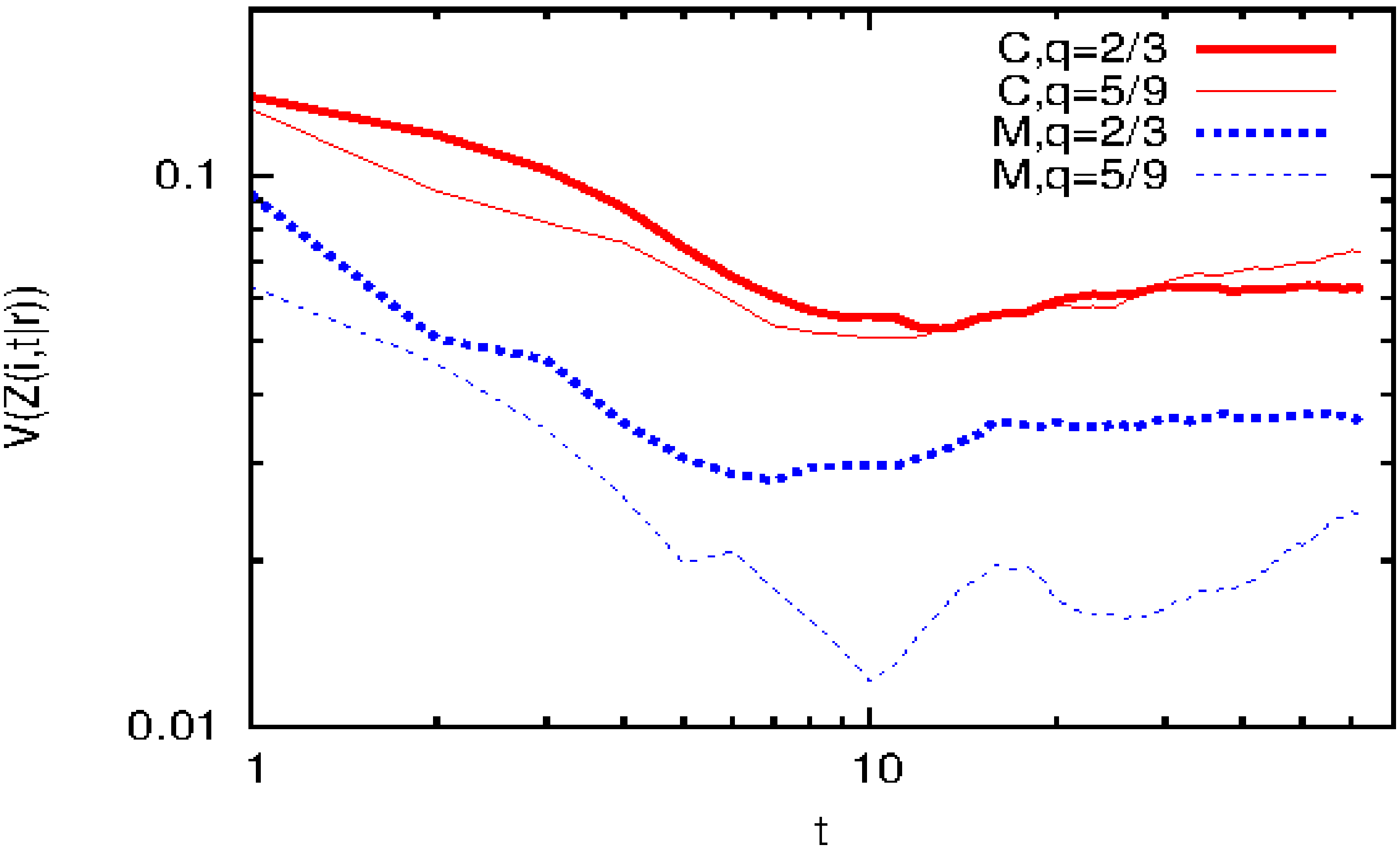








正答率の分散



縦軸：t人回答したときの問題の正答率の分散
横軸：回答した人数

相関時間ξとスケーリング

S.Mori and M.Hisakado,preprint.

相関関数を以下の式で定義する。

$$C(t,t') \equiv \mathrm{Cov}(X(t),X(t'))$$

$$C(t) \equiv C(1,t+1) = \mathrm{Cov}(X(1),X(t+1))$$

分散は相関関数のt、t´毎に平均をすることで得られる。

$$\mathrm{Var}(z(t)) = \frac{1}{t^2}\sum_{s=1}^{t}\sum_{s'=1}^{t} C(s,s')$$

$$\lim_{s,s'\to\infty} C(s,s') = C(0)\cdot c \qquad \lim_{t\to\infty} C(t) = C(0)\cdot c$$

