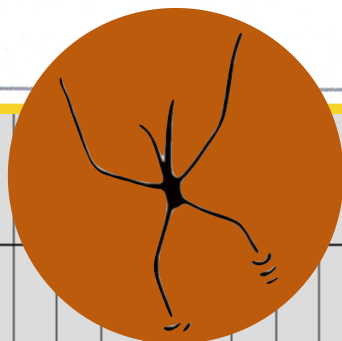
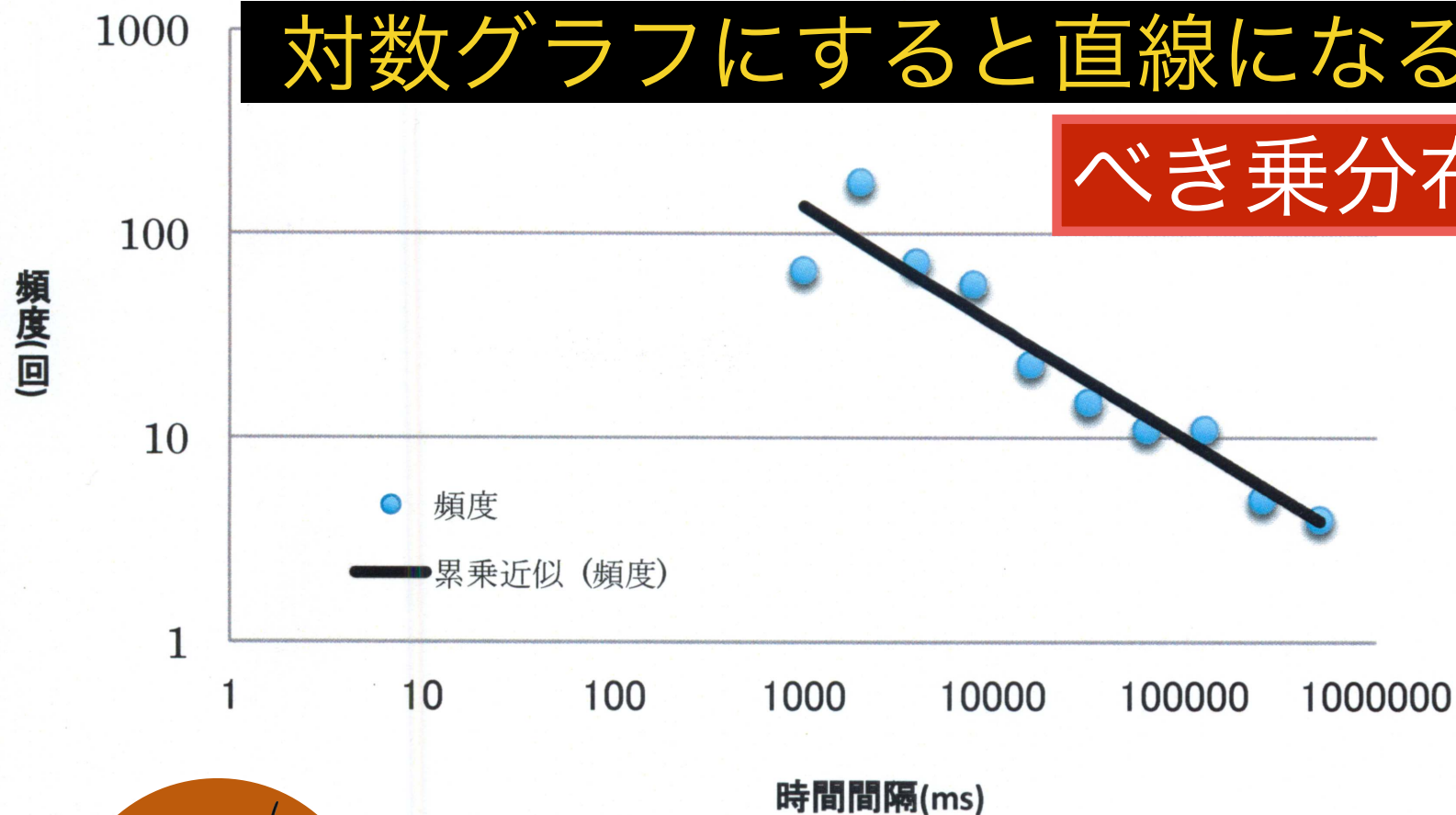


べき乗分布

頻度と時間間隔の関係(アメンボA)

