

# 情報カスケードの物理

## ～人が群れるメカニズム～

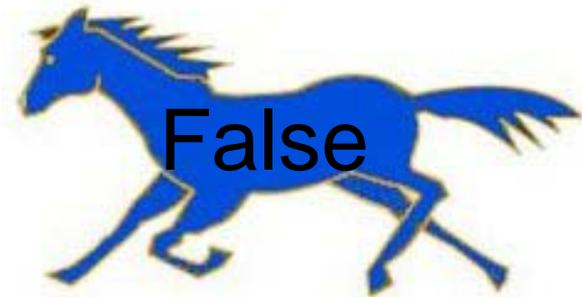
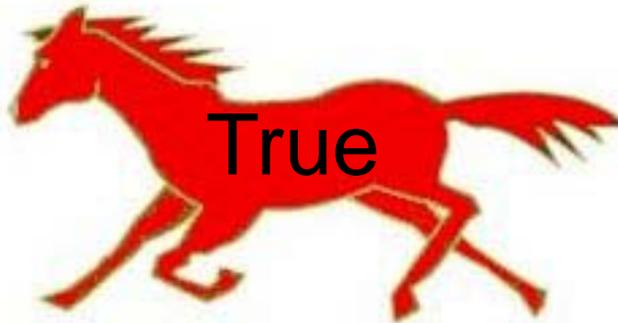
### 本日の予定

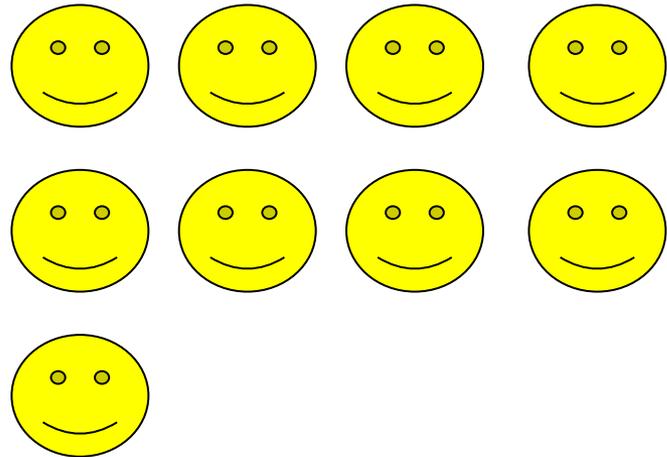
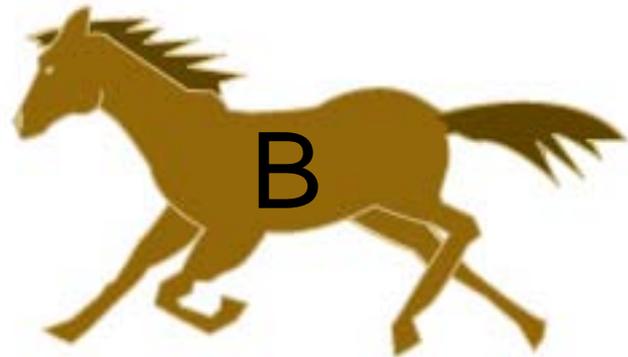
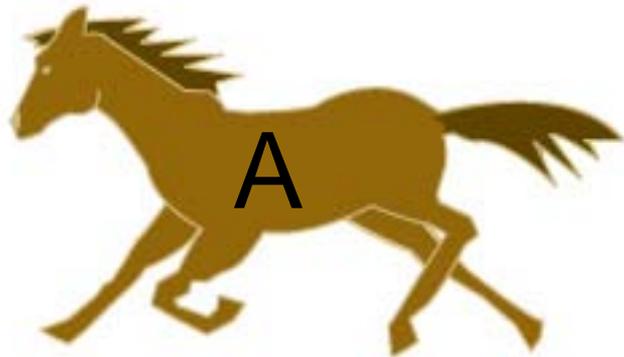
1. 14時00分～14時10分 情報カスケード？
2. 14時10分～14時50分 実験
3. 14時50分～15時10分 休憩
4. 15時10分～15時40分 情報カスケードの物理  
～人はいかに群れ、そして間違えるのか～

守 真太郎 北里大学・理学部・物理学科

# 1. 情報カスケード？

# Quiz : A or B





# 投票実験

14: 漫画「ワンピース」に登場する、バギー海賊団船長「道化のバギー」の懸賞金はいくら？(2010年9月1日現在)

- A. 1300万ベリー
- B. 1500万ベリー



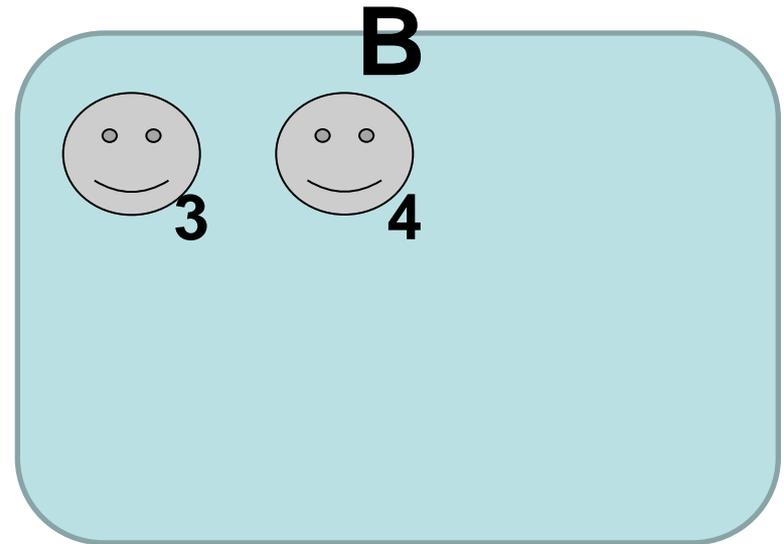
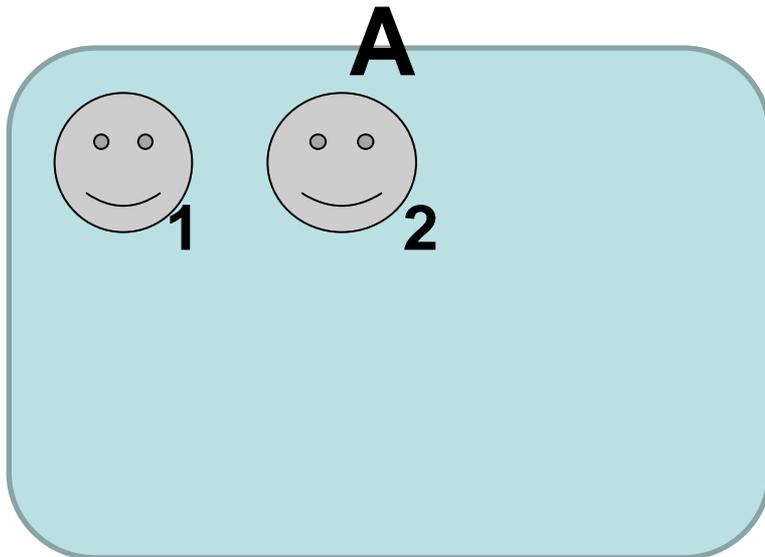
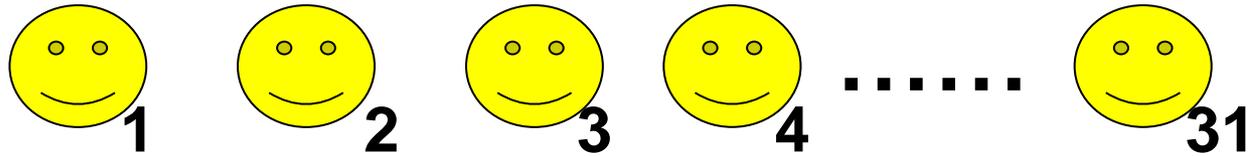


