

# 統計学概論

あるいは

統計学にもう涙はいらないという噺

三中 信宏

**minaka@affrc.go.jp**

**<http://cse.niaes.affrc.go.jp/minaka/>**

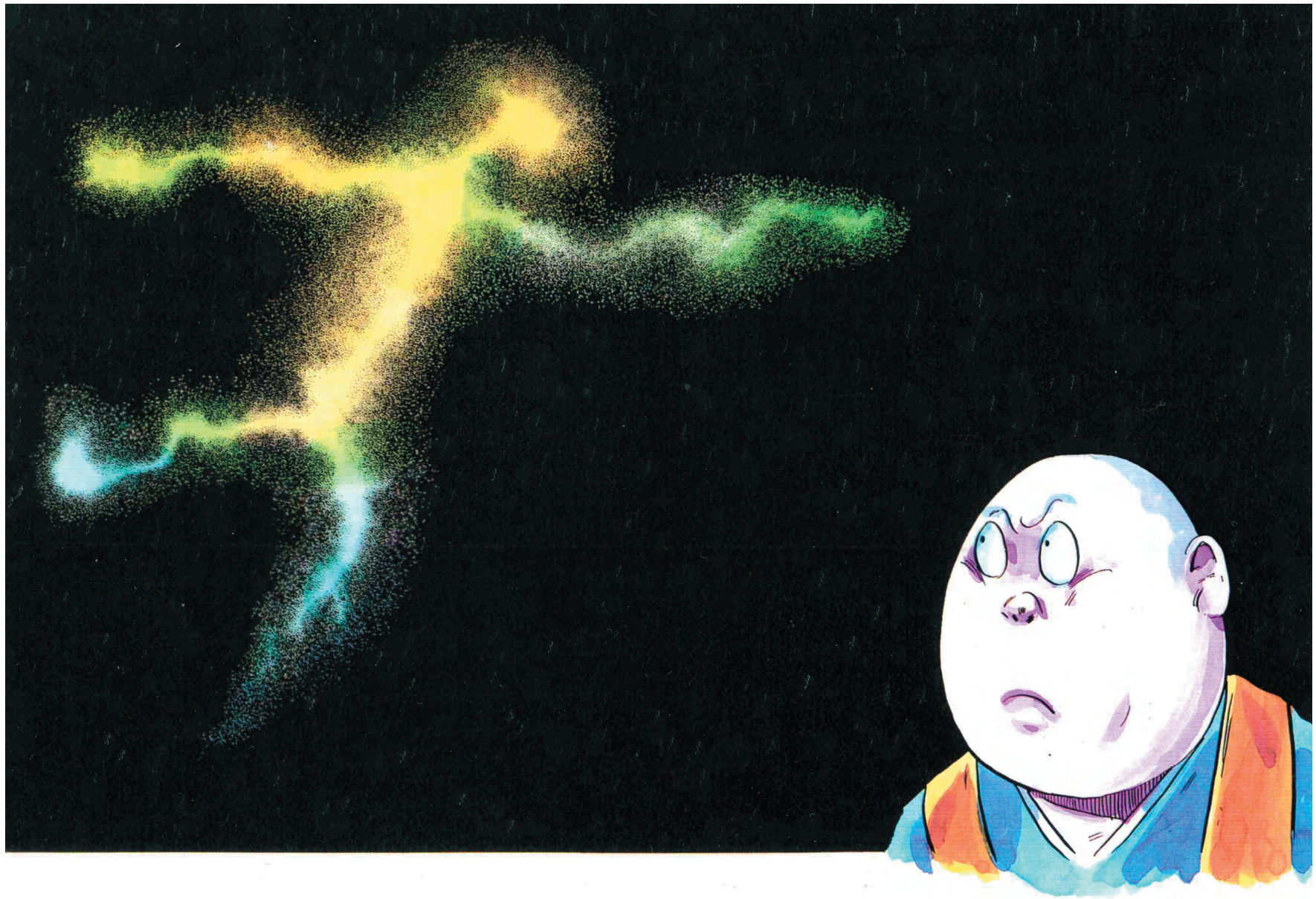
〒 305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-3

独立行政法人 農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 上席研究員

東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 教授 [生態系計測学]