対数グラフにすると直線になる

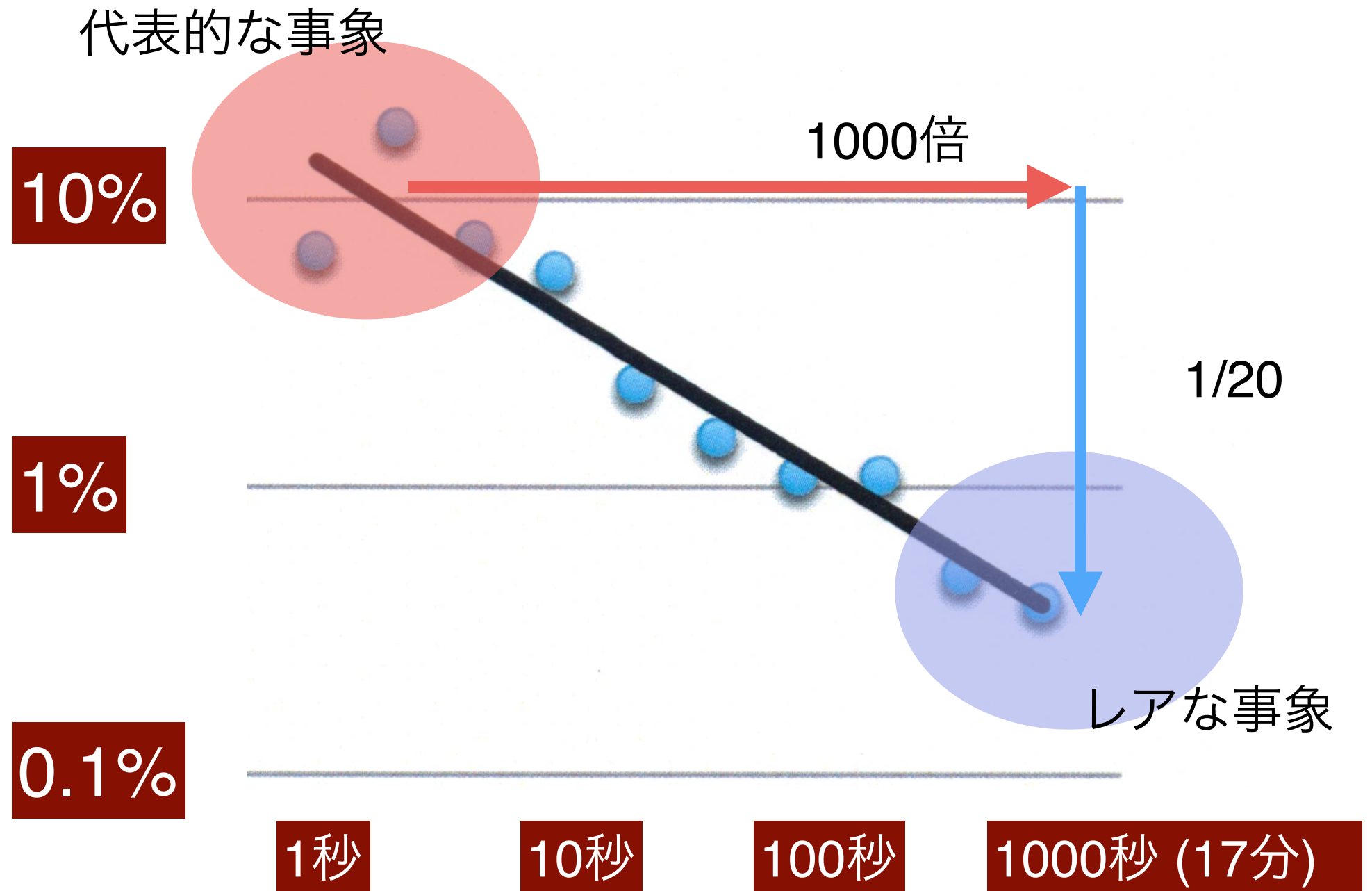
べき乗分布



449秒

394秒

391秒



サンプル数が増えれば増えるほど、
代表的な事象は維持されたまま、巨
大なる異常値が開拓されていく。

10%

1%

0.1%

0.01%

0.001%

1000サンプルに対して1回

1万のサンプルに対して1回

10万サンプルに対して1回

1秒

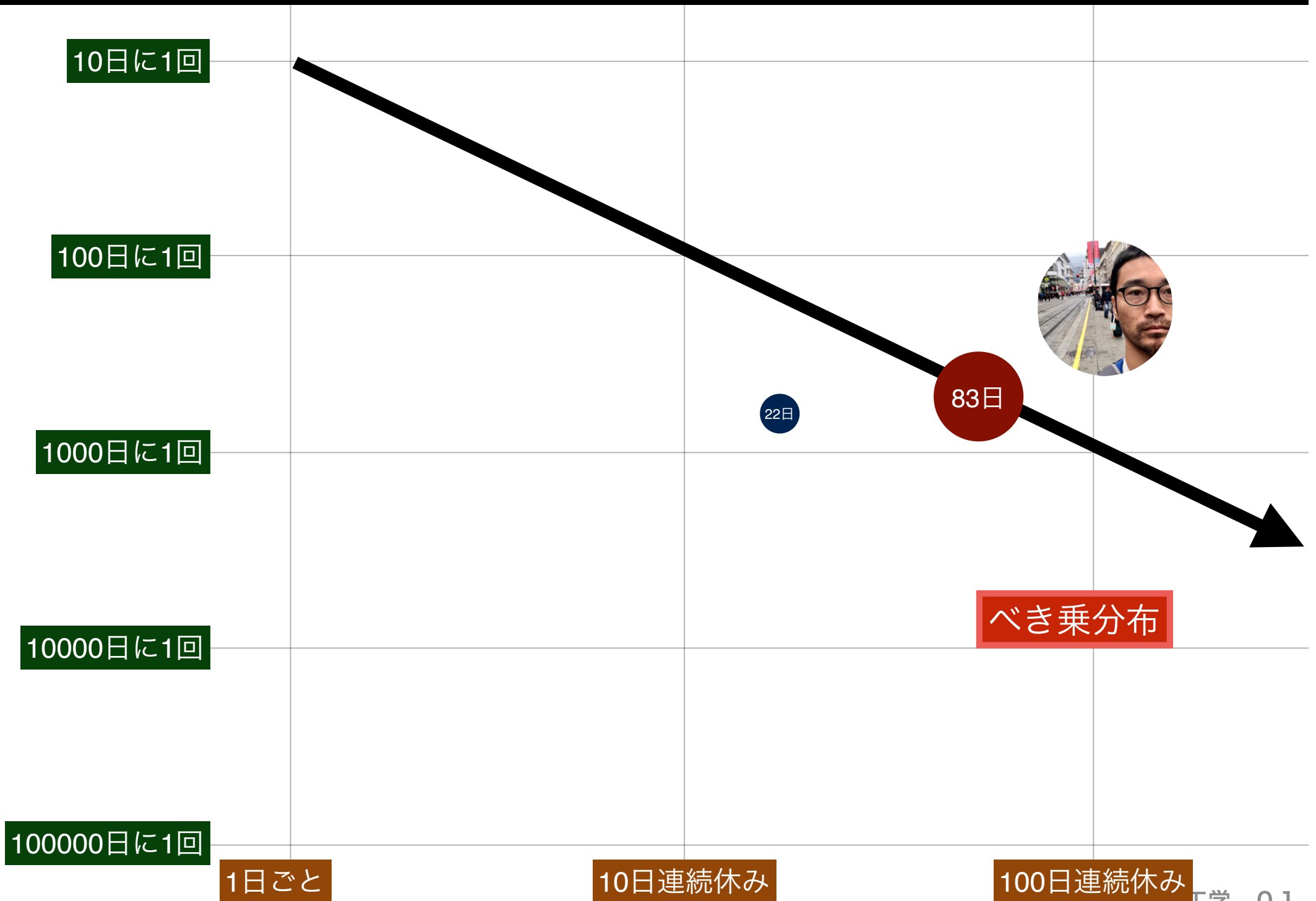
10秒

100秒
(1分)

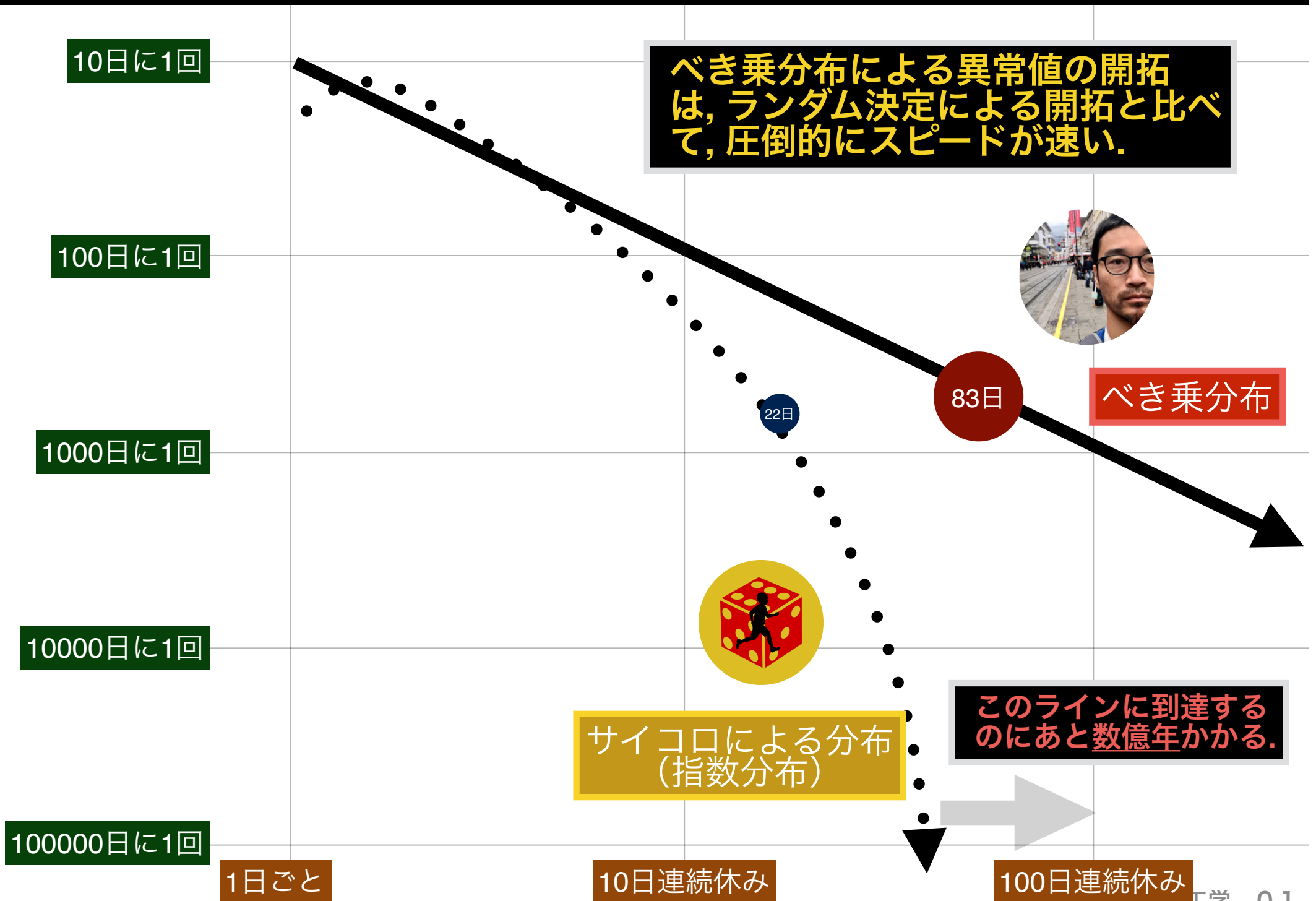
1000秒
(17分)

10000分
(3時間)