One by One



# カンニングしないで回答

One by One

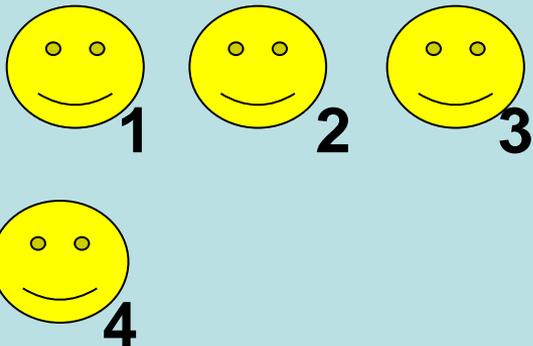


# カンニングして回答

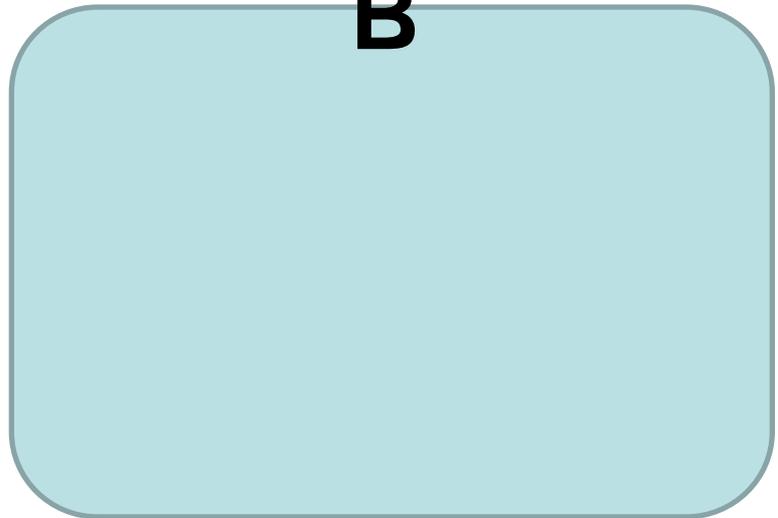
One by One

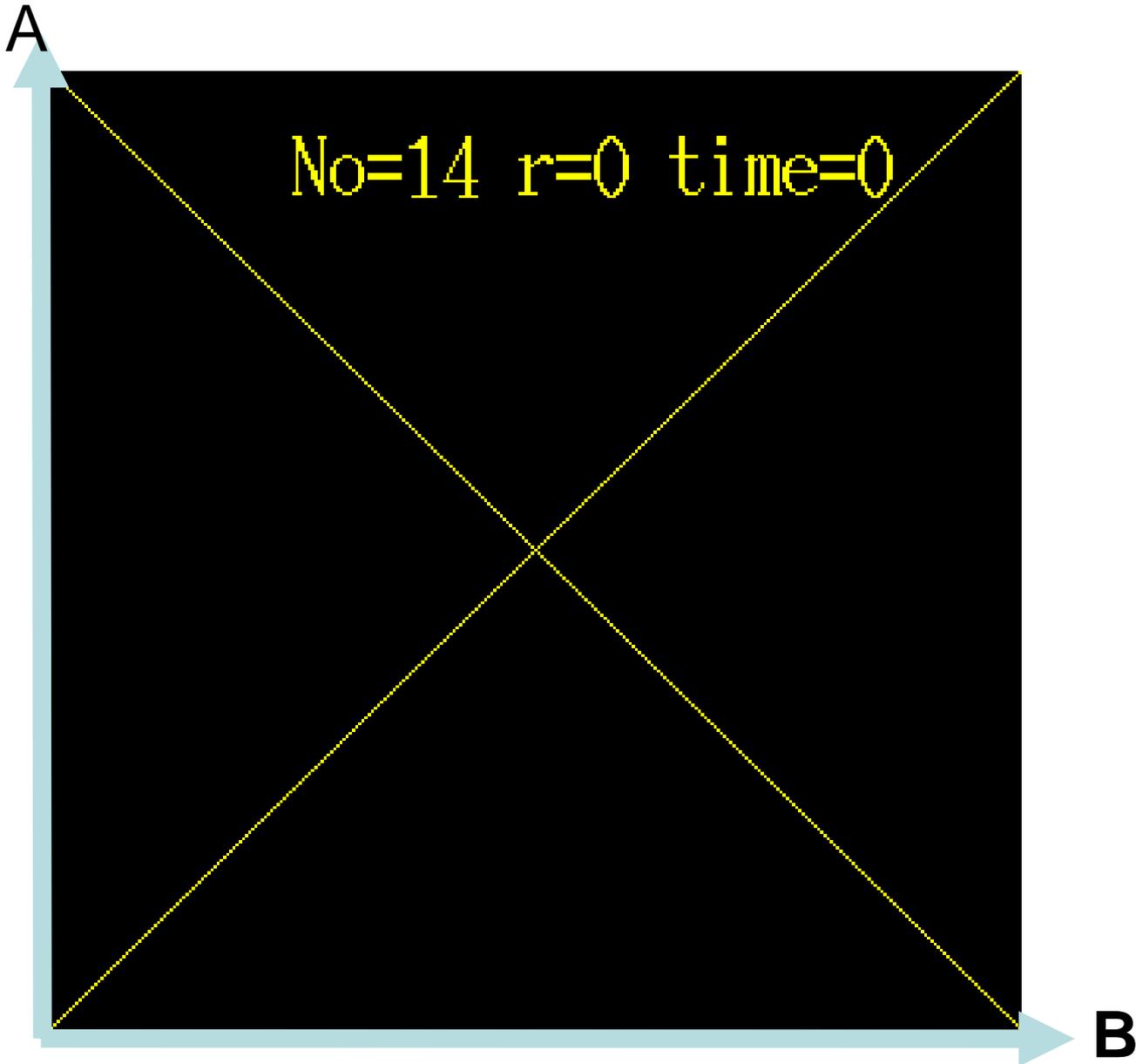


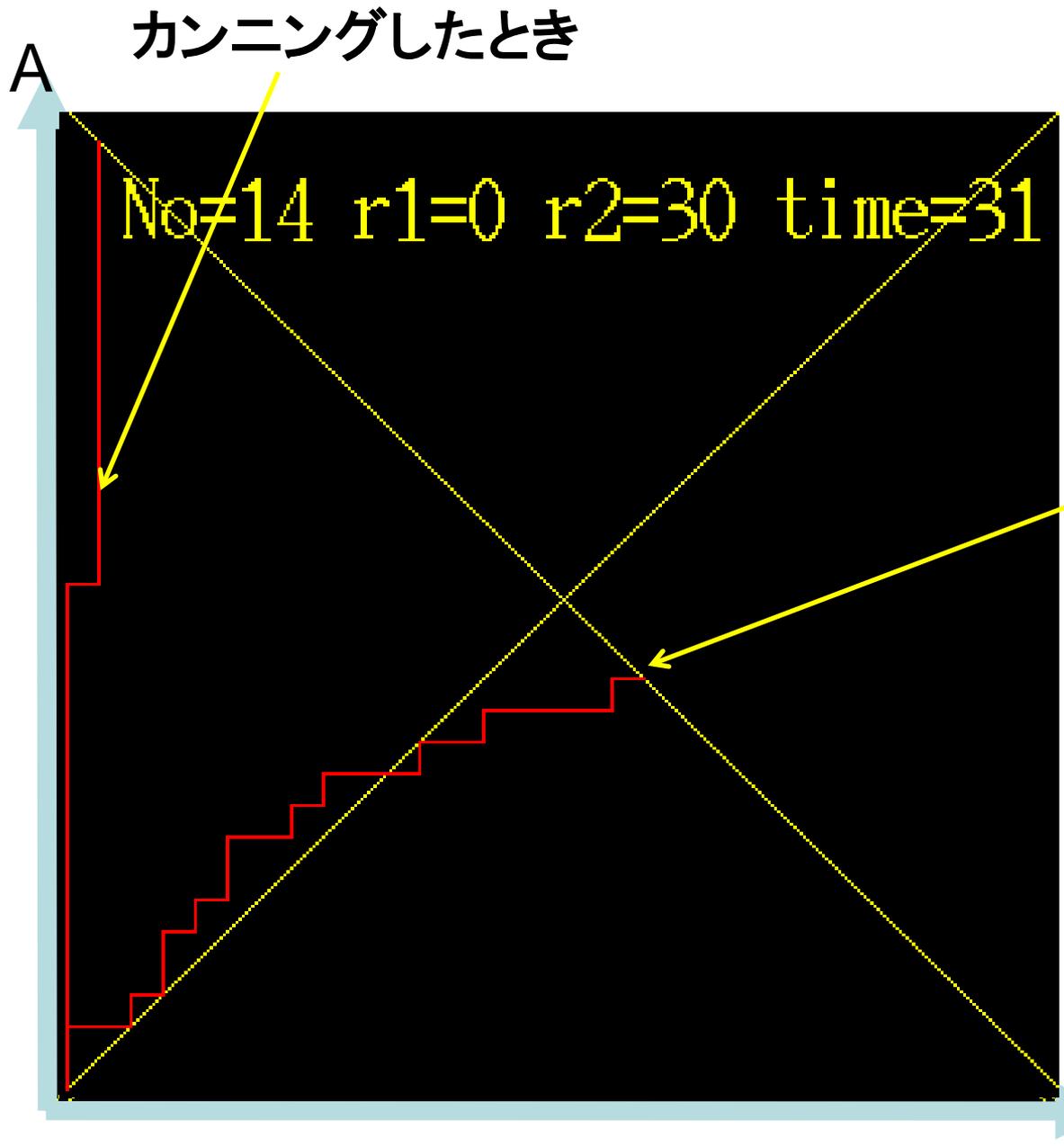
**A**



**B**







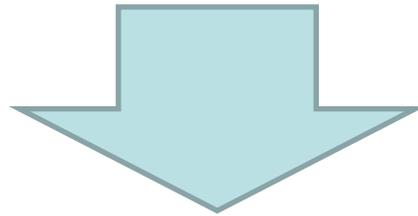
カンニングしないとき

カンニングしたとき

No=14 r1=0 r2=30 time=31

# 情報カスケード

- (1) 選択肢が少数
- (2) 他者の情報は分からない
- (3) 他者の選択は分かる
- (4) 自分の情報は不完全



- (1) ある選択肢に“たまたま”選択が集まる
- (2) 各自の持つ“情報が失われる”
- (3) たまたま選択が集中した選択肢にさらに選択が集中

同じ選択肢の連鎖＝カスケードが発生

## 2. 本日の実験



## 実験内容



- (1) 二択のクイズ120問に回答
- (2) 最初は自分だけの知識で回答
- (3) 次に、北大の学生約50名の回答を参考に回答
- (4) 採点
- (5) (2)か(3)のどちらかの正答数が**90**を超えたら  
粗品贈呈

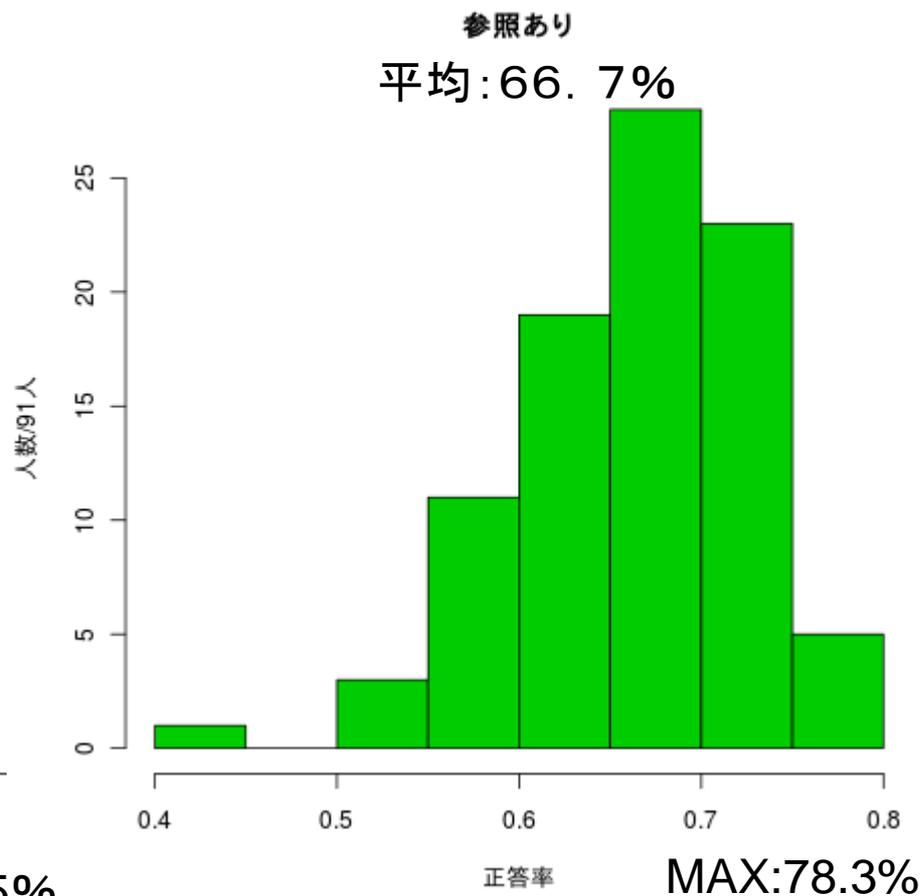
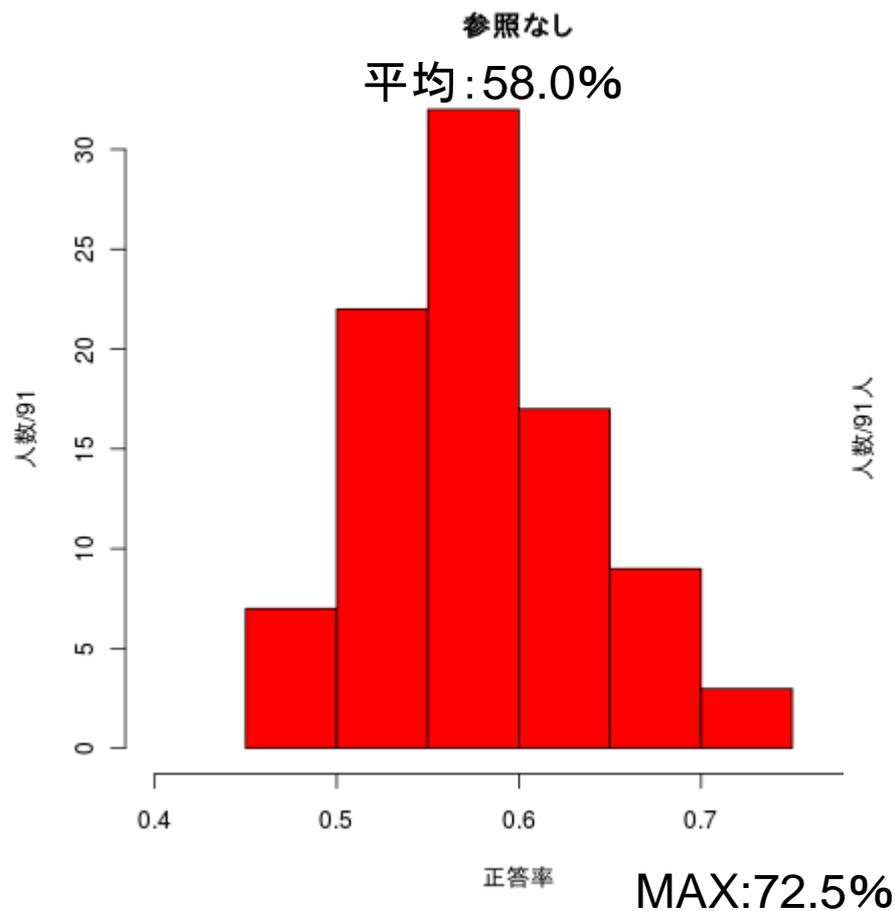
参考データ:

北大の学生(文学部)のデータは、2011年6月から7月に実施した実験(52名を2グループ:計104名)のデータをもとに作成。

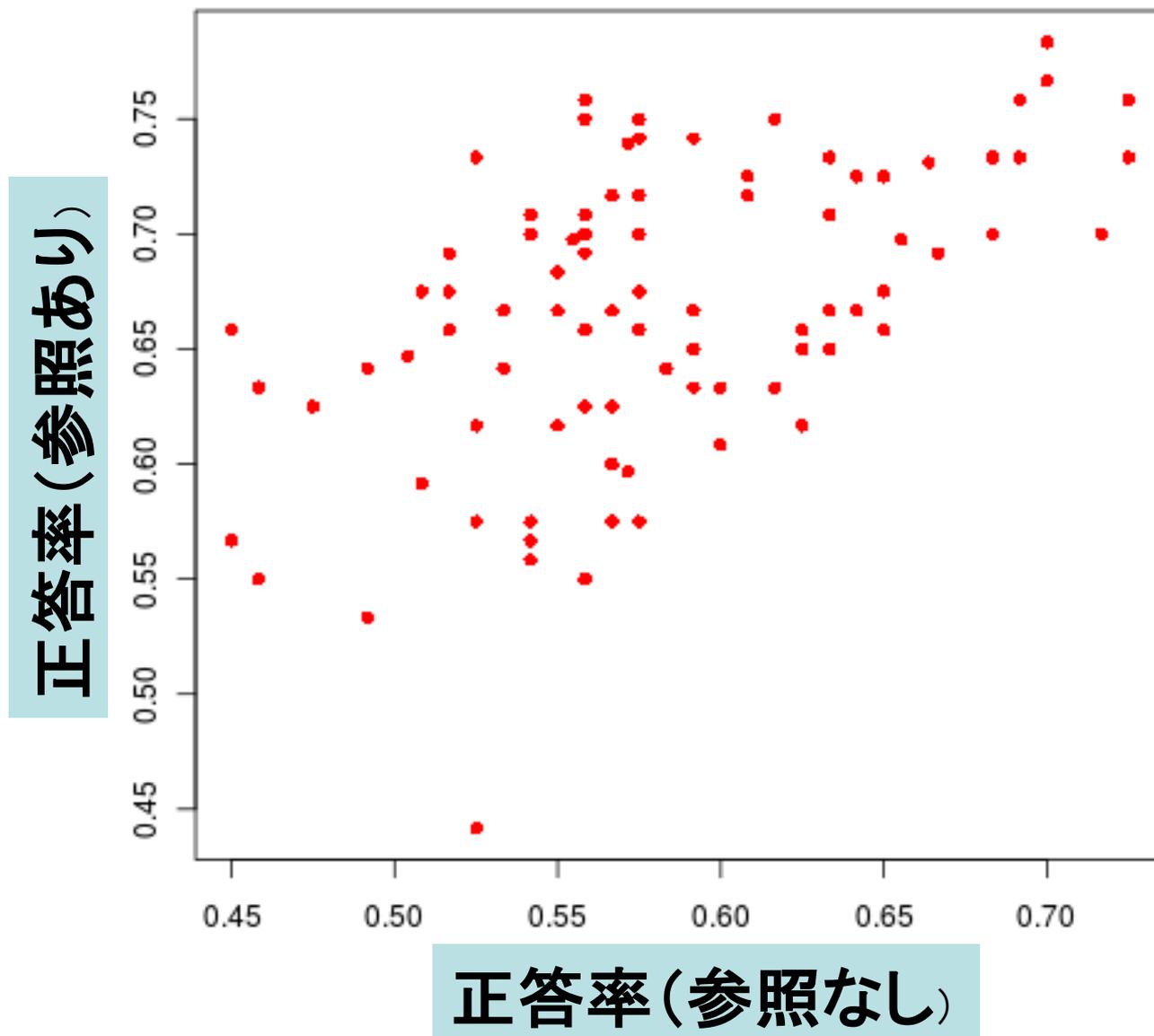
実験での報酬:参加費600円+1問正当に1円を最大120問×7回=840回回答。 13