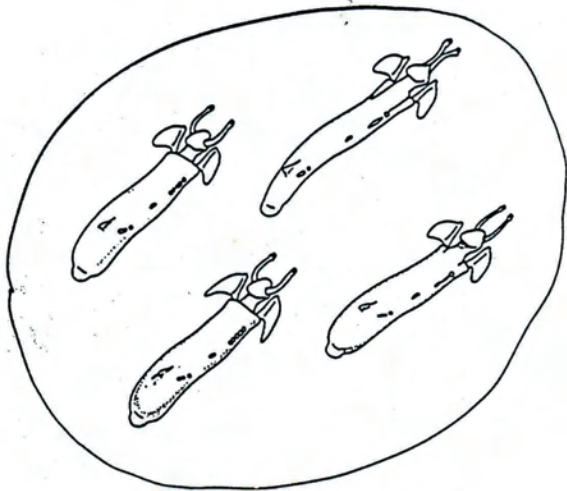
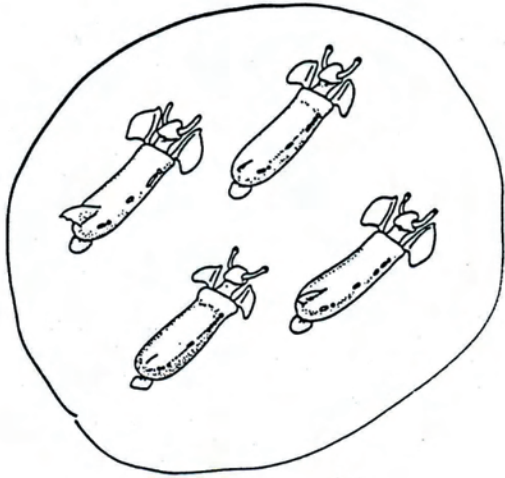
京都大学大学院理学研究科 連携併任教授 [進化生物学]

東京農業大学大学院 農学研究科 客員教授 [応用昆虫学]



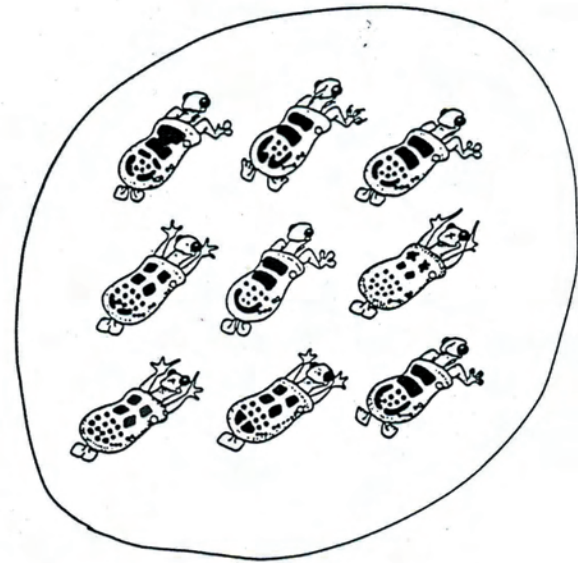
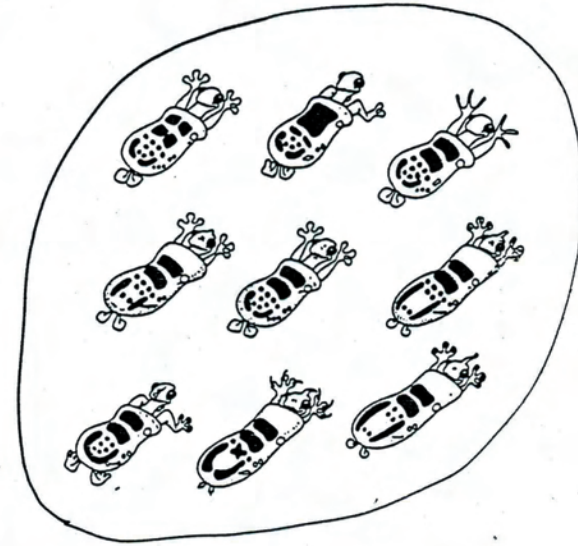
# 等身大の「科学」