べき乗分布の補足



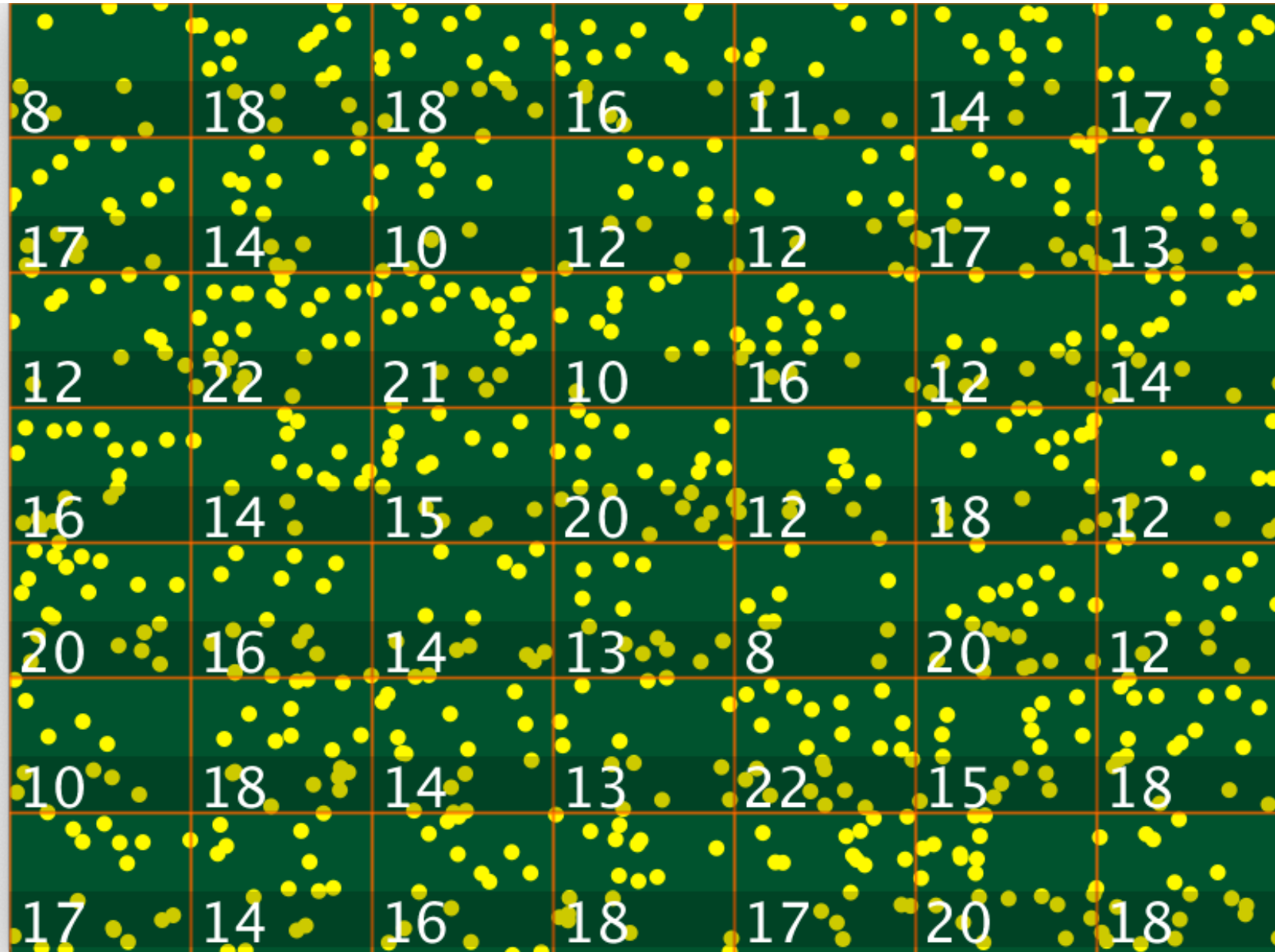
べき乗分布の補足



ランダム関数によって作られる 確率分布の数学的性質

愛知県のゾンビ市町村

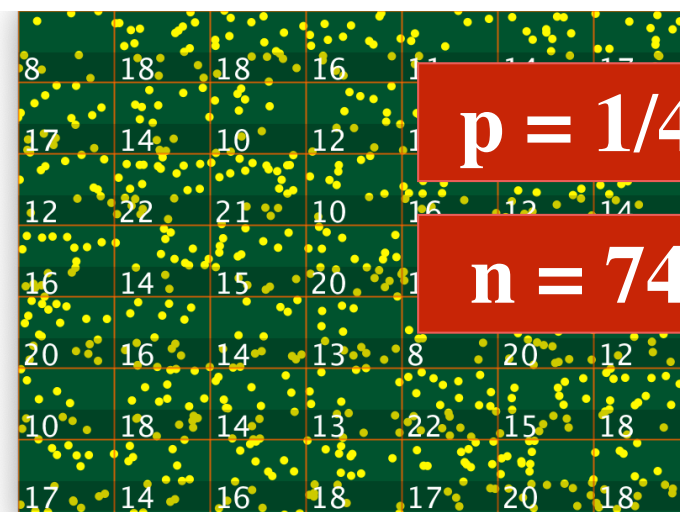
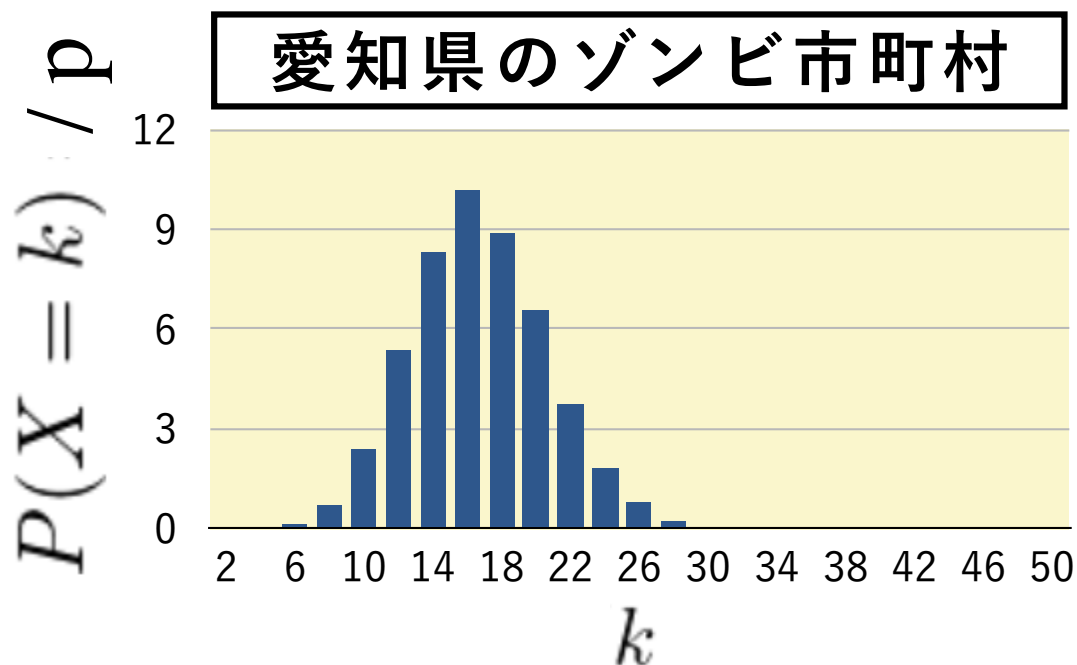
745万人を49 (7 x 7) 市町村へ割り当てる



二項分布

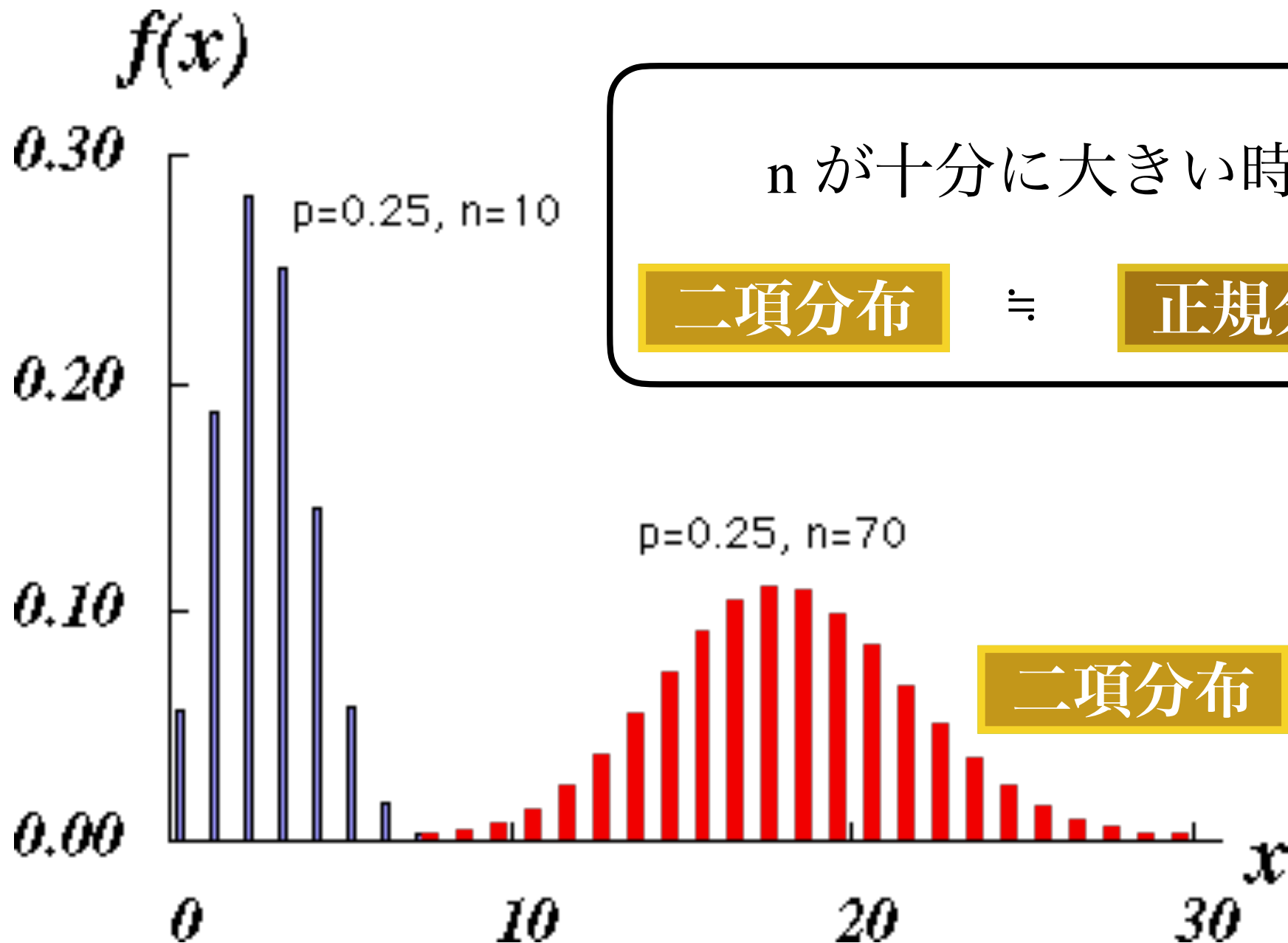
一回の成功確率が「 p 」の試行を「 n 」回行う。
このとき、「 n 」回中、「 k 」回成功する確率は、

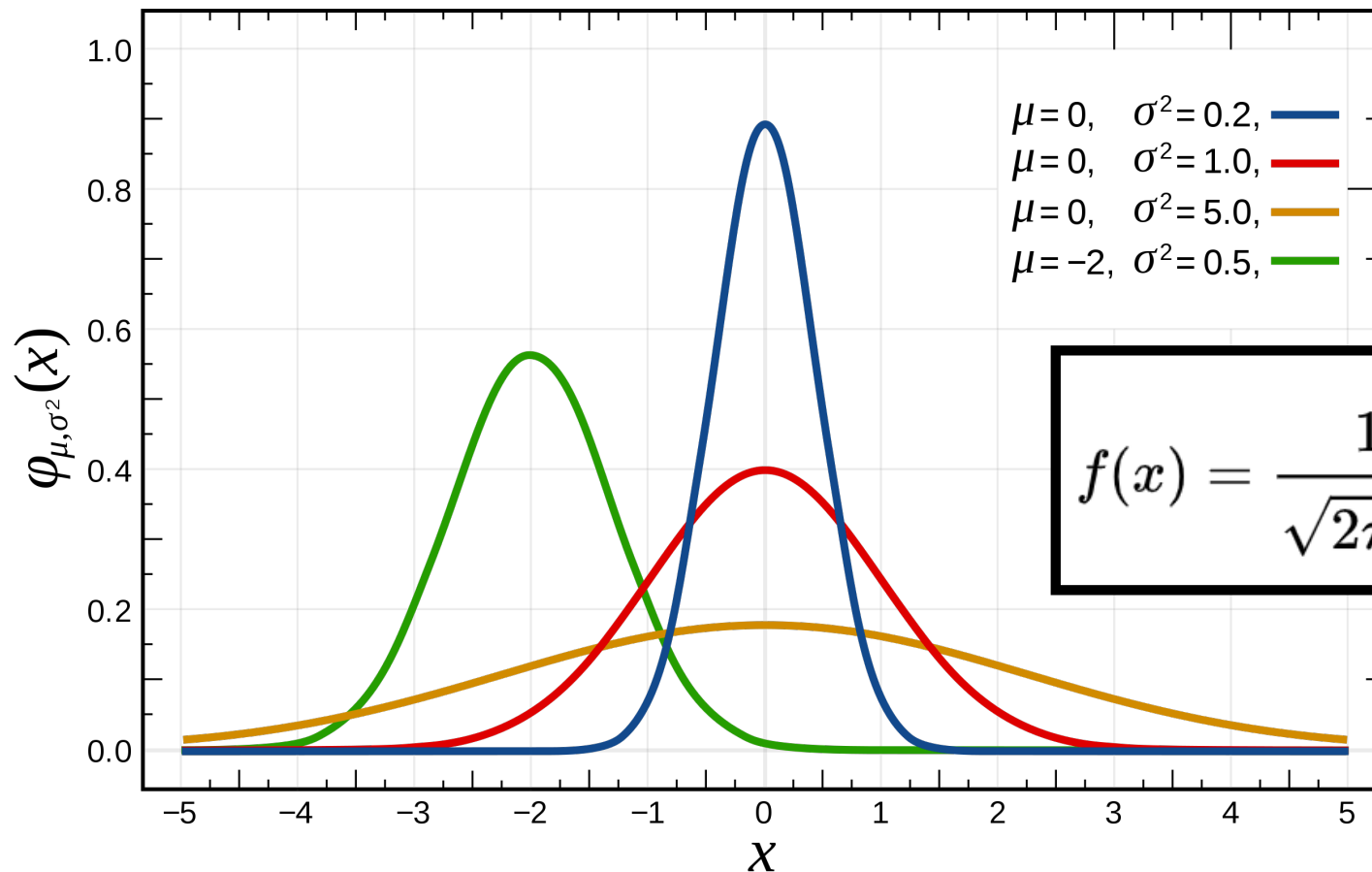
$$P(X = k) = {}_n C_k p^k (1 - p)^{n-k} \quad (k = 0, 1, 2, \dots, n)$$