# 北大での実験結果

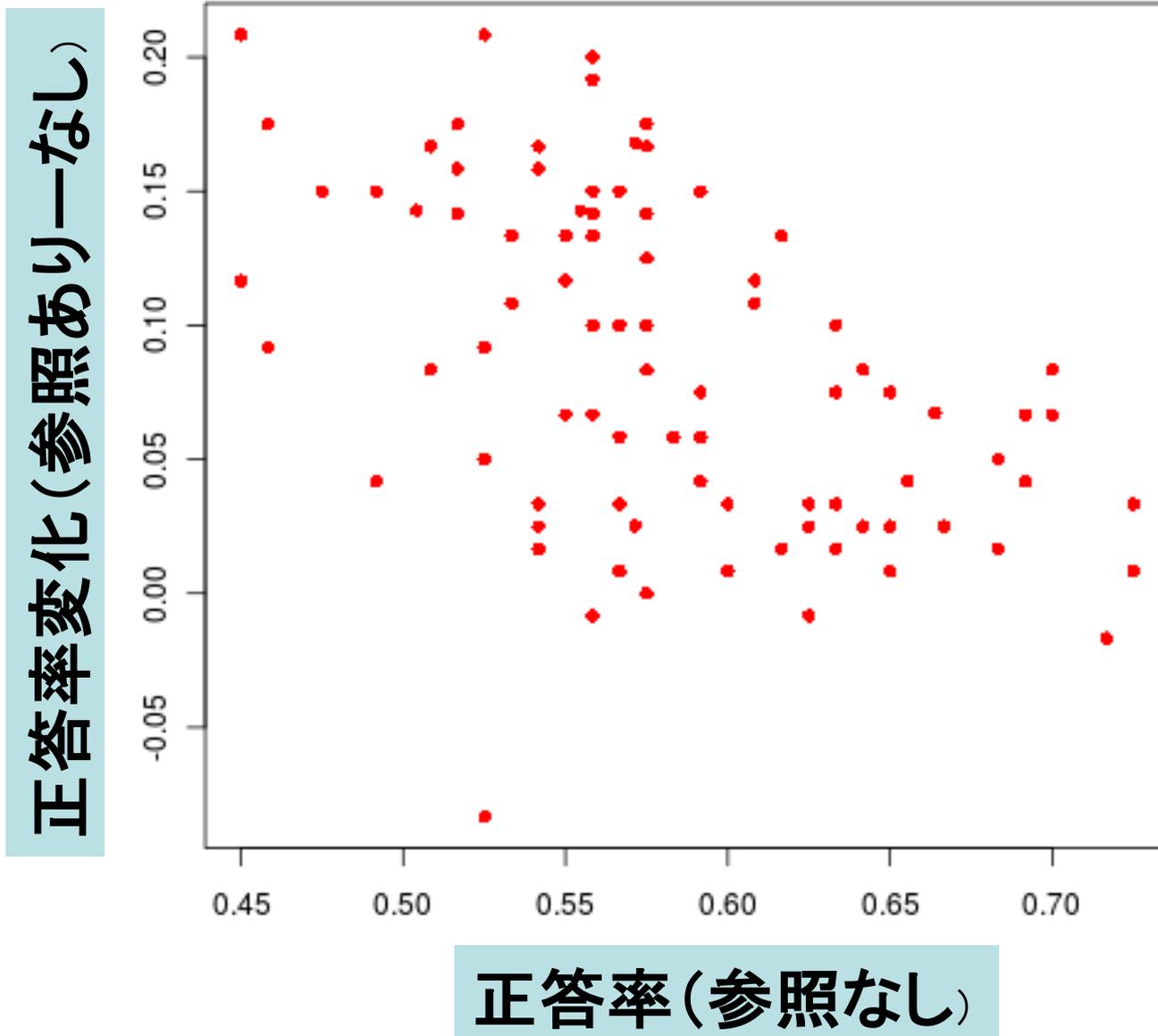
# 被験者(91人のみ)ごとの正答率の分布



# 被験者(91人のみ)ごとの正答率の変化



# 被験者(91人のみ)ごとの正答率の変化



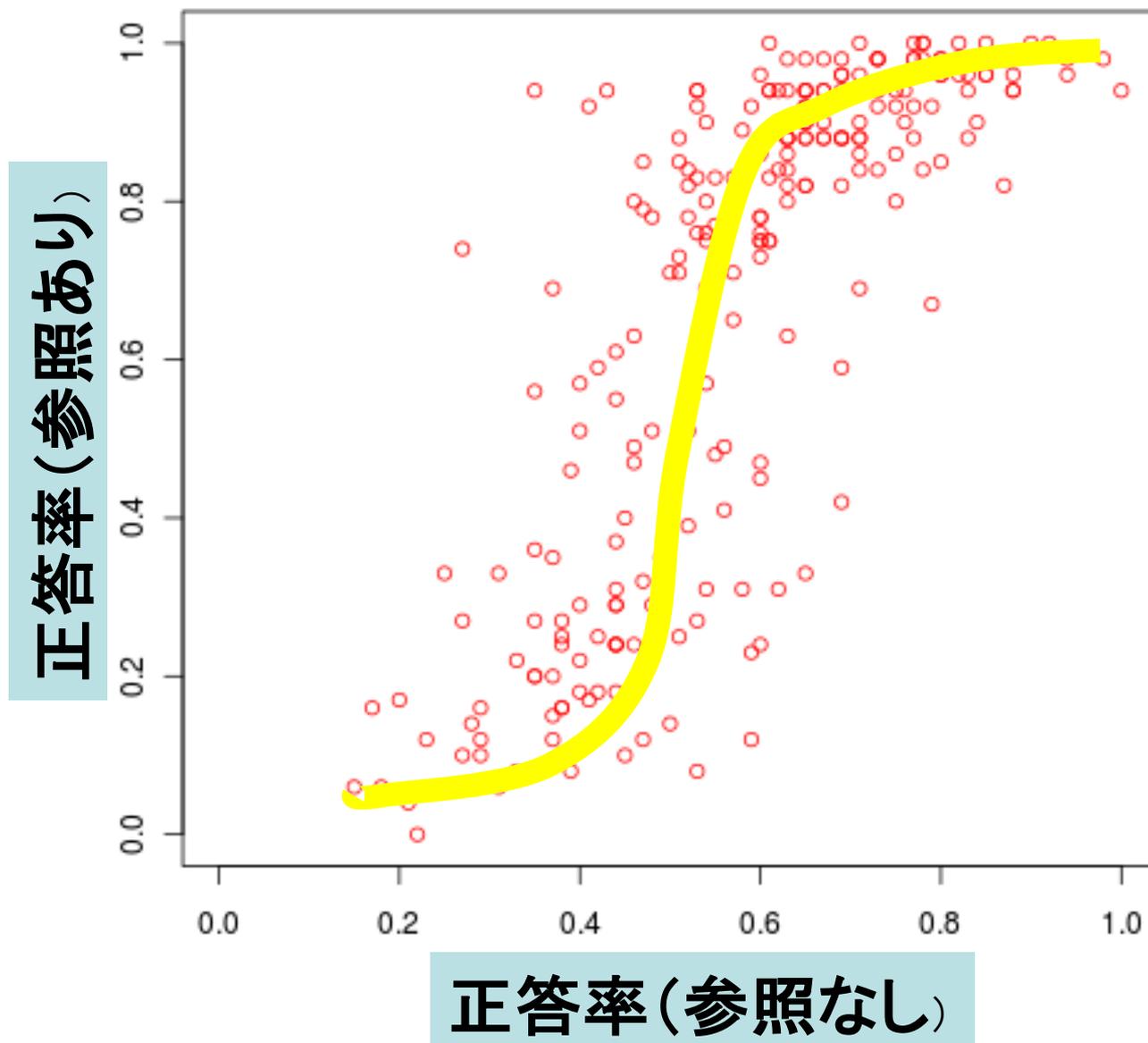
A: 誤答者数



B: 正答者数

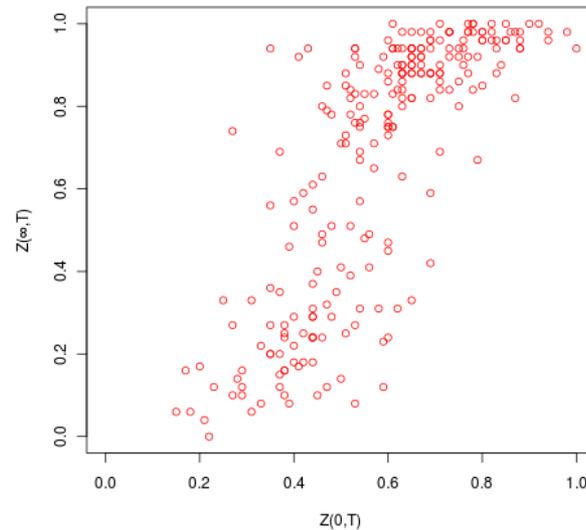
カンニングすると、個々の情報が失われ、カスケード(連鎖)が起きる

# クイズ(120問 \* 2)ごとの正答率の変化



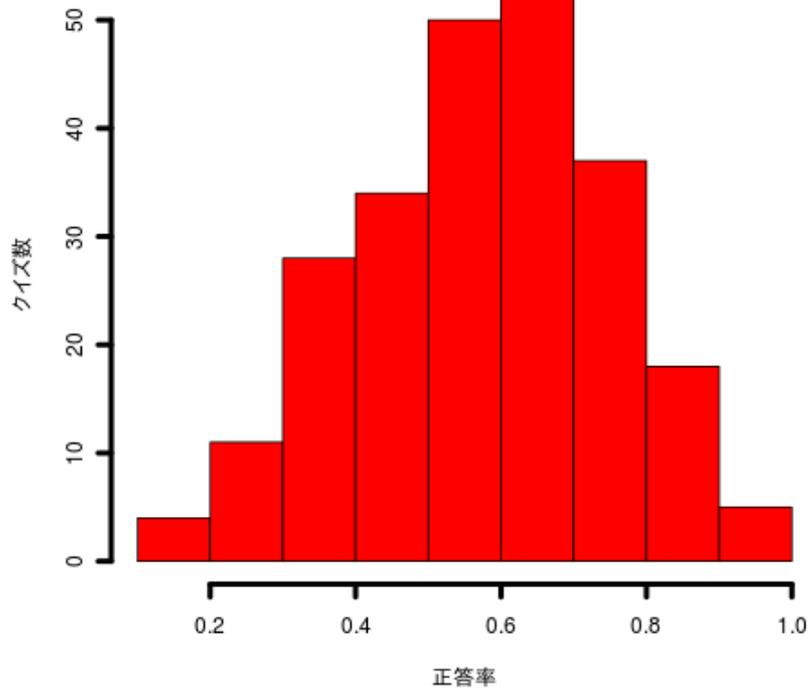
# 3. 情報カスケードと相転移

# What is the Physics ?

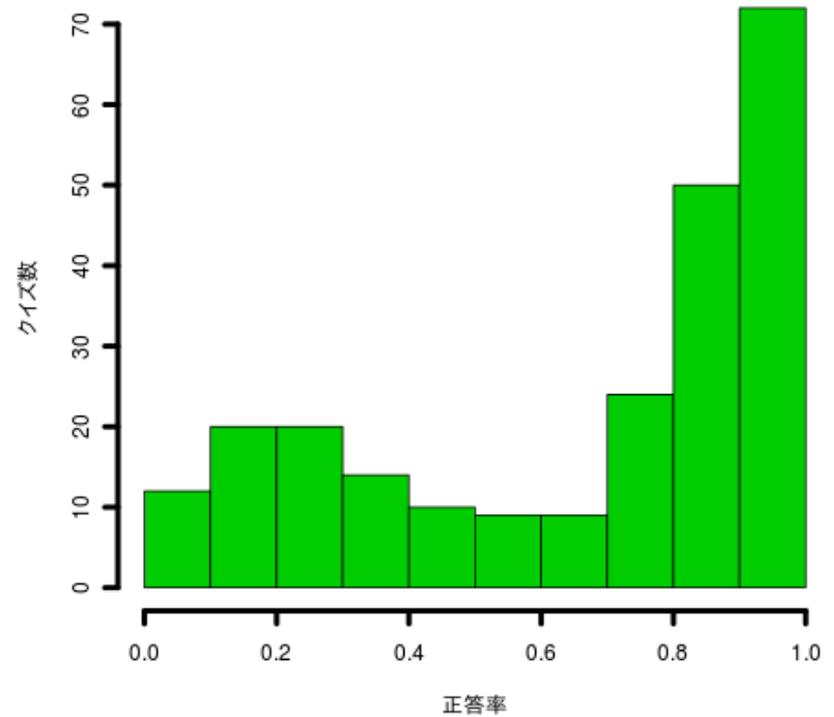


# クイズ(120問 \* 2)ごとの正答率の変化

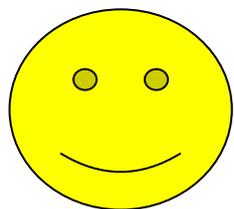
参照なし:平均正答率58.1%



参照:平均正答率66.6%

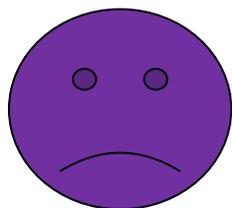


# 無知な投票者の比率の推定



正解を知っている人

$$1 - p$$



無知な回答者: 正答率50%

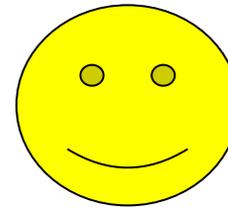
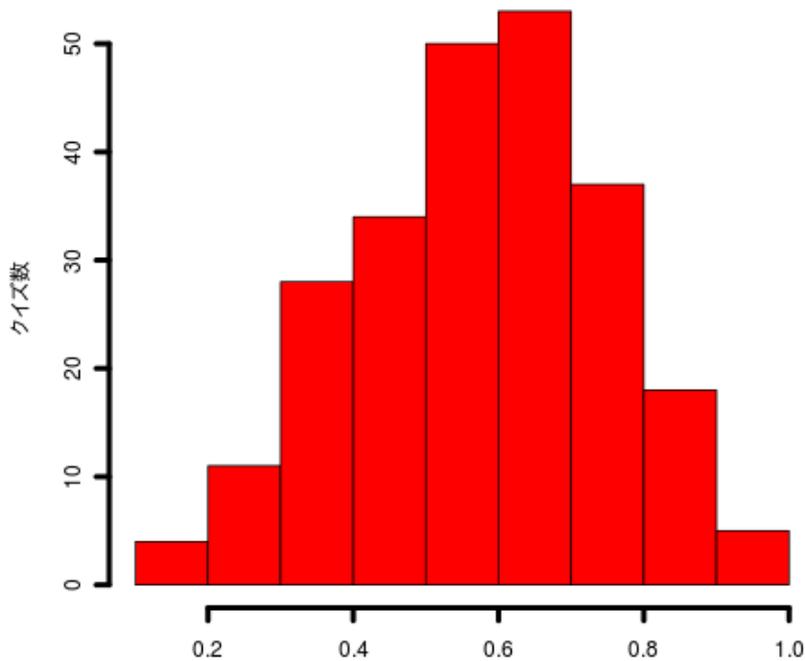
$$p$$