①

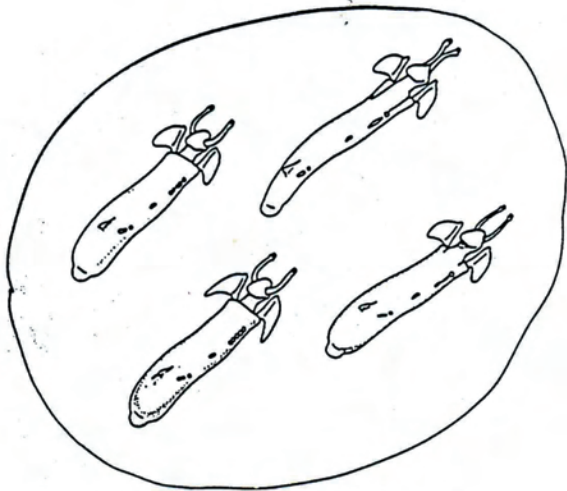
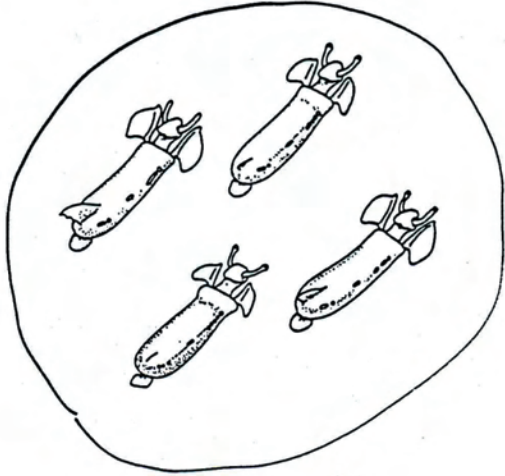




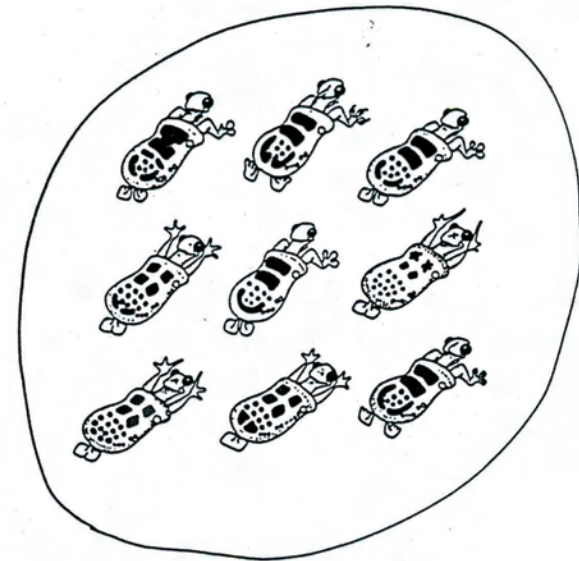
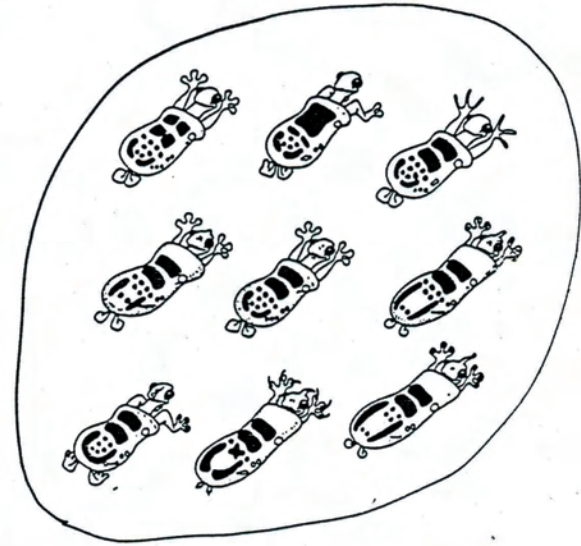
2