$p = 1/49$

$n = 745$

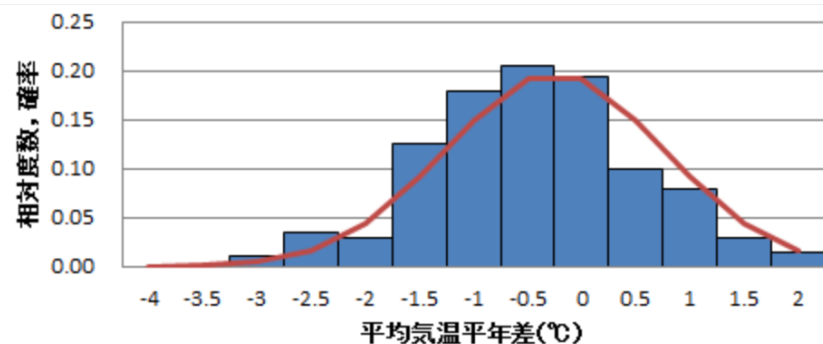




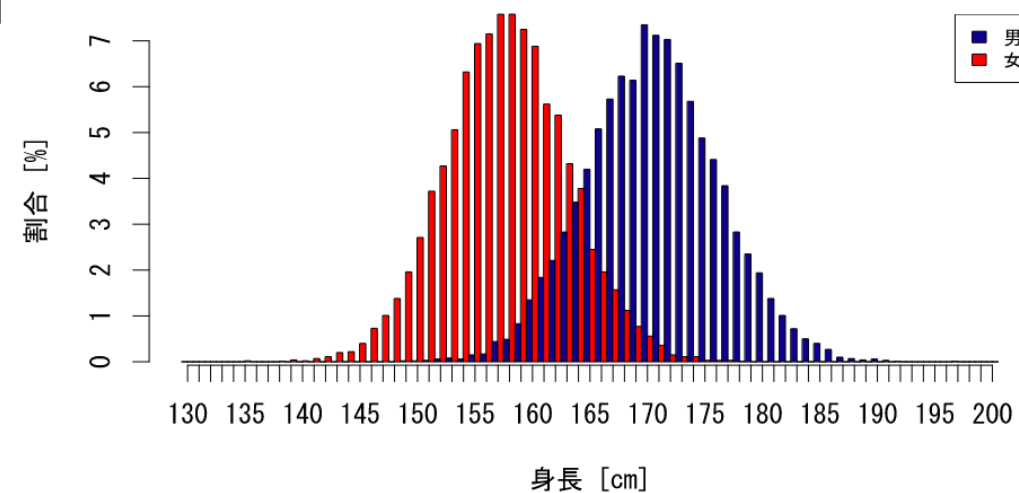
正規分布

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

平均気温・平年差（6 - 8 月）



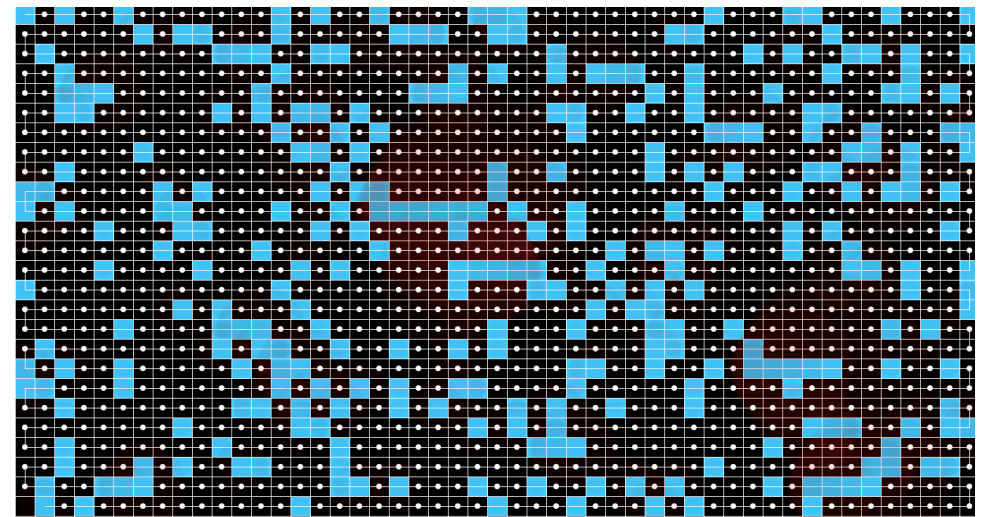
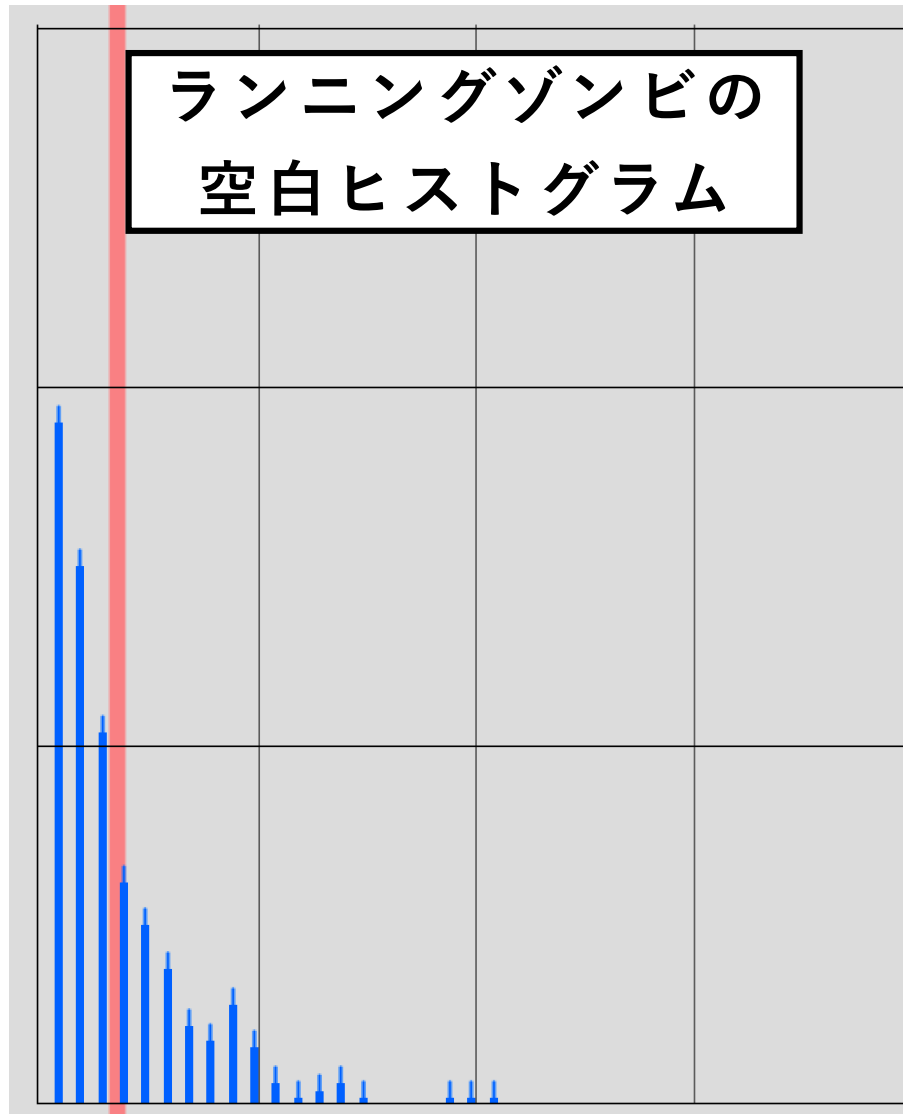
17歳の身長分布（日本）



2012/10/13 - 2016/04/08

(走った日) $326 / 1273 = 0.256$

頻度



指数分布

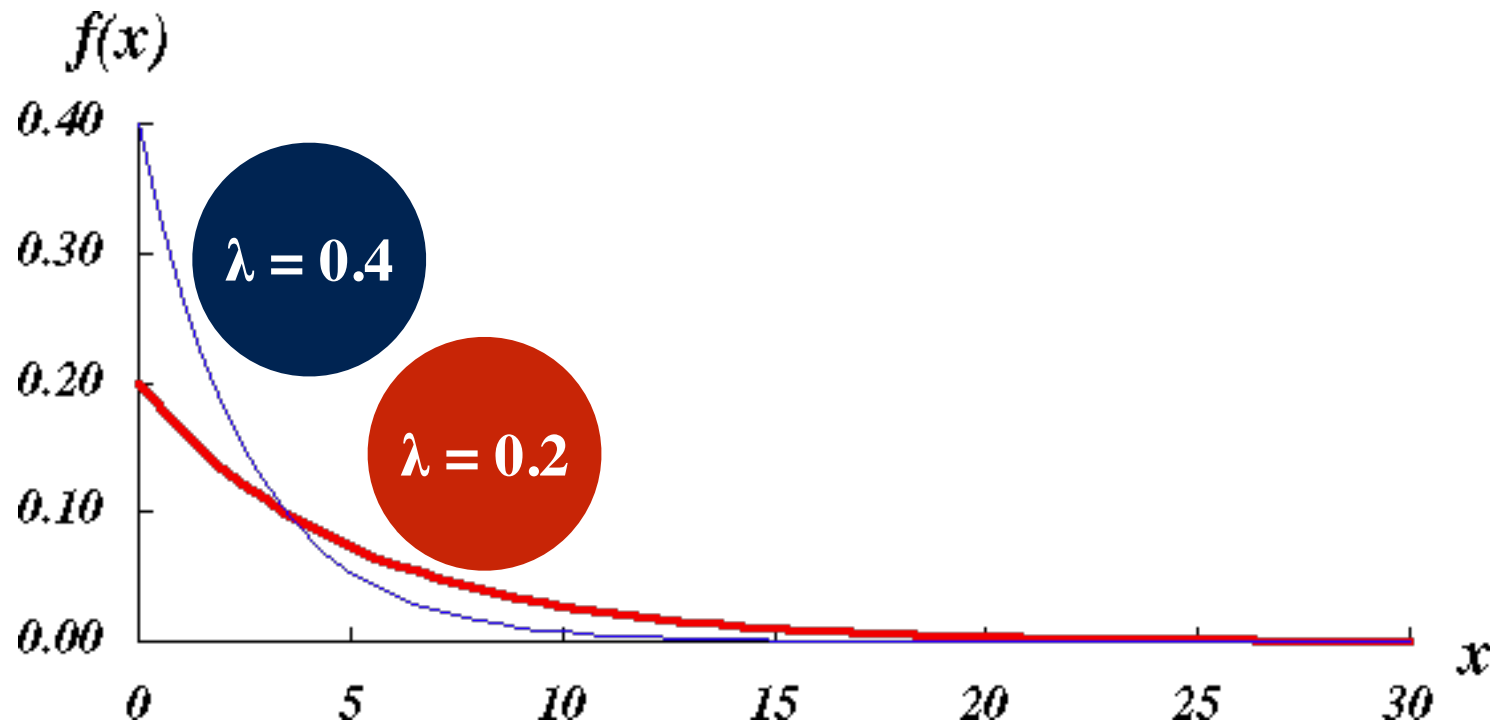
単位時間あたり平均「 λ 」回起きる事象について、
（ある時間において）その事象が生じてから、次の
事象が生じるまでの時間が「 x 」となる確率密度