正答率  $\hat{x}$  の期待値  $E(\hat{x})$

$$E(\hat{x}) = (1 - p) + 0.5 \times p = 1 - 0.5 \times p$$

$$p = 2 \times (1 - E(\hat{x}))$$

参照なしの場合の正答率=約60%

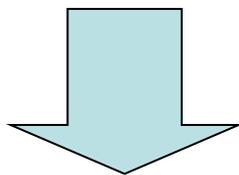


20%



80%

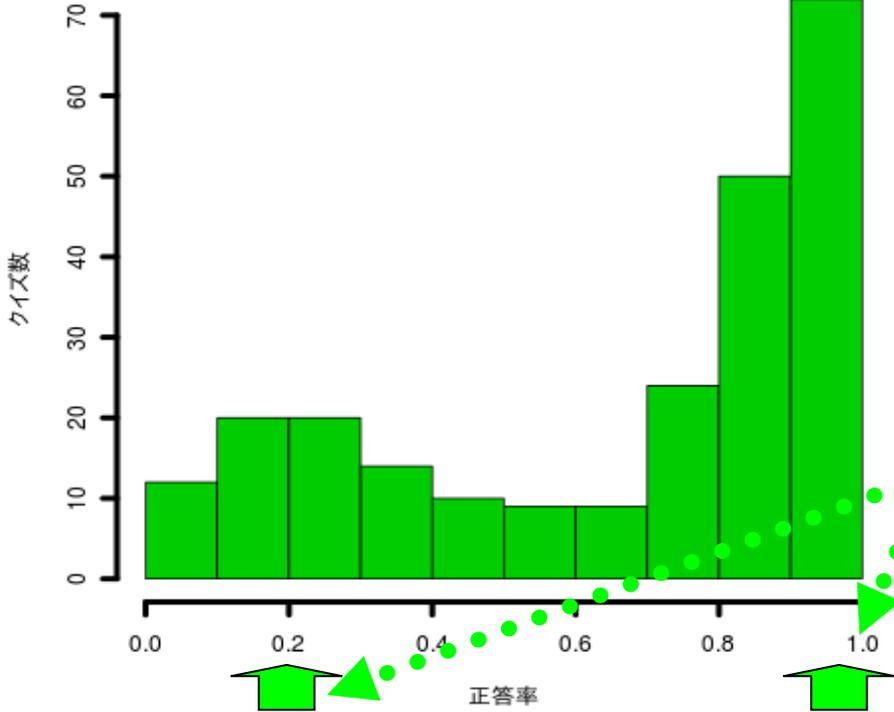
正答率



$$p = 2(1.0 - 0.6) = 80\%$$

参照:平均正答率66.6%

😊 20%    😞 80%



80%の 😞 が正しい回答  
→ 正答率  $x = 100\%$

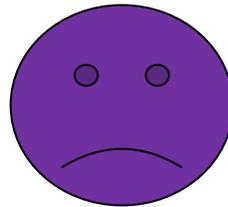
80%の 😞 が誤った回答  
→ 正答率  $x = 20\%$

情報カスケード

# Questions

# Microscopic

Q.1

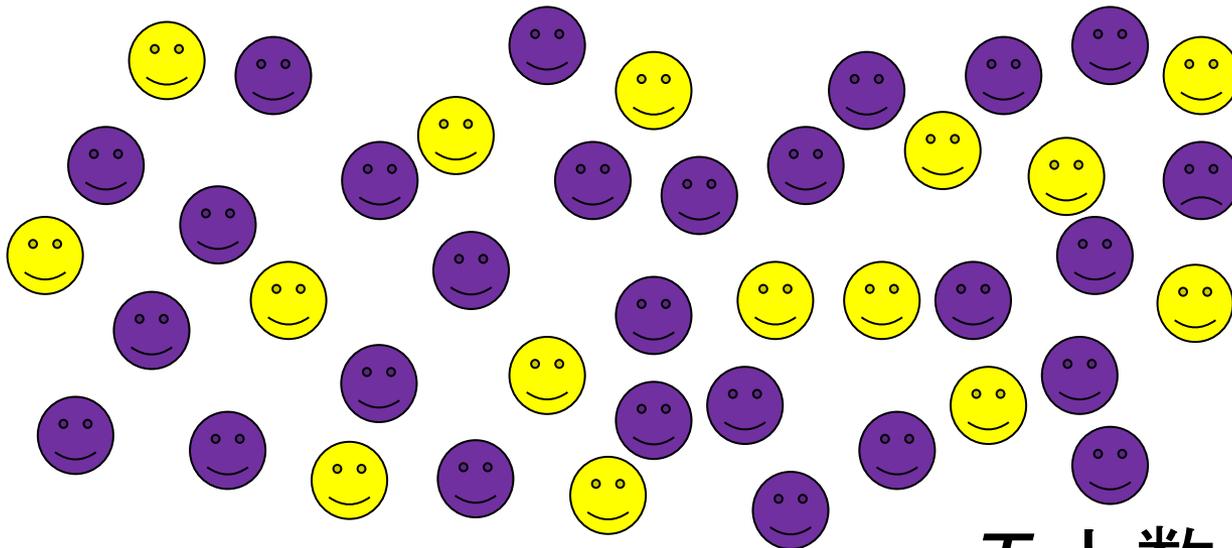


**How he copy ?**

# Macroscopic

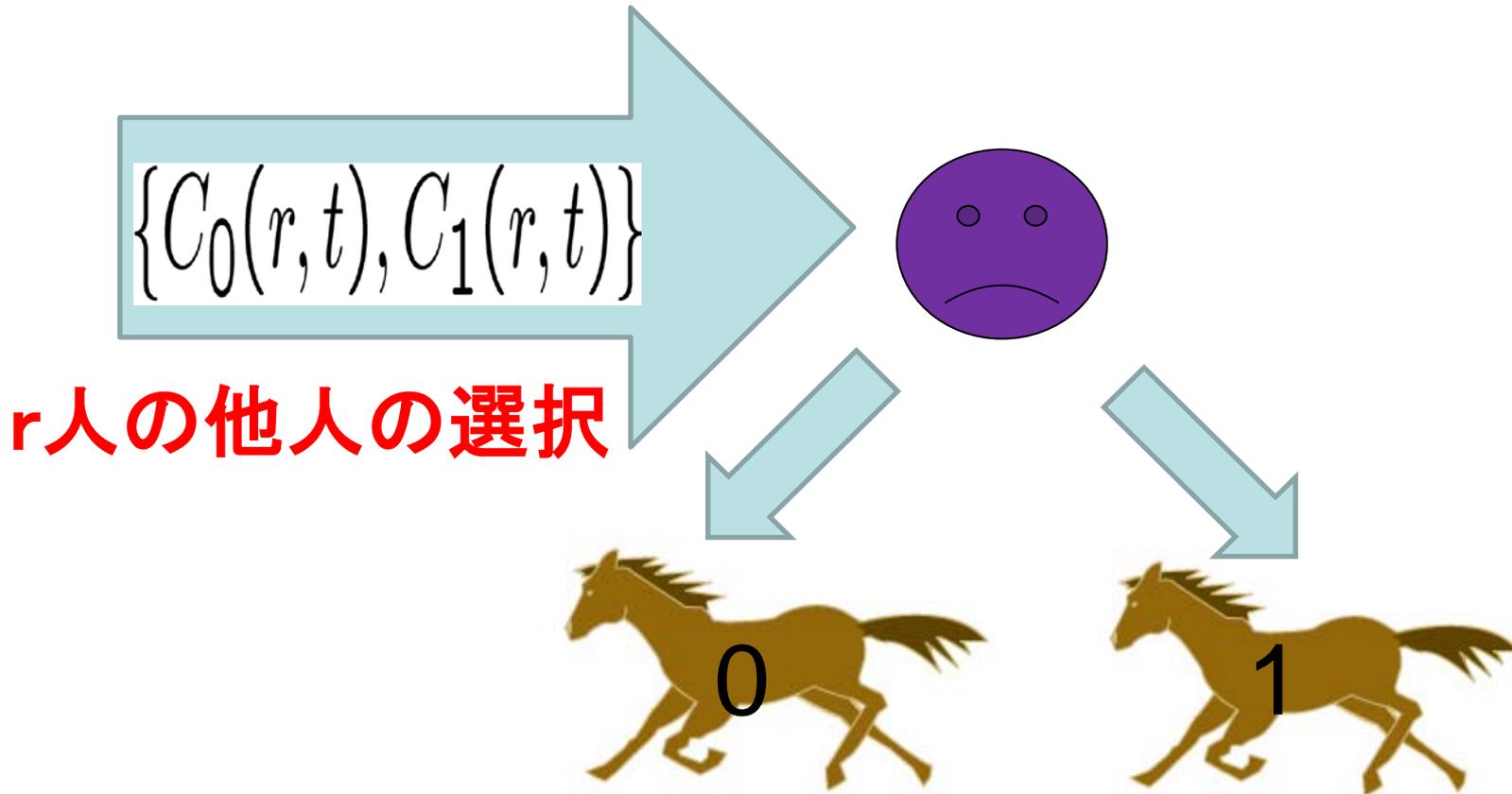
## Q.2

What happens ?  $T \rightarrow \infty$



$T$ : 人数

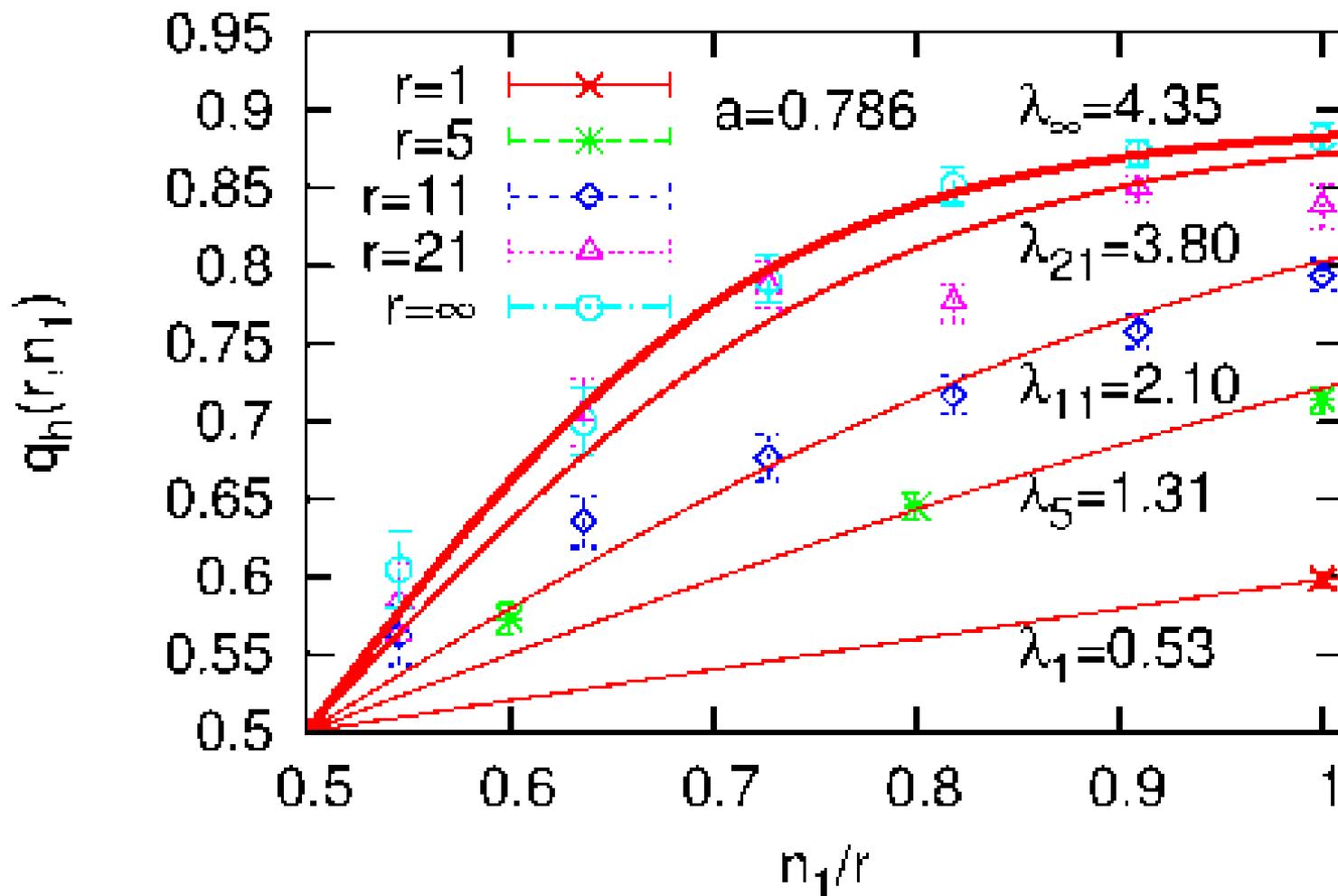
# Q1. How he copies ?