tを無限大にした時の分散は以下の式になる。

$$\lim_{t\to\infty} \mathrm{Var}(z(t)) = C(0)\cdot c$$

相関時間ξとスケーリング

n次のモーメント

$$M_n(t) \equiv \sum_{s=0}^{t-1} C(s)/C(0)$$

緩和時間

$$\tau(t) = M_0(t)$$

相関時間

$$\xi(t) = \sqrt{M_2(t)/M_0(0)}$$

$$C(t)/C(0) = (1-c)\cdot\delta_{t,0} + c + d(t)$$

と仮定する。

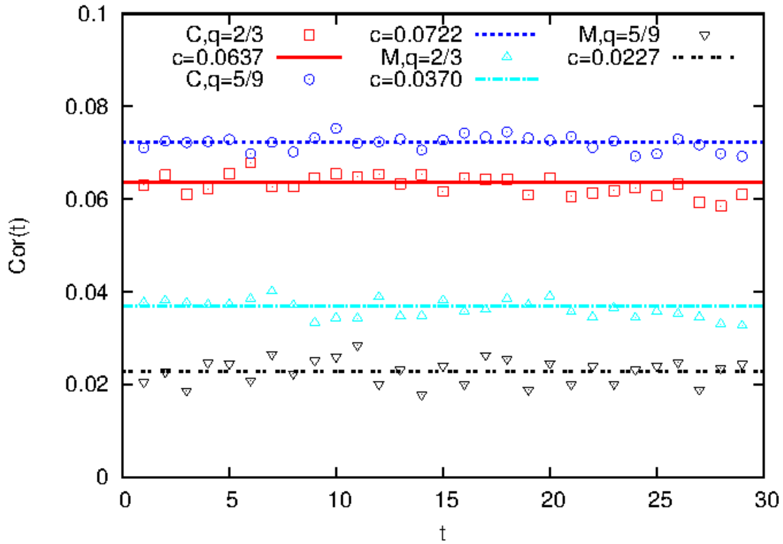
減衰関数のd(t)のn次のモーメントに対して
以下の式になると仮定する。

$$\lim_{t\to 0} \sum_{s=0}^{t-1} d(s) s^n / t^n \to 0$$

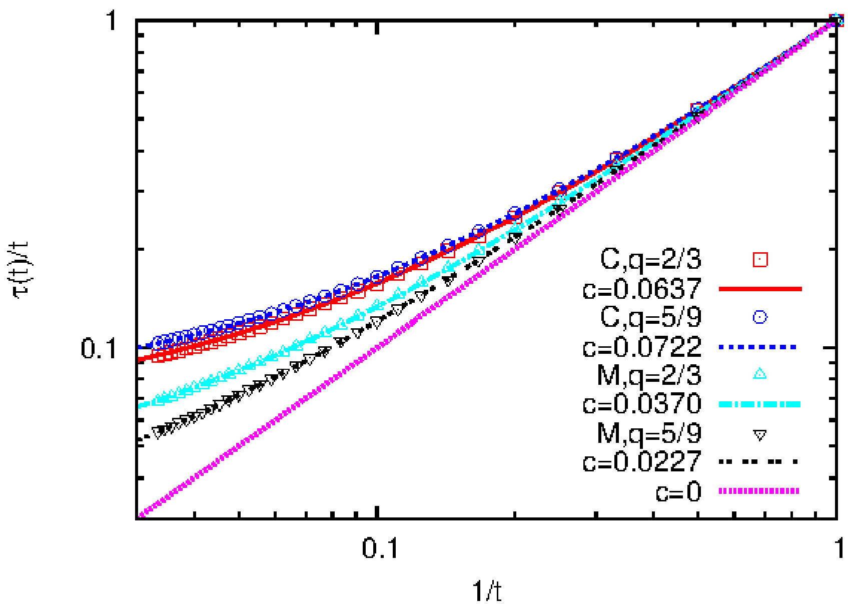
$$\tau(t)/t \simeq c + \frac{1-c}{t}$$

$$\xi(t)/t \simeq \frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{\frac{c(t-1)t(2t-1)}{ct+(1-c)}}$$

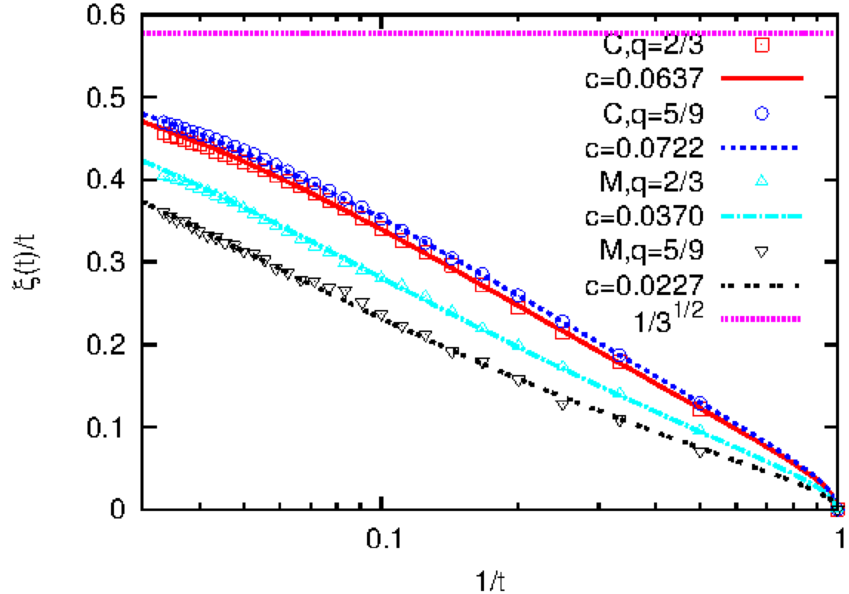
$$C(t)/C(0) = (1-c)\cdot\delta_{t,0} + c + d(t)$$



$$\tau(t)/t \simeq c + \frac{1-c}{t}$$



$$\xi(t)/t \simeq \frac{1}{\sqrt{6}}\sqrt{\frac{c(t-1)t(2t-1)}{ct+(1-c)}}$$



結論

　自己情報の精度が低くなると、自己情報の重みが下がり、他人の選択の情報が重くなる。

　実験データを有限サイズスケーリングで解析した結果

全ての条件においてtwo-peak相にあり、自己修正的でないことが分かった。

予想

　自己情報の精度を上げた時、one-peak相になる可能性がある。