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

指数分布

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

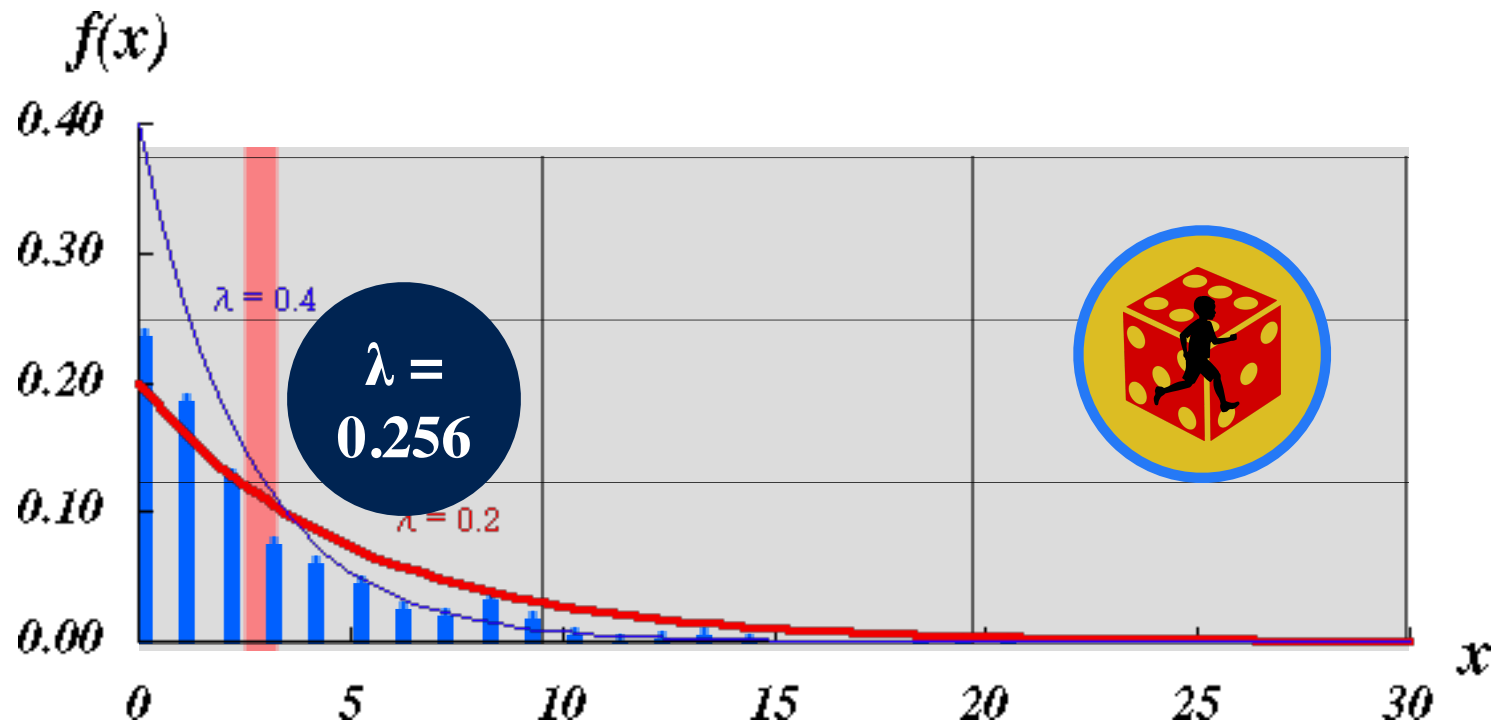
一日あたり平均「 $\lambda = 0.256$ 」回起きる事象について、
(ある時間において) その事象が生じてから、次の事象が生じるまでの時間が「 x (日)」となる確率密度



指数分布

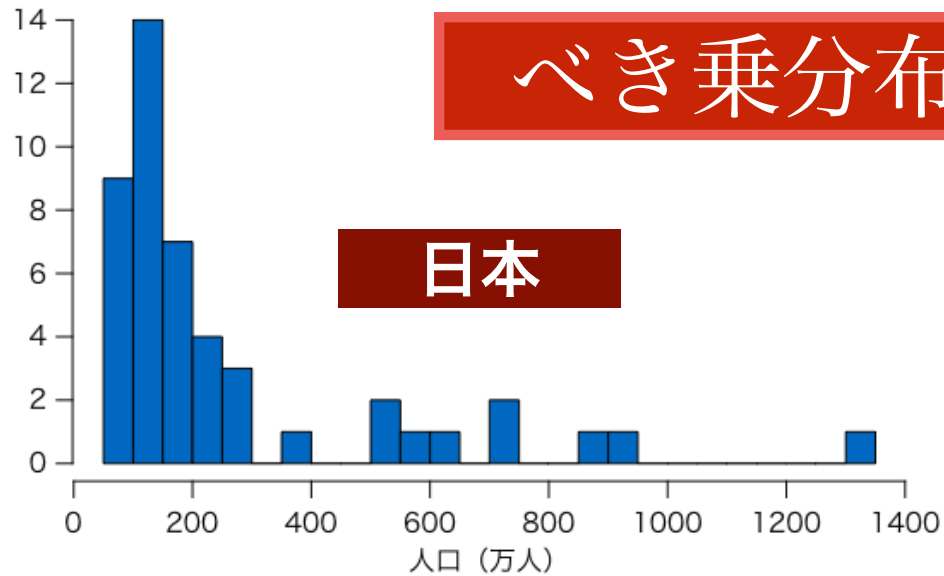
$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

一日あたり平均「 $\lambda = 0.256$ 」回起きる事象について、
(ある時間において) その事象が生じてから、次の事象が生じるまでの時間が「 x (日)」となる確率密度

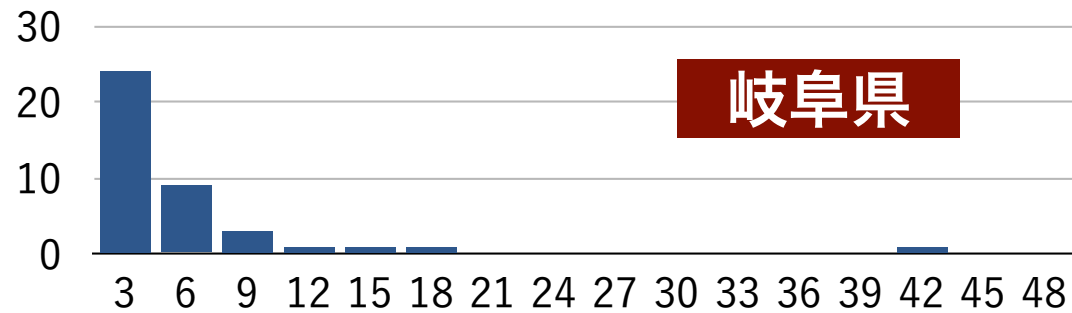


空間に関する分布

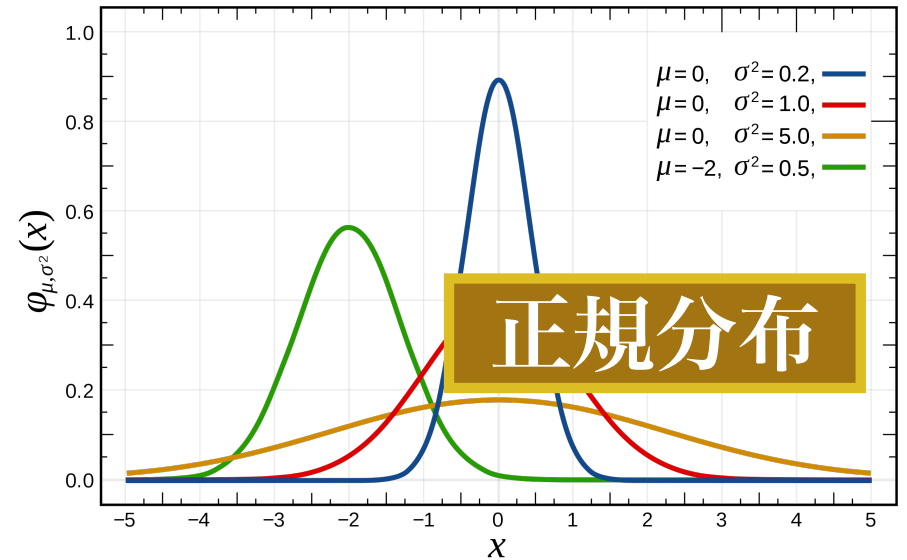
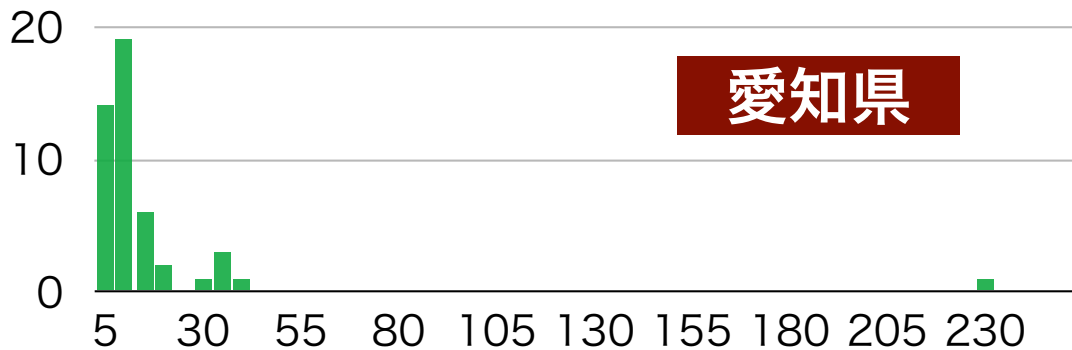
べき乗分布