# 情報のコピーの確率法則

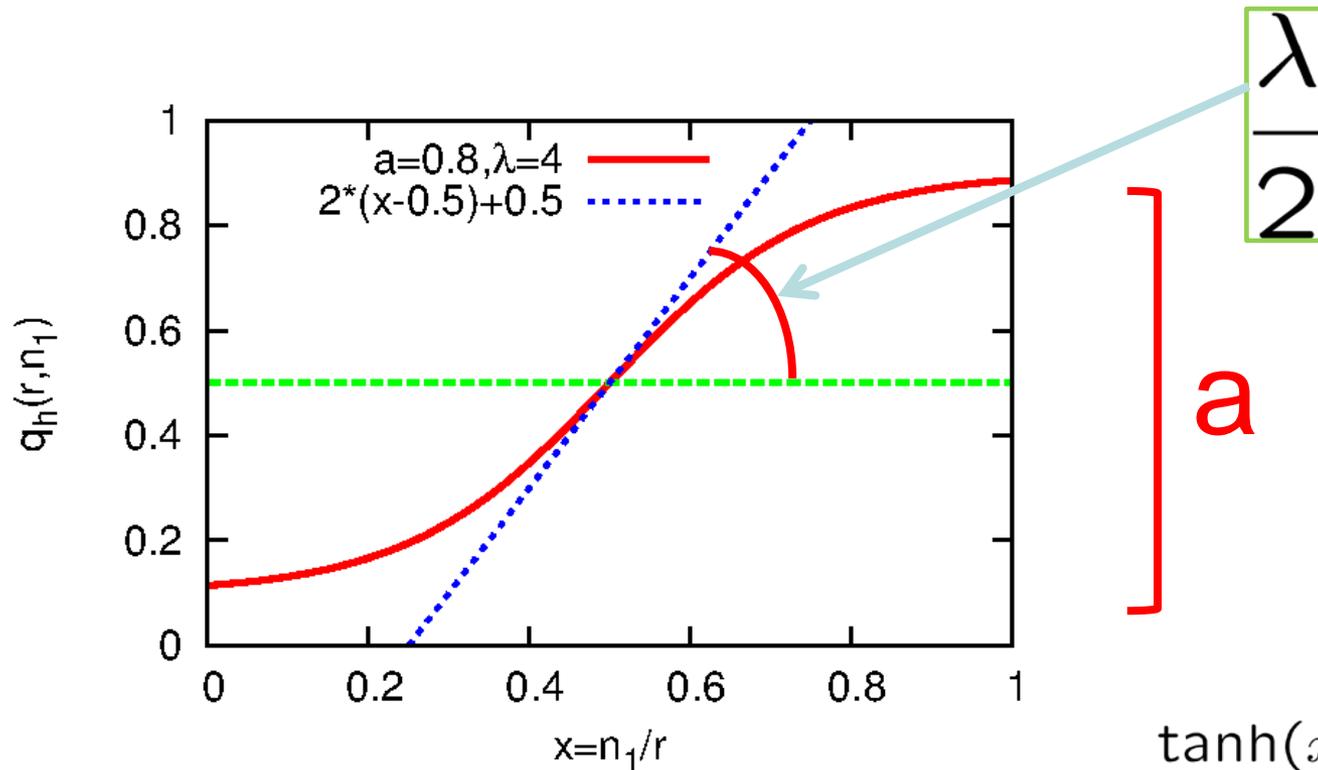
$r$  : 参照する人数

$n_1$  :  $r$ 人中のある選択肢を選択した人数



# 情報のコピーの確率法則

$$q_h(r, n_1) = \frac{1}{2} \left[ a \tanh \lambda_r \left( \frac{n_1}{r} - \frac{1}{2} \right) + 1 \right]$$

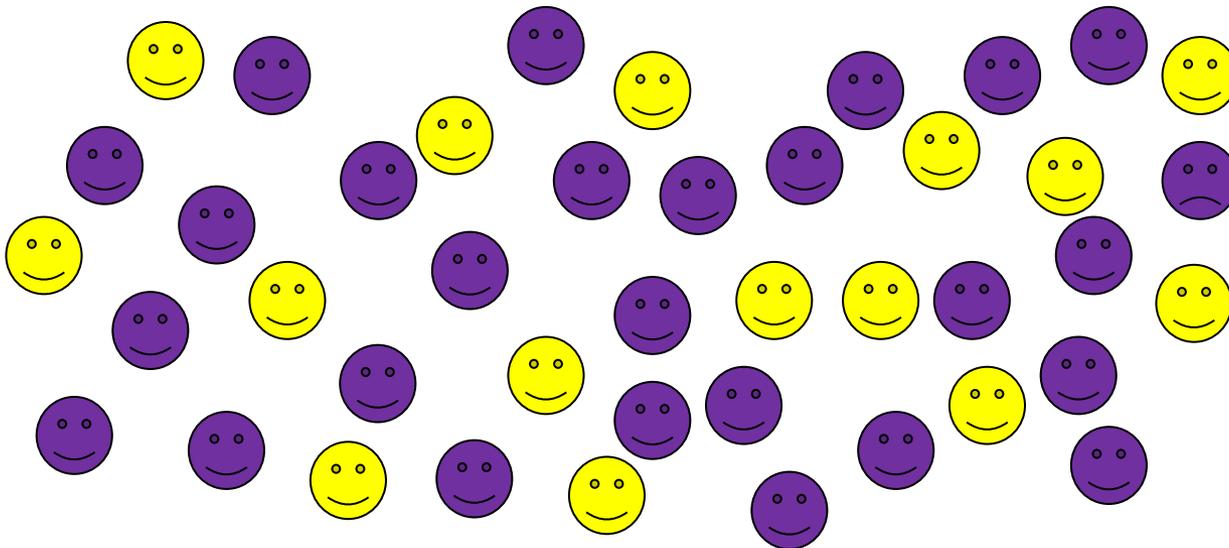


$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

# Macroscopic

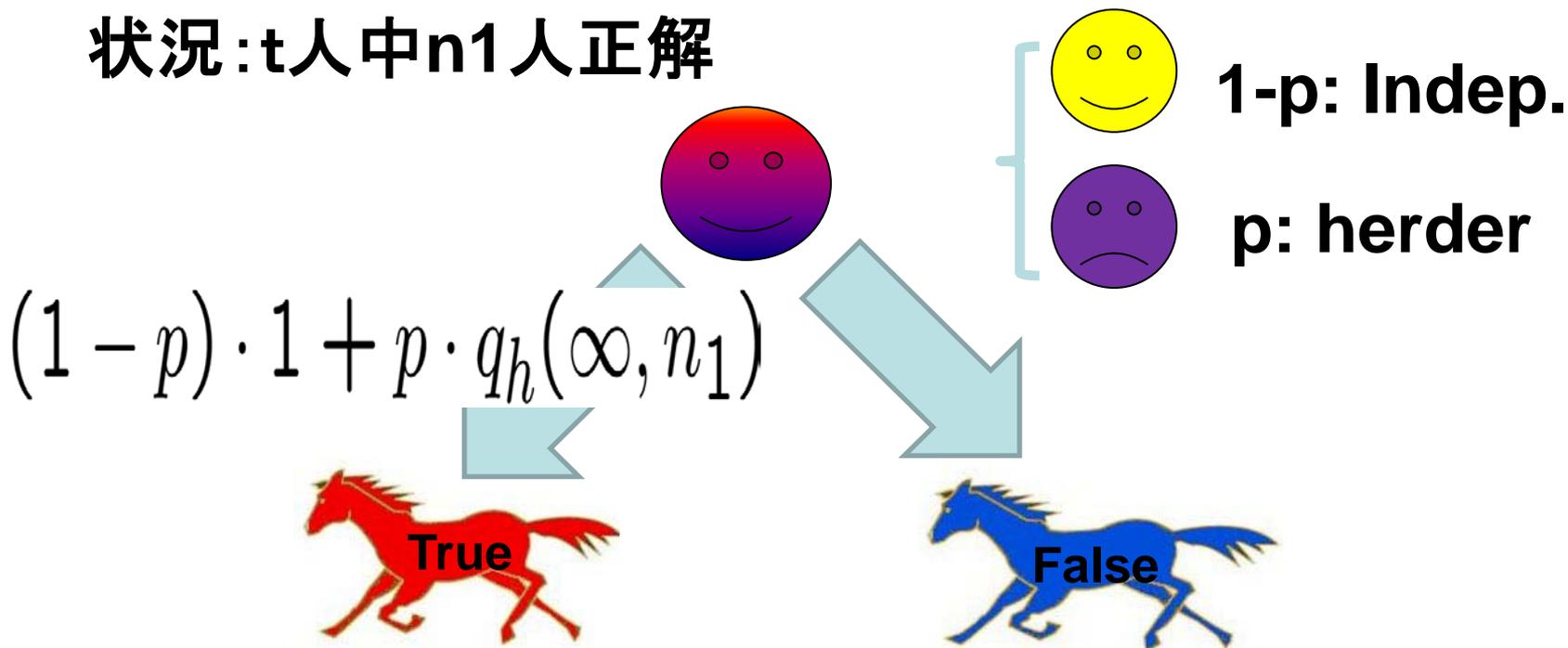
Q.2  $T \rightarrow \infty$

What happens ?



# (t+1)番目の回答者の正答率

状況:t人中n1人正解



$$(1-p) \cdot 1 + p \cdot q_h(\infty, n_1)$$

正答率  $x(t)$

$$q_h(\infty, n_1) = \frac{1}{2} \left[ a \tanh \lambda_\infty \left( \frac{n_1}{t} + \frac{1}{2} \right) + 1 \right] \equiv q_h(x(t))$$