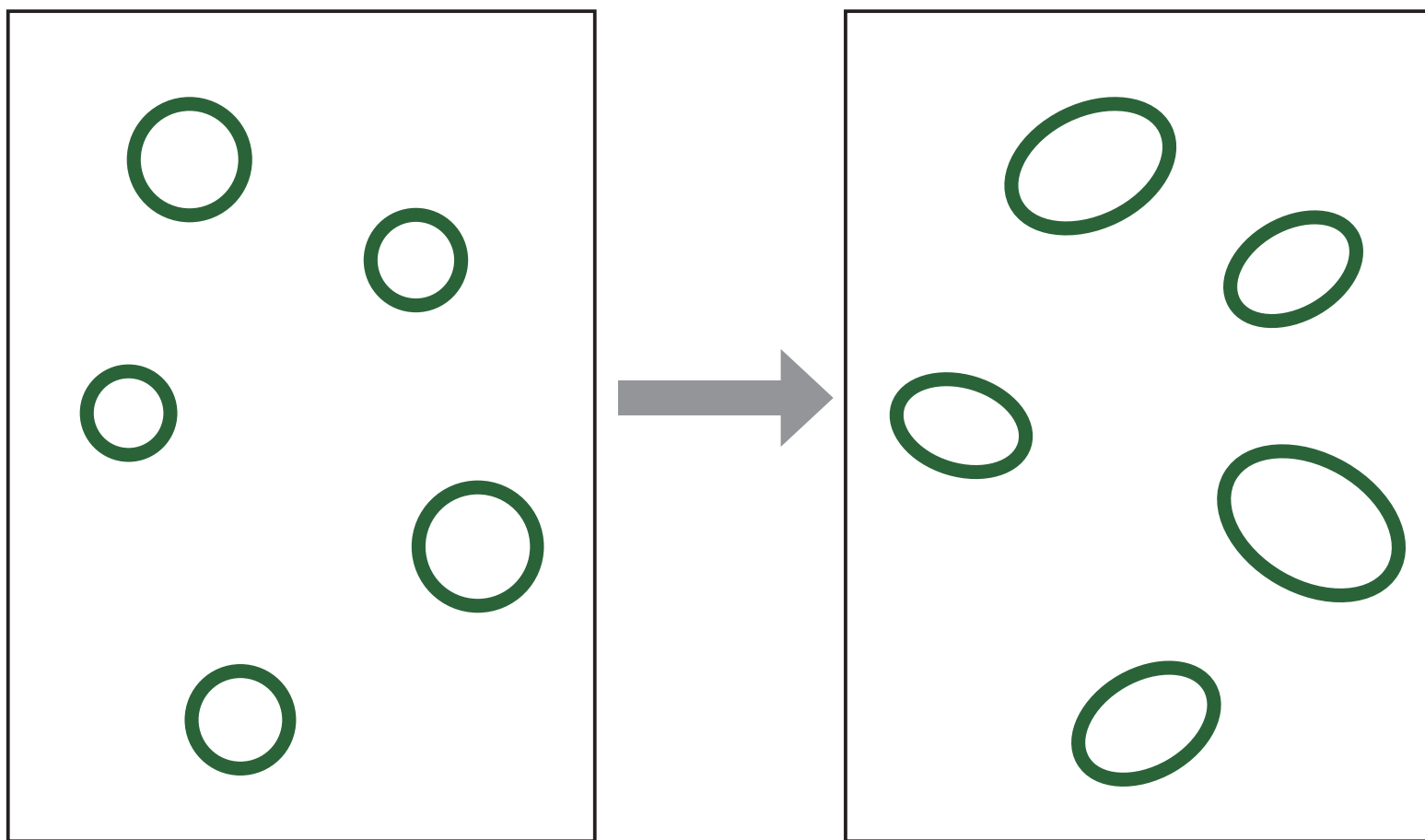


①



②

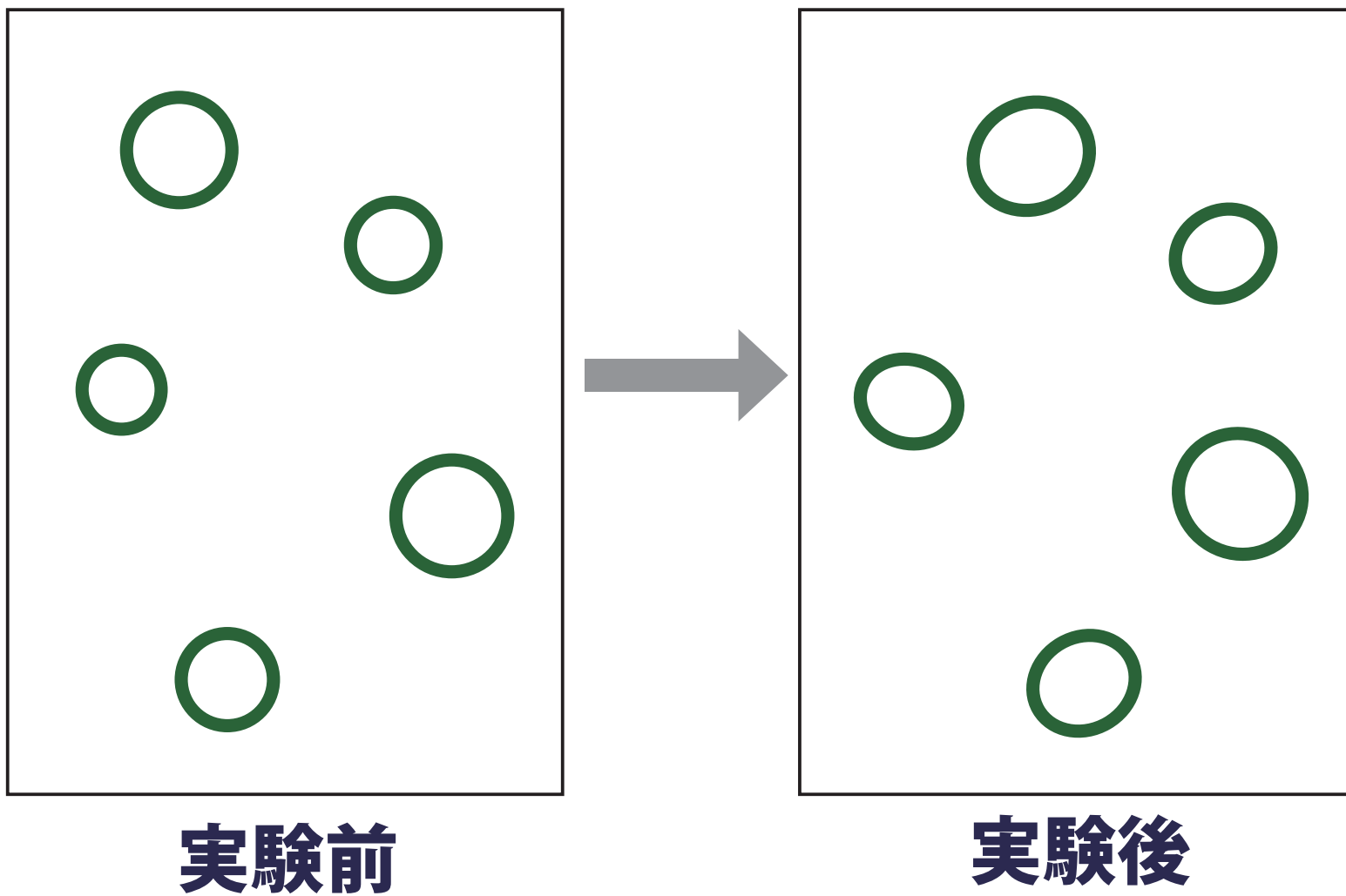




実験前

実験後

【図 1】



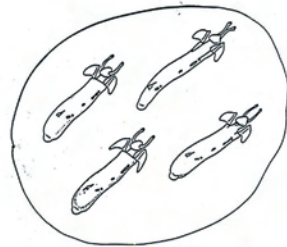
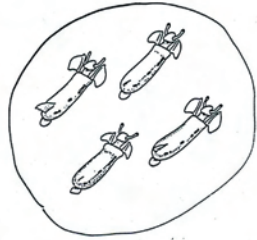
【図 2】



# ヒトの素朴統計学的「直感」

いつ「差がある」と感じるか？

①



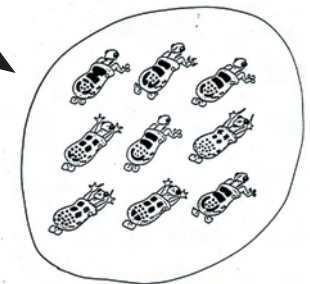
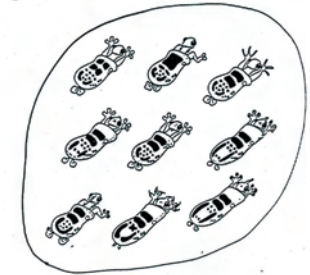
○ケース 1)