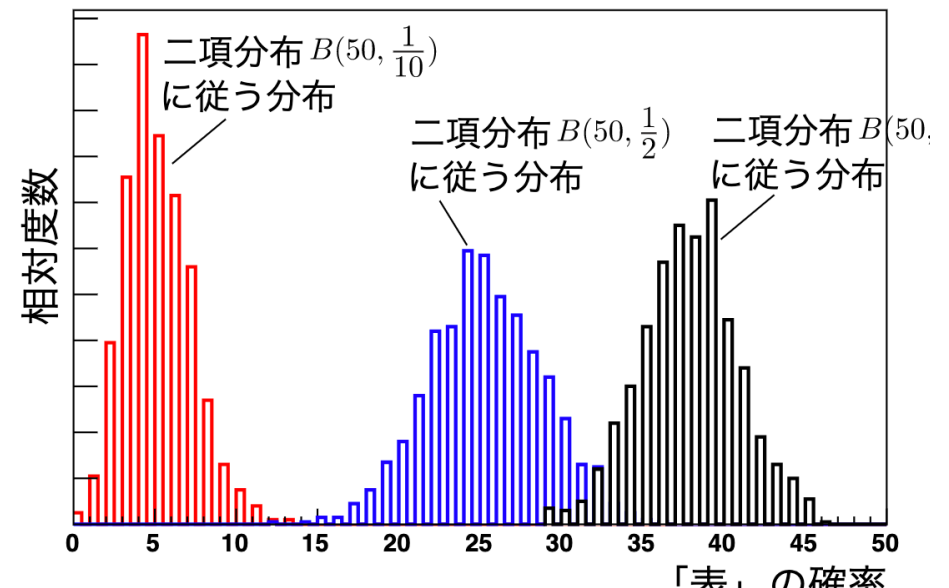
岐阜県



愛知県

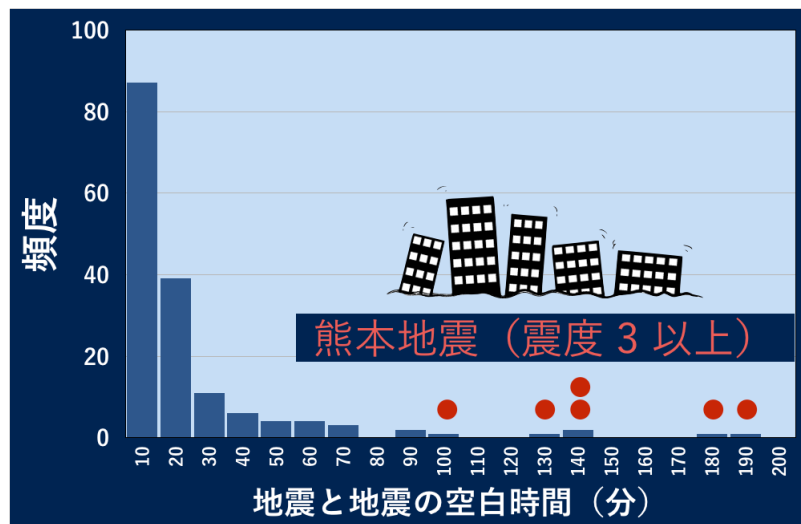
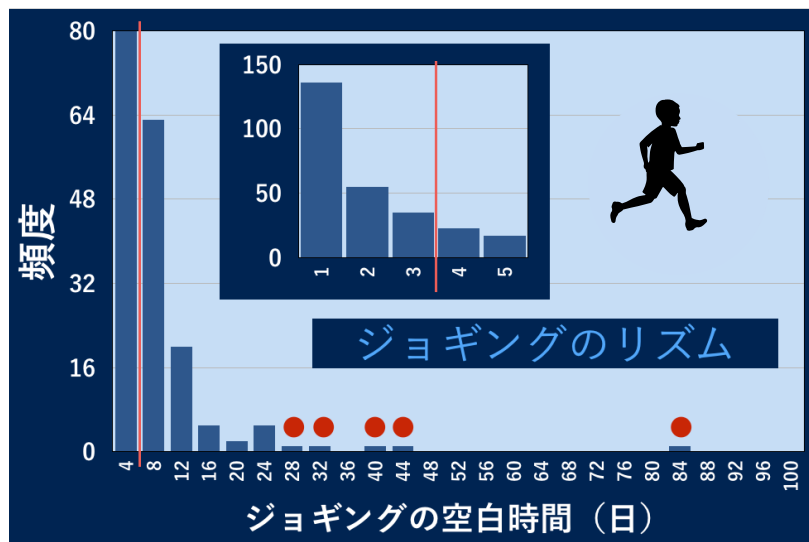