# 正答率の時間変化

$$x(t) = \frac{n_1(t)}{t} \Rightarrow q(x(t)) = (1 - p) + p \cdot q_h(x(t))$$

t人後の正答率 (t+1)人目の正答率

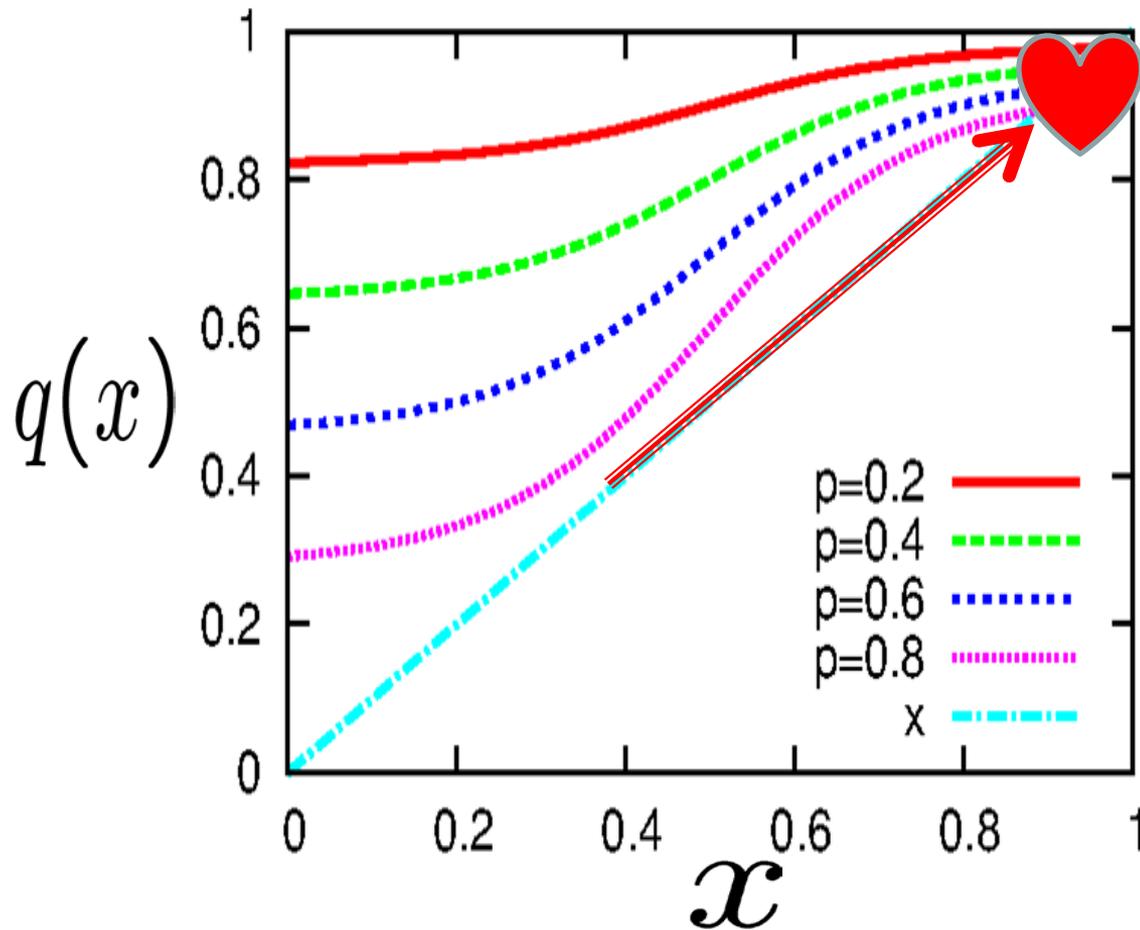
## 三つのケース

$$q(x(t)) > x(t) \Rightarrow x(t+1) \uparrow$$

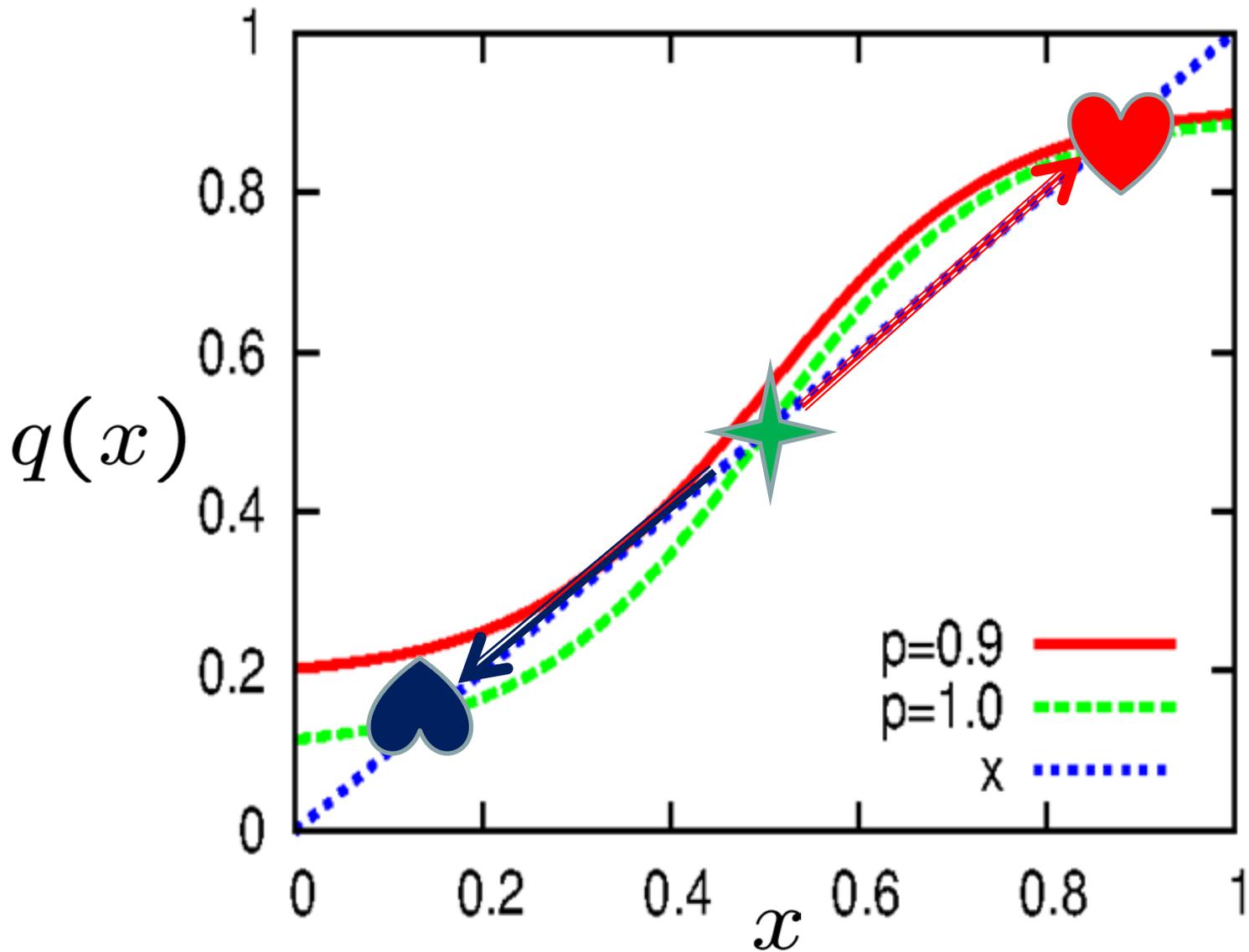
$$q(x(t)) < x(t) \Rightarrow x(t+1) \downarrow$$

$$q(x(t)) = x(t) \Rightarrow x(t+1) \updownarrow$$

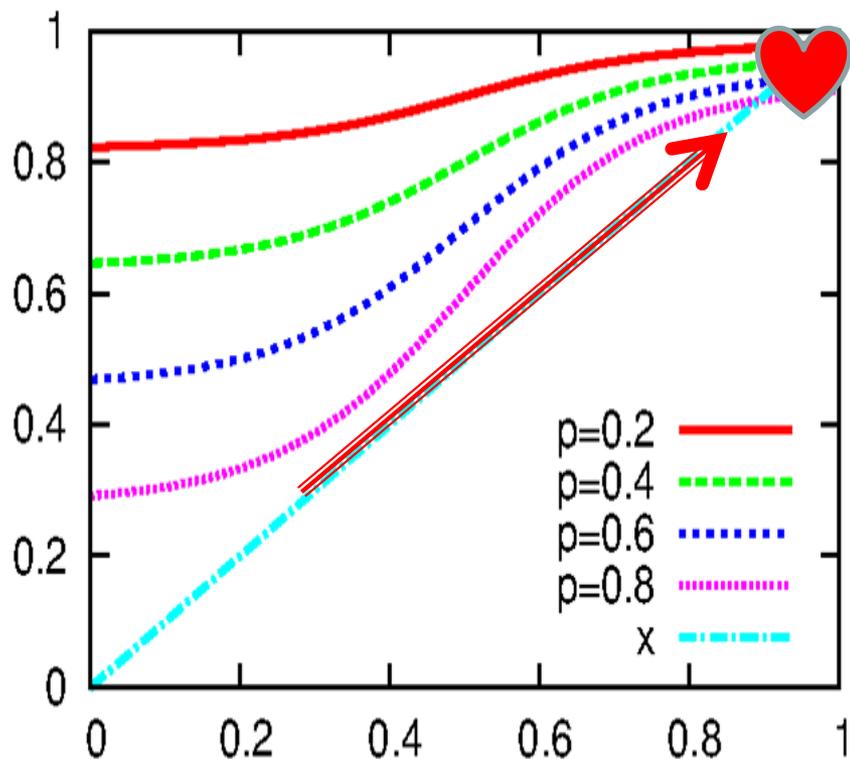
$$q(x) = (1 - p) + p \cdot a \left[ \tanh\left(\lambda\left(x - \frac{1}{2}\right) + 1\right) + 1 \right]$$



$$q(x) = (1 - p) + p \cdot a \left[ \tanh\left(\lambda\left(x - \frac{1}{2}\right)\right) + 1 \right]$$