「群間のちがい／群内のちがい」が大きいとき  
→「差がある」と感じる

○ケース 2)

「群間のちがい／群内のちがい」が小さいとき  
→「差がない」と感じる

②



※判定基準となる比率＝「群間のちがい／群内のちがい」  
を定量化すると、統計学でいう「F 値」になる。

Are humans good intuitive statisticians after all?  
Rethinking some conclusions from the literature on  
judgment under uncertainty

Leda Cosmides\*, John Tooby

*Center for Evolutionary Psychology, University of California, Santa Barbara, CA 93106,  
USA*

Received September 1, 1992, final version accepted January 2, 1995

---

**Abstract**

Professional probabilists have long argued over what probability means, with, for example, Bayesians arguing that probabilities refer to subjective degrees of confidence and frequentists arguing that probabilities refer to the frequencies of events in the world. Recently, Gigerenzer and his colleagues have argued that these same distinctions are made by untutored subjects, and that, for many domains, the human mind represents probabilistic information as frequencies. We analyze several reasons why, from an ecological and evolutionary perspective, certain classes of problem-solving mechanisms in the human mind should be expected to represent probabilistic information as frequencies. Then, using a problem famous in the “heuristics and biases” literature for eliciting base rate neglect, we show that correct Bayesian reasoning can be elicited in 76% of subjects – indeed, 92% in the most ecologically valid condition – simply by expressing the problem in frequentist terms. This result adds to the growing body of literature showing that frequentist representations cause various cognitive biases to disappear, including overconfidence, the conjunction fallacy, and base-rate neglect. Taken together, these new findings indicate that the conclusion most common in the literature on judgment under uncertainty – that our inductive reasoning mechanisms do not embody a calculus of probability – will have to be re-examined. From an ecological and evolutionary perspective, humans may turn out to be good intuitive statisticians after all.

---

# 形而上学（＝「存在」の学）

「ある」のか？

「ない」のか？



ないもの、

あります



クラフトエビング商會 著

Craft Ebbing & Co.

よく耳にはするけれど

一度として見たことのないものたち

あります。

堪忍袋の緒、転ばぬ先の杖、左うちわ、舌鼓、  
あります。

巻末には、赤瀬川原平氏書き下ろしエッセイ  
『とりあえずビールでいいのか』  
あります。

読摩書房 定価(本体価格1400円+税)

## *Type I Error*

「ない」のに「ある」と言う過誤

vs

## *Type II Error*

「ある」のに「ない」と言う過誤

## 帰無仮説

処理効果（共通要因）は「ない」

**VS**

## 対立仮説

処理効果（共通要因）は「ある」

理髪師は急に声を低めた「この世界には〈解釈〉しか存在しておらんのだじゃ。この世には、人の数だけ〈解釈〉があるのだじゃ。」「真実などない、とそうおっしゃりたいのですか？」と探偵は鏡ごしに理髪師の目を見た。「私は探偵として、真実を擁護したい。探偵が真実を見失ったら、商売できなくなるのです。」

クラフト・エヴィング商会(1998)

『クラウド・コレクター：雲をつかむような話』

筑摩書房，東京，p.94



# 歴史・レトリック・立証

カルロ・ギンズブルグ

上村忠男訳

HISTORIA.



みすず書房

歴史・レトリック・立証

C・ギンズブルグ  
上村忠男訳

みすず書房

歴史（ヒストリー）は虚構（フィクション）なのか。過去の出来事は復元できないのか。ニーチェからフローベールまで、表象と真実をめぐるギンズブルグの最新論集。

みすず書房 定価（本体 2800 円＋税）

表象と真実

みすず書房

資料は実証主義者たちが信じているように開かれた窓でもなければ、懐疑論者たちが主張するように視界をさまたげる壁でもない。いつてみれば、それらは歪んだガラスにたとえることができるのだ。