二項分布

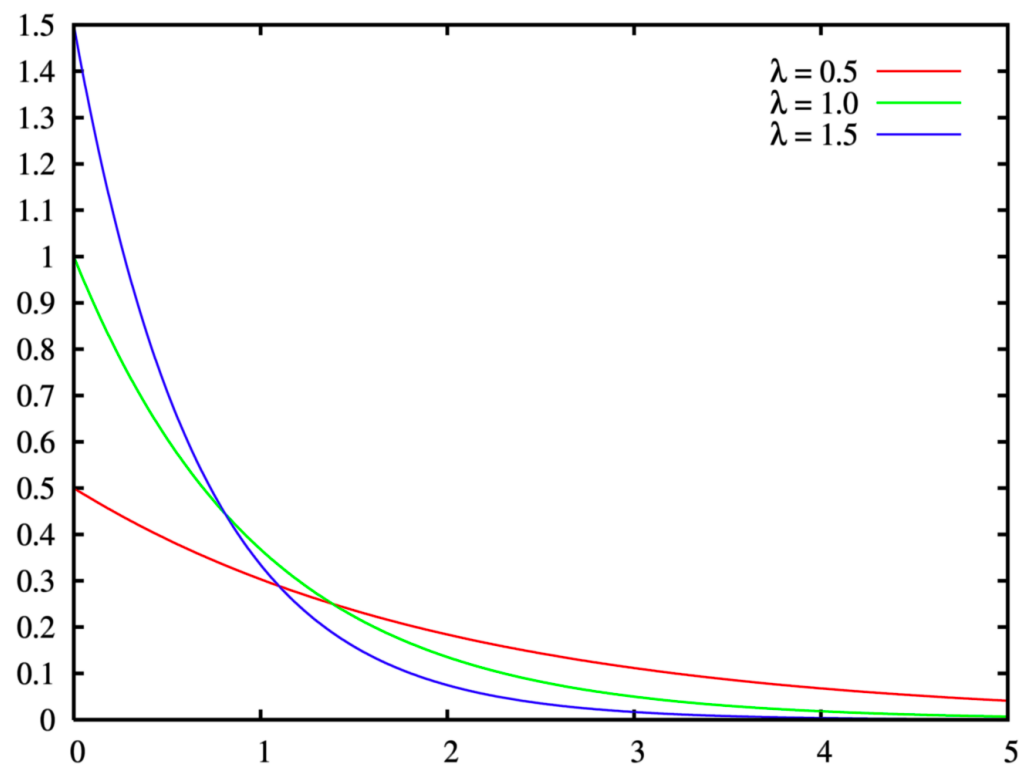


時間に関する分布（空白ヒストグラム）

べき乗分布



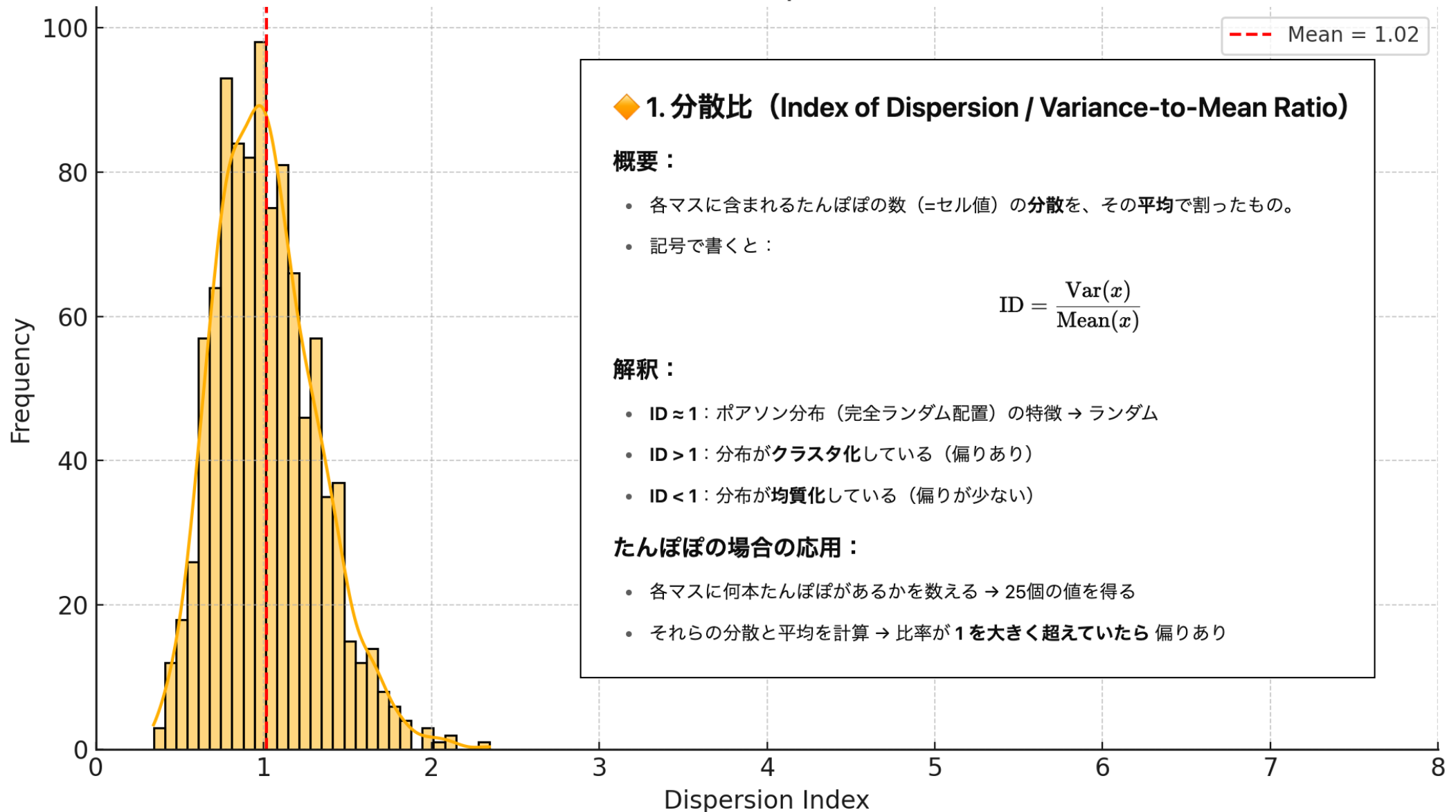
指数分布



空間分布の非ランダム性の指標

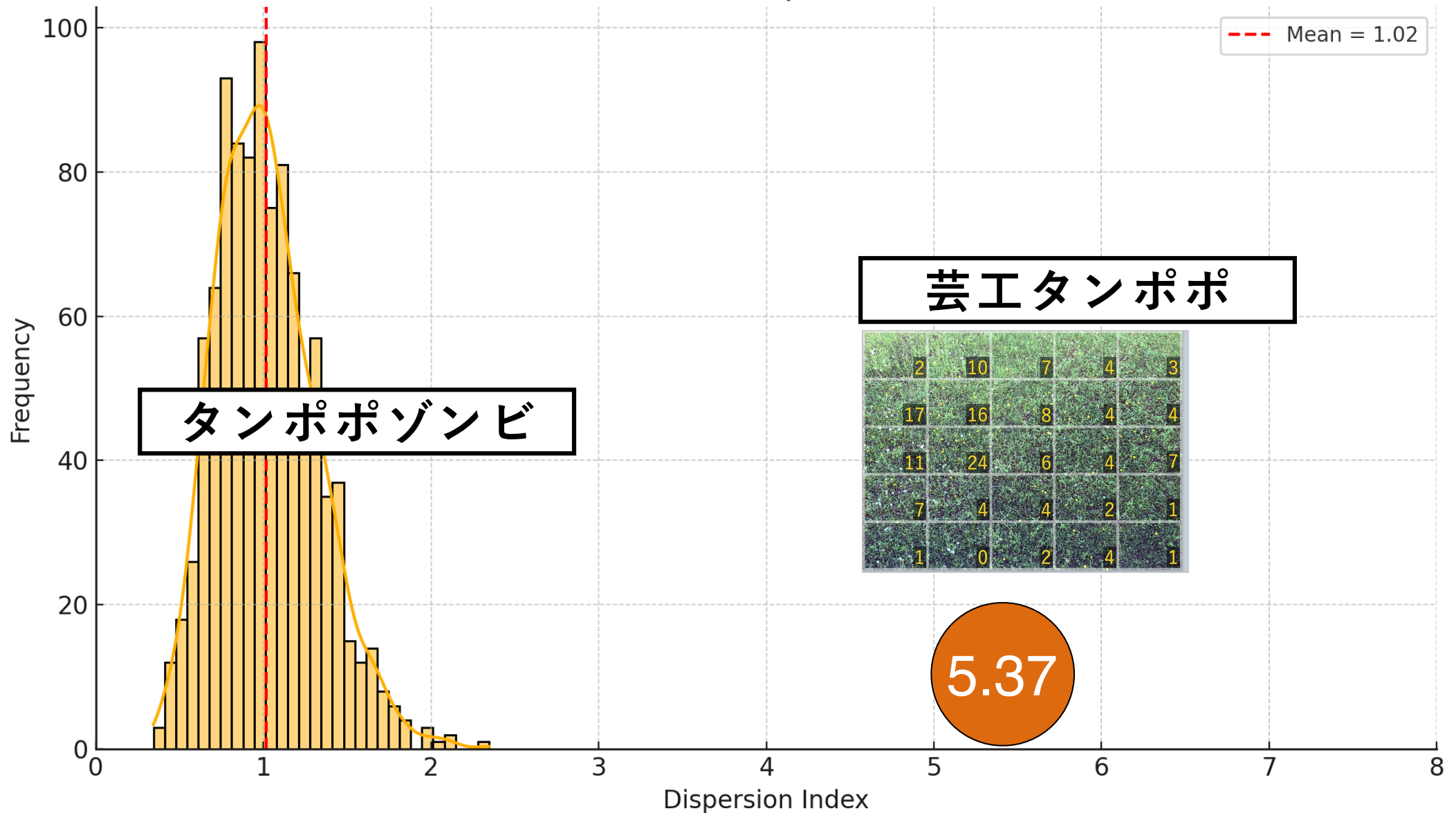
分散比（分散/平均）の分布

Simulated Distribution of Dispersion Index (1000 Trials)



分散比（分散/平均）の分布

Simulated Distribution of Dispersion Index (1000 Trials)



ジニ係数

◆ 3. ジニ係数 (Gini Coefficient) 【格差度合いの指標】

概要：

- 「たんぽぽの数」の**不平等度**を測る
- 完全平等なら 0、完全集中なら 1 に近づく

計算方法（簡略）：

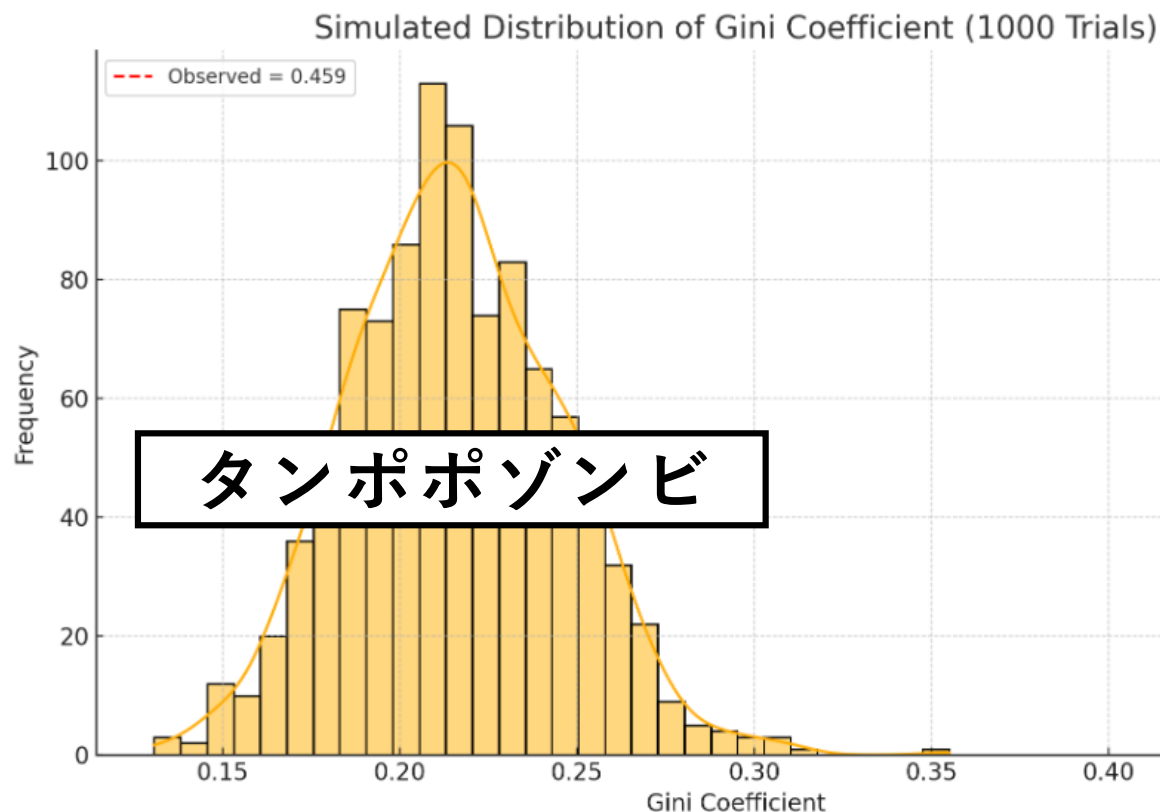
$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|}{2n^2 \bar{x}}$$

解釈：

- $G \approx 0$ ：全マスに同じ数（均一分布）
- G が大きい：ごく一部のマスに集中（格差大）

ジニ係数の分布

Simulated Distribution Of Gini Coefficient (1000 Trials)



タンポポゾンビ

芸エタンポポ

2	10	7	4	3
17	16	8	4	4
11	24	6	4	7
7	4	4	2	1
1	0	2	4	1

0.46

こちらが、たんぽぽをランダムに配置した際のジニ係数の分布（1000回シミュレーション）です。赤い破線は、校庭の実測データに基づくジニ係数（約0.459）を示しています。

また、シミュレーションの統計要約も併せてご確認ください。ランダム分布に比べて、実測データのジニ係数は明らかに高く、分布の偏り（格差）が大きいことがわかります。[>]

時間分布の非ランダム性の指標

✓ 1. バースト性指標 B (Goh & Barabási, 2008)

定義：

$$B = \frac{\sigma - \mu}{\sigma + \mu}$$

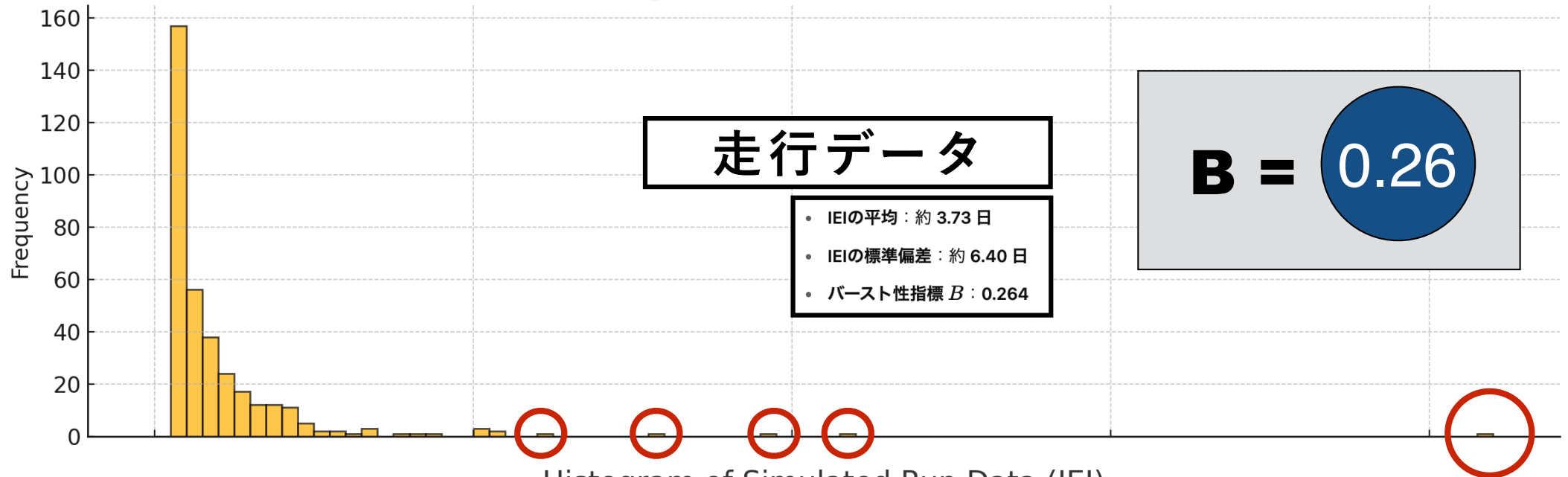
- μ ：事象間隔 (inter-event intervals, IET) の平均
- σ ：事象間隔の標準偏差