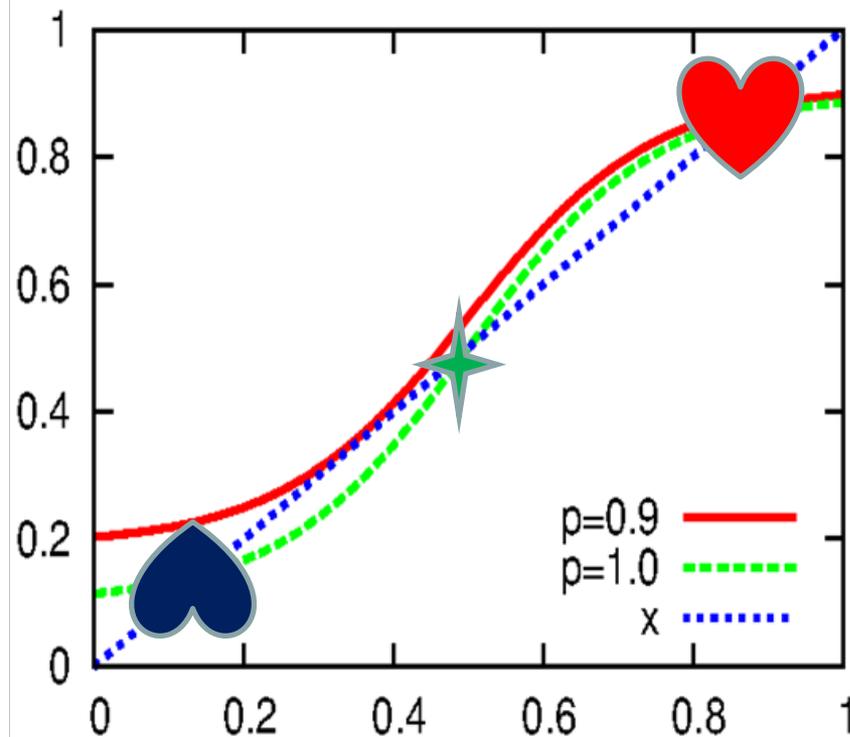


$$p < 90\% = p_c$$



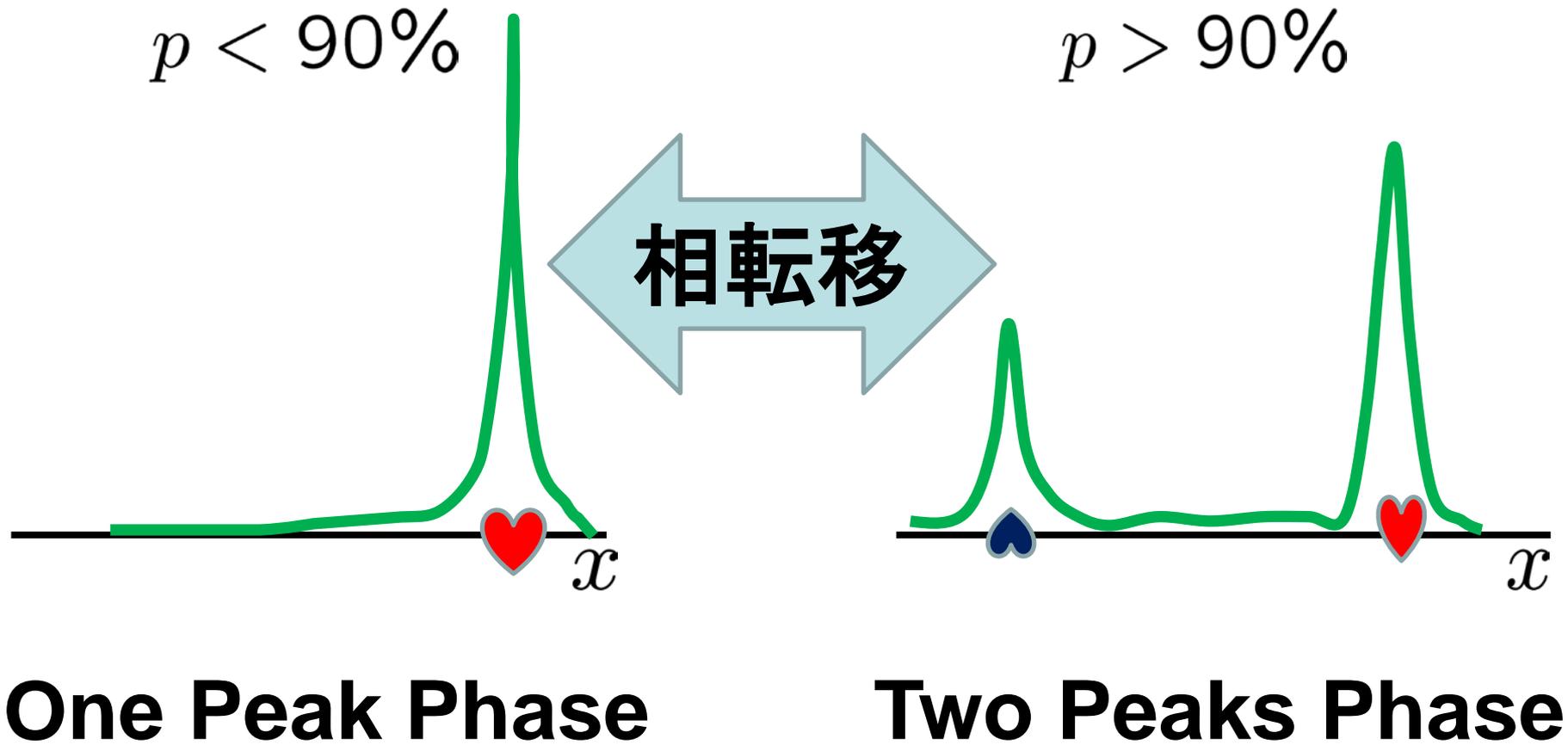
正答率はほぼ100%

$$p > 90\% = p_c$$

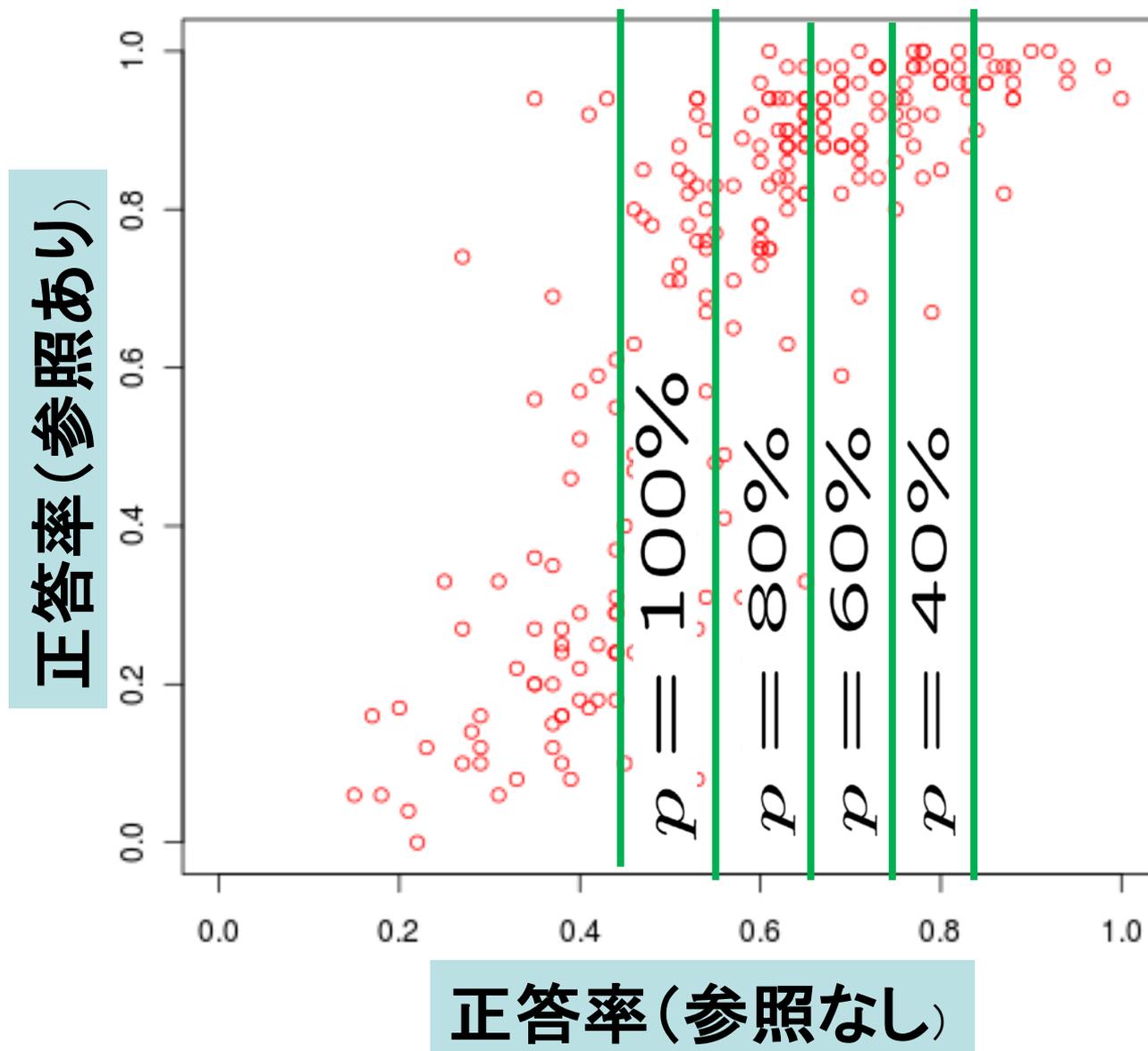


正答率は高くなるか、  
低くなるか神のみぞ知る

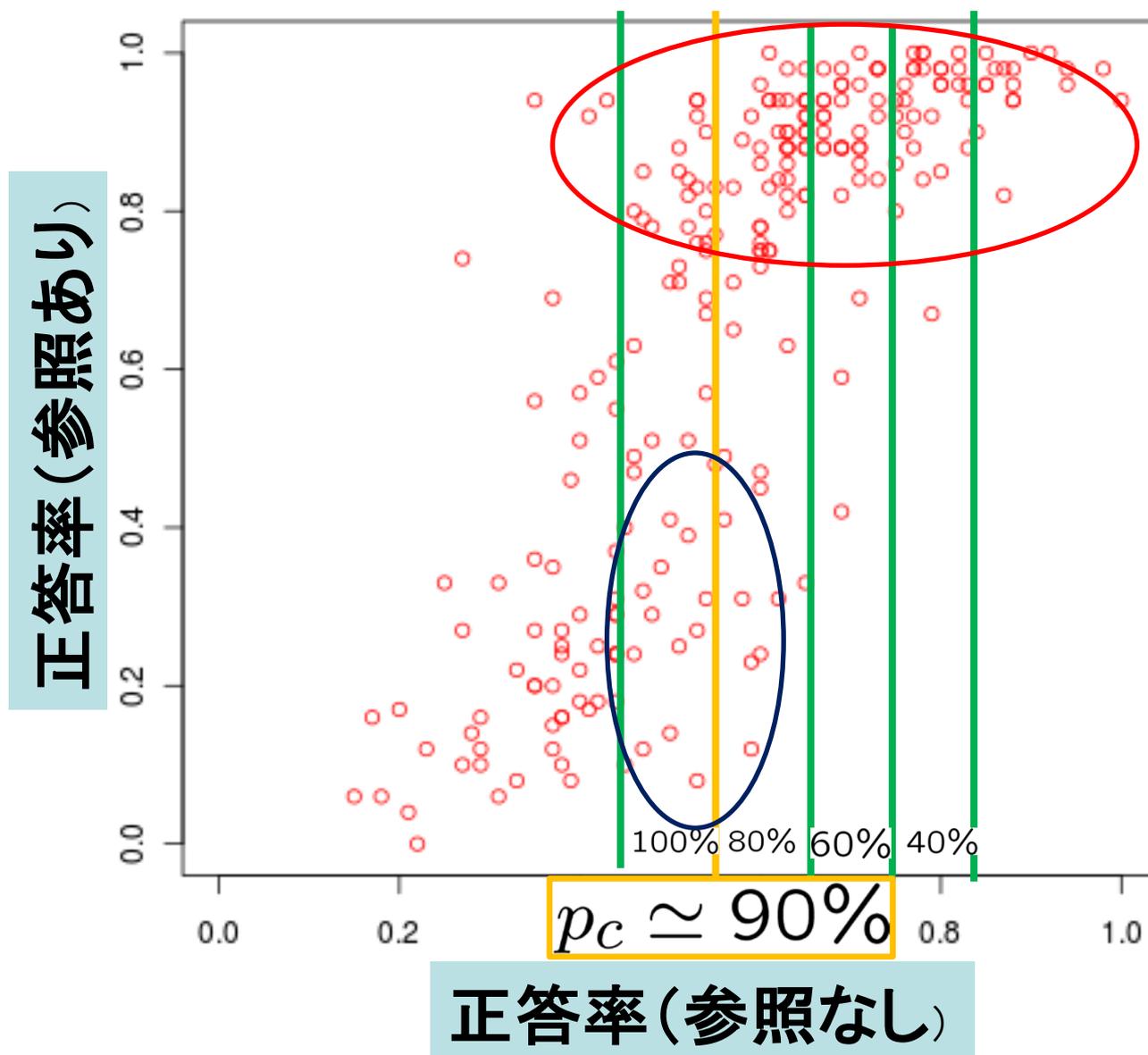
# 正答率 $x(t)$ の分布関数



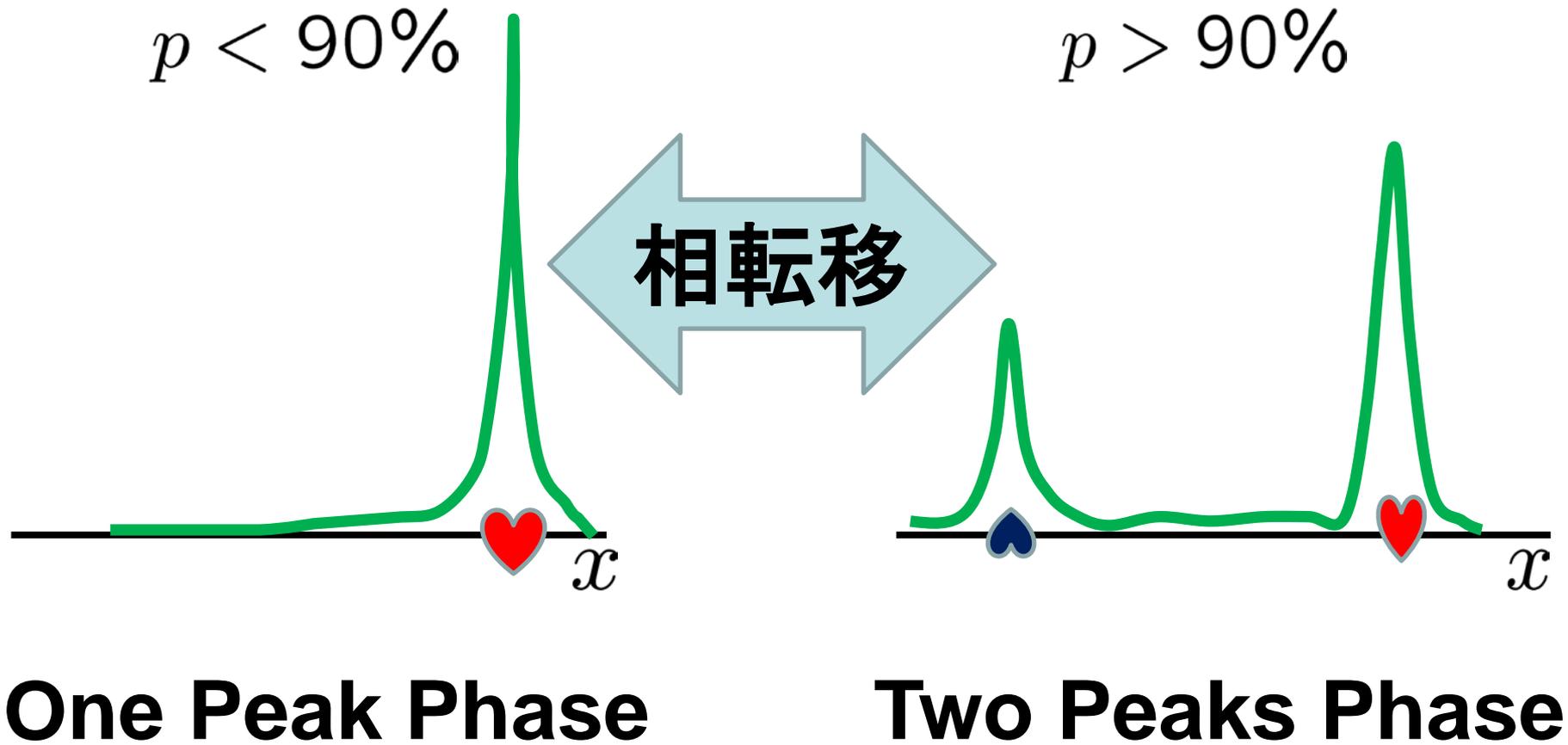
# クイズ(120問 \* 2)ごとの正答率の変化



# クイズ(120問 \* 2)ごとの正答率の変化

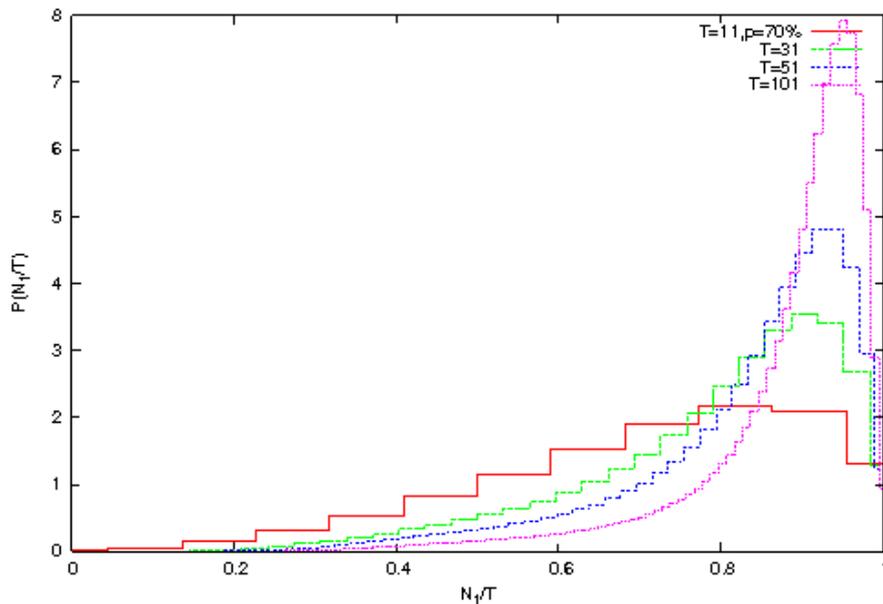


# 正答率 $x(t)$ の分布関数



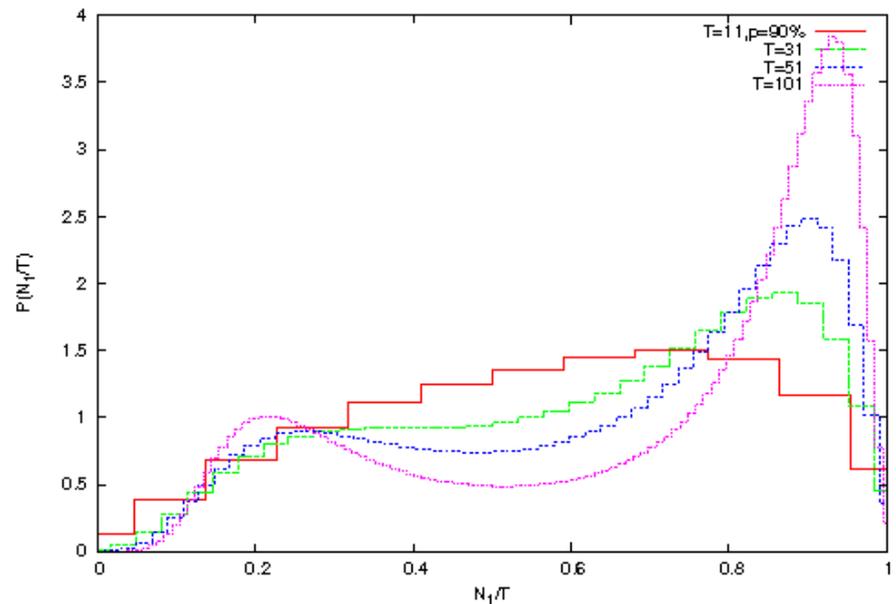
# 相転移の検証：熱力学極限

$$p < p_c$$



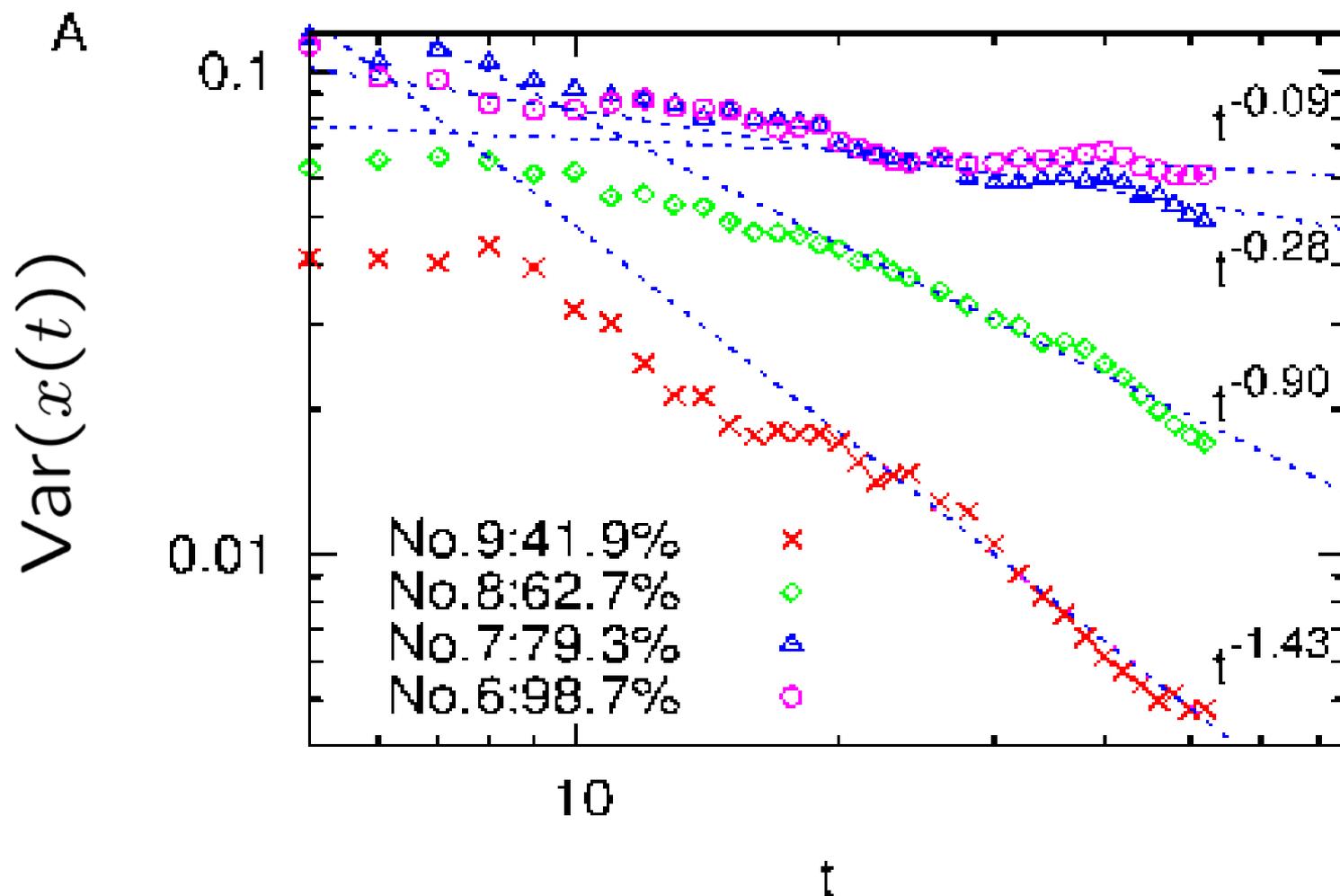
$$\lim_{t \rightarrow \infty} \text{Var}(x(t)) \rightarrow 0$$

$$p > p_c$$

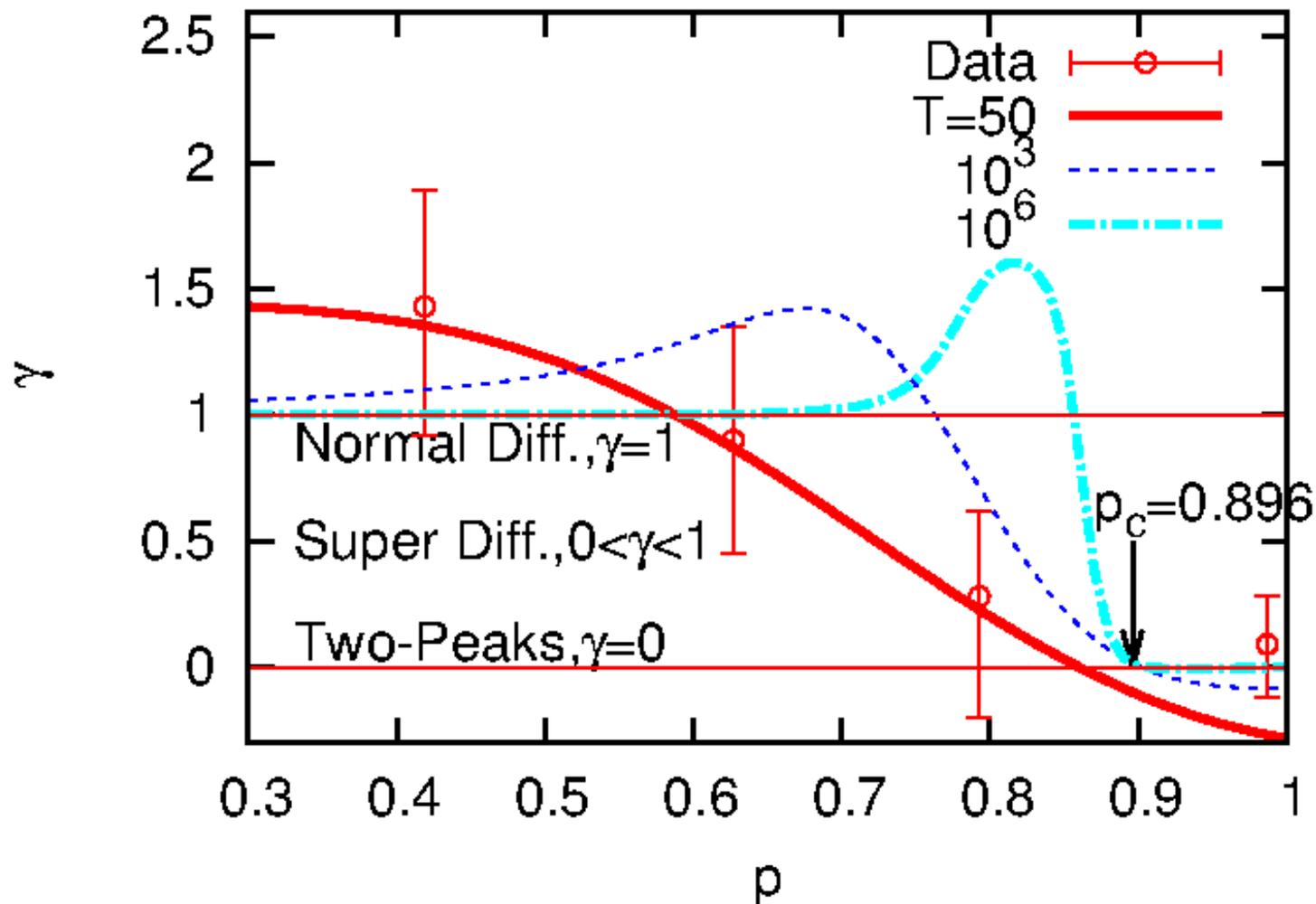


$$\lim_{t \rightarrow \infty} \text{Var}(x(t)) \rightarrow c > 0$$

# 相転移の検証



Phase transition to two-peaks phase in an information cascade voting experiment  