特徴：

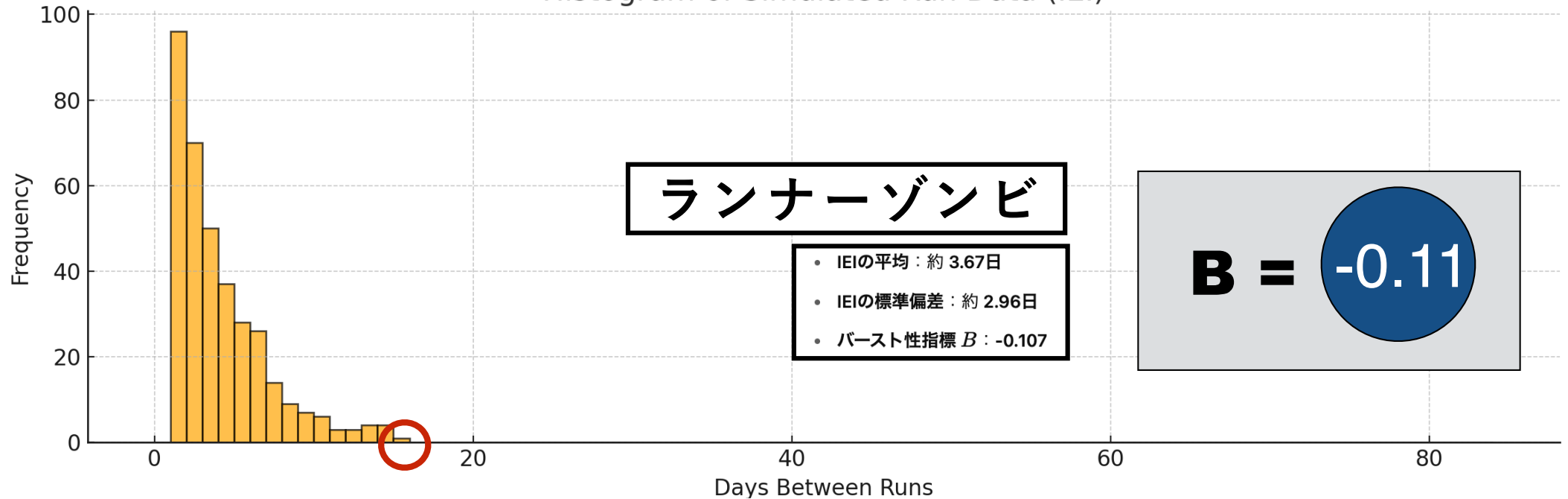
- $B \in [-1, +1]$
- $B \approx 0$ ：ポアソンの (等間隔・ランダム)
- $B > 0$ ：バースト (短い間隔と長い間隔が混在)
- $B < 0$ ：定期的 (ほぼ一定の間隔)

IEI(日数)のヒストグラム

Histogram of Actual Run Data (IEI)

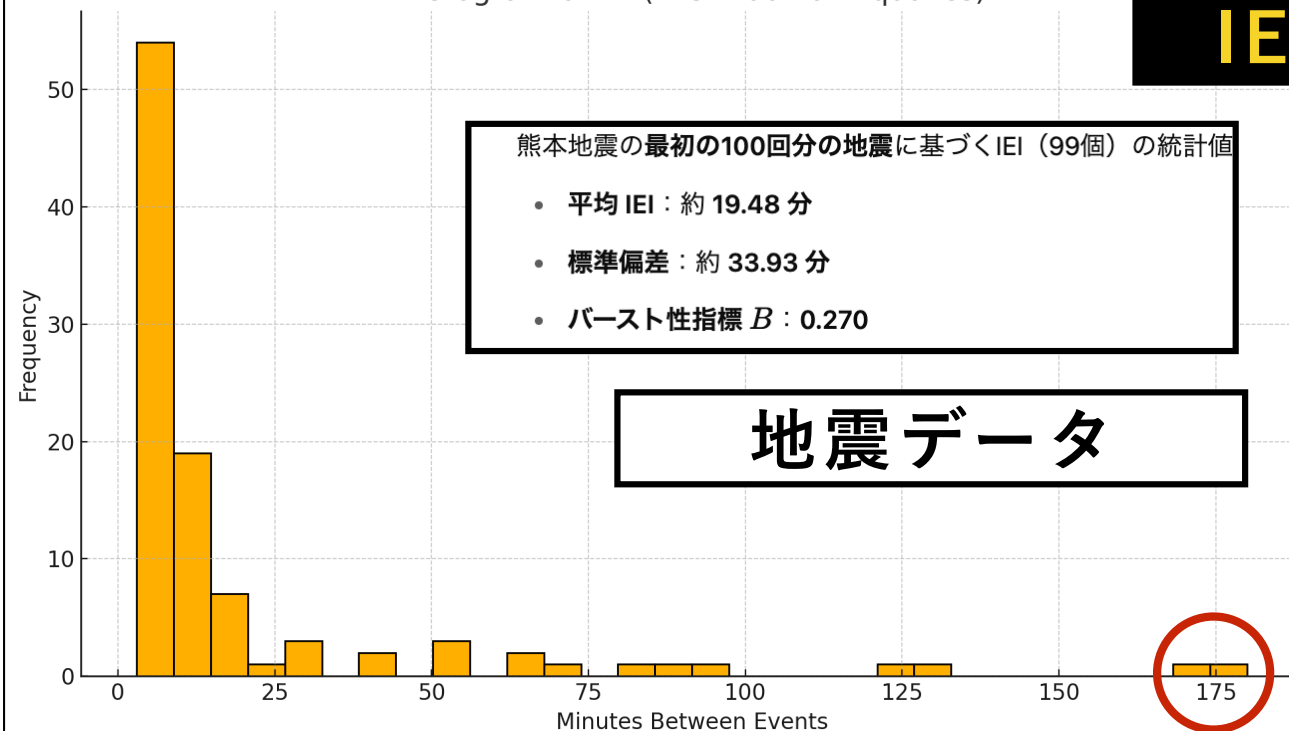


Histogram of Simulated Run Data (IEI)



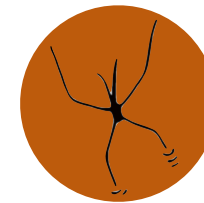
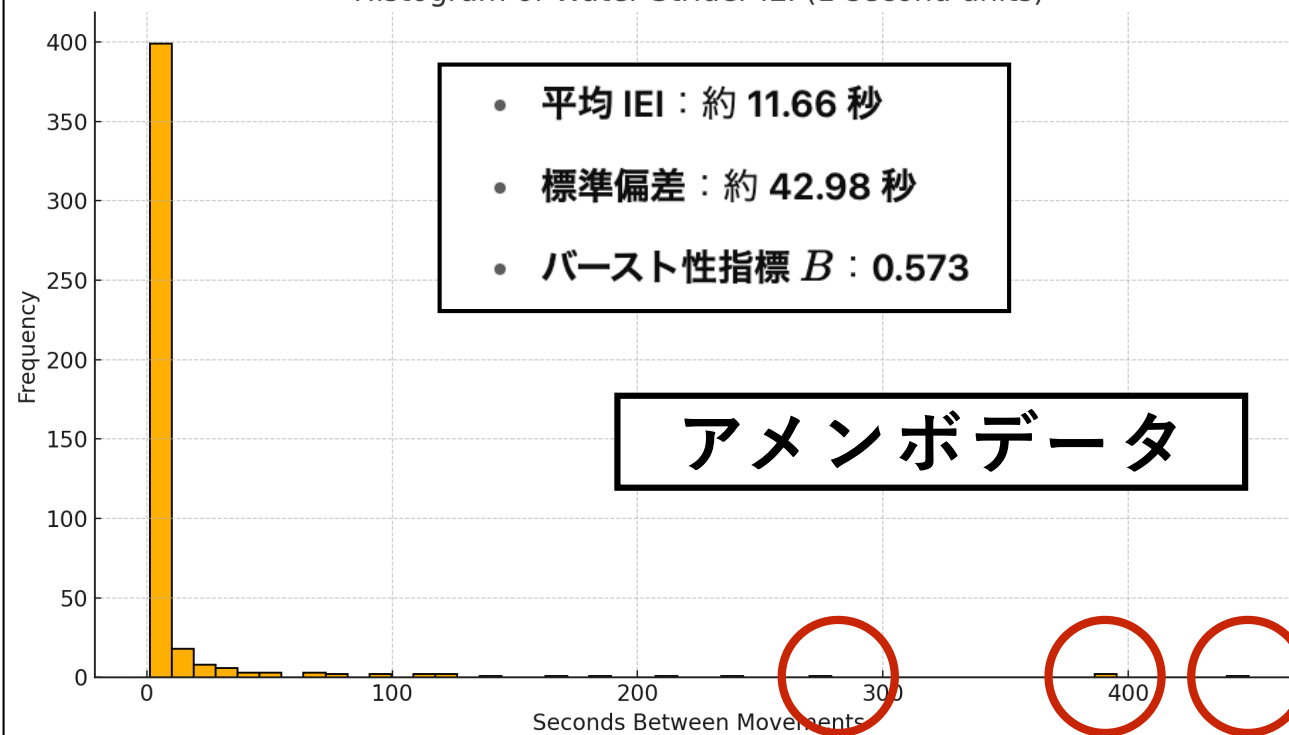
Histogram of IEI (First 100 Earthquakes)

IEIのヒストグラム



$$B = 0.27$$

Histogram of Water Strider IEI (1-second units)



$$B = 0.57$$