S.Mori, M. Hisakado and T. Takahashi, arXiv: 1112.2816.



**Proof : Information Cascade is a Phase transition !**

# Q.2

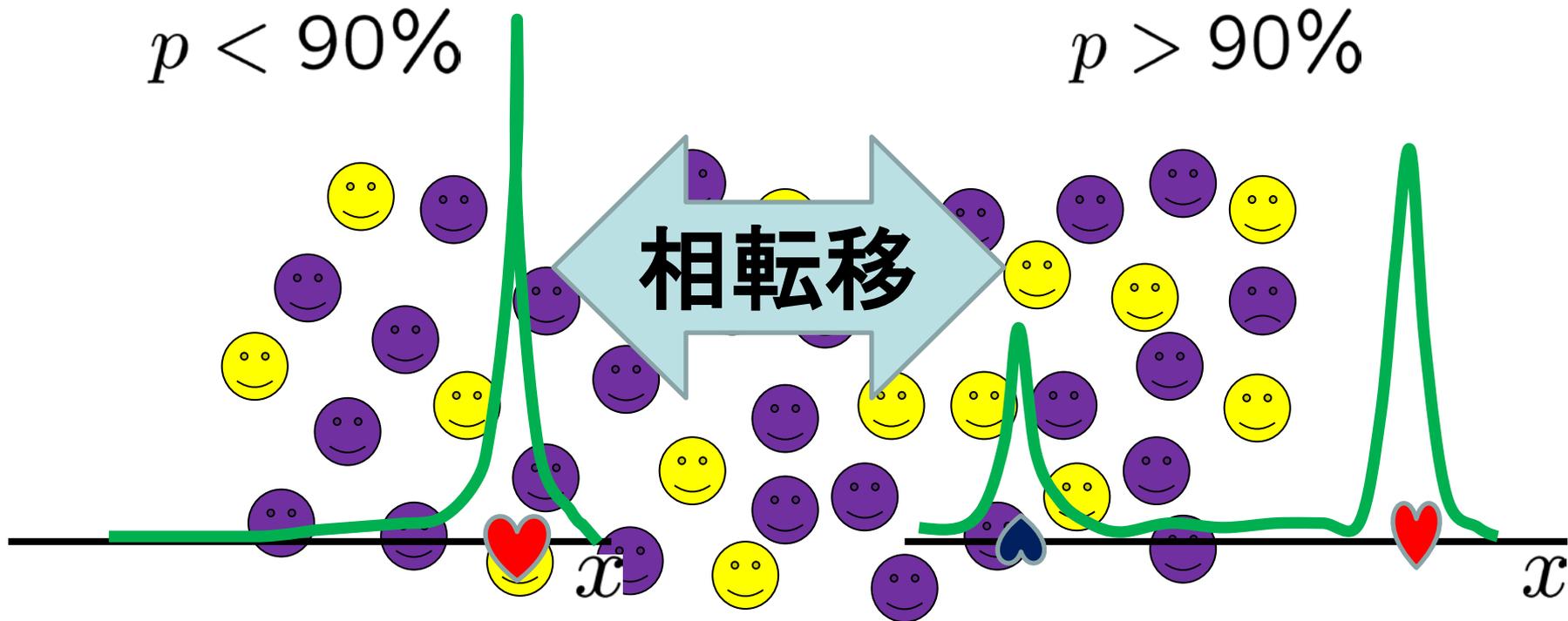
# Macroscopic

## What happens ?

$$T \rightarrow \infty$$

$$p < 90\%$$

$$p > 90\%$$



## One Peak Phase Phase

## Two Peaks Phase Transition.

## まとめ

情報カスケードは相転移である。  
カンニングする奴が増えすぎて限界を超えると、  
みんなで一斉に間違える確率が有限になる。

教訓:カンニングはほどほどに！

カンニングは個人的にはパフォーマンスが上がる  
方法だが、社会的には「みんなで間違う」ことを引き起  
こす危険な手段。

人は情報をコピーする、それは本能である。

その、本能的な部分は、確率法則としてモデル化できる。

統計物理学の手法により、ヒトの集団での振る舞いを予言出来る。

その予言をもとに、実験を実施し、検証する。

**予言し、検証する。これが『物理学』の真髄。**

逆に、検証可能でない予言を行うのは、物理でも科学でもない。  
それは、よく言えば「数学」、または「宗教」とも。

# 目標

## 「心理歴史学」の完成

ヒト、社会の行動を予測する  
そのファウンデーション=アル・カイーダとしての物理学

心理歴史学はアシモフの造語  
≒「社会物理学」

非線形物理学講座

守 真太郎

専門:統計物理学、確率モデル

現在は実験物理学者、競馬予想師

**Thank you !**