カルロ・ギンズブルグ 2001  
『歴史・レトリック・立証』  
みすず書房, p.48

ひとは証拠を逆撫でしながら、それをつくりだした者たちの意図にさからって、読むすべてを学ばなければならない。

カルロ・ギンズブルグ 2001

『歴史・レトリック・立証』

みすず書房, p.48

## 推論の形式

### **Deduction** (演繹)

前提から論理的に正しい結論を導く

### **Induction** (帰納)

観察の蓄積により，一般則を導く

### **Abduction** (仮説発見)

与えられた観察から，最良の仮説を  
発見する



## 推論の形式

~~Deduction (演繹)~~

~~前提から論理的に正しい結論を導く~~

Induction (帰納)

観察の蓄積により，一般則を導く

Abduction (仮説発見)

与えられた観察から，最良の仮説を  
発見する

## 推論の形式

~~Deduction (演繹)~~

~~前提から論理的に正しい結論を導く~~

~~Induction (帰納)~~

~~観察の蓄積により、一般則を導く~~

Abduction (仮説発見)

与えられた観察から、最良の仮説を  
発見する

## 推論の形式

~~Deduction (演繹)~~

~~前提から論理的に正しい結論を導く~~

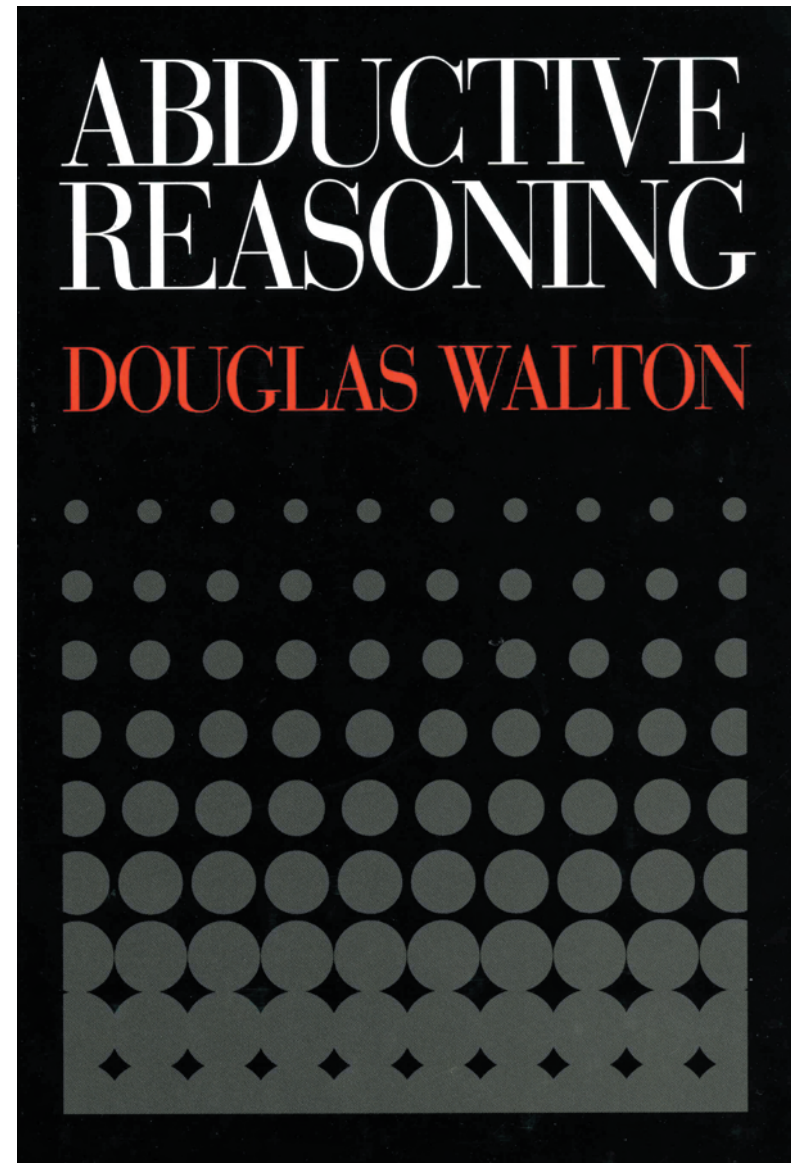
~~Induction (帰納)~~

~~観察の蓄積により、一般則を導く~~

Abduction (仮説発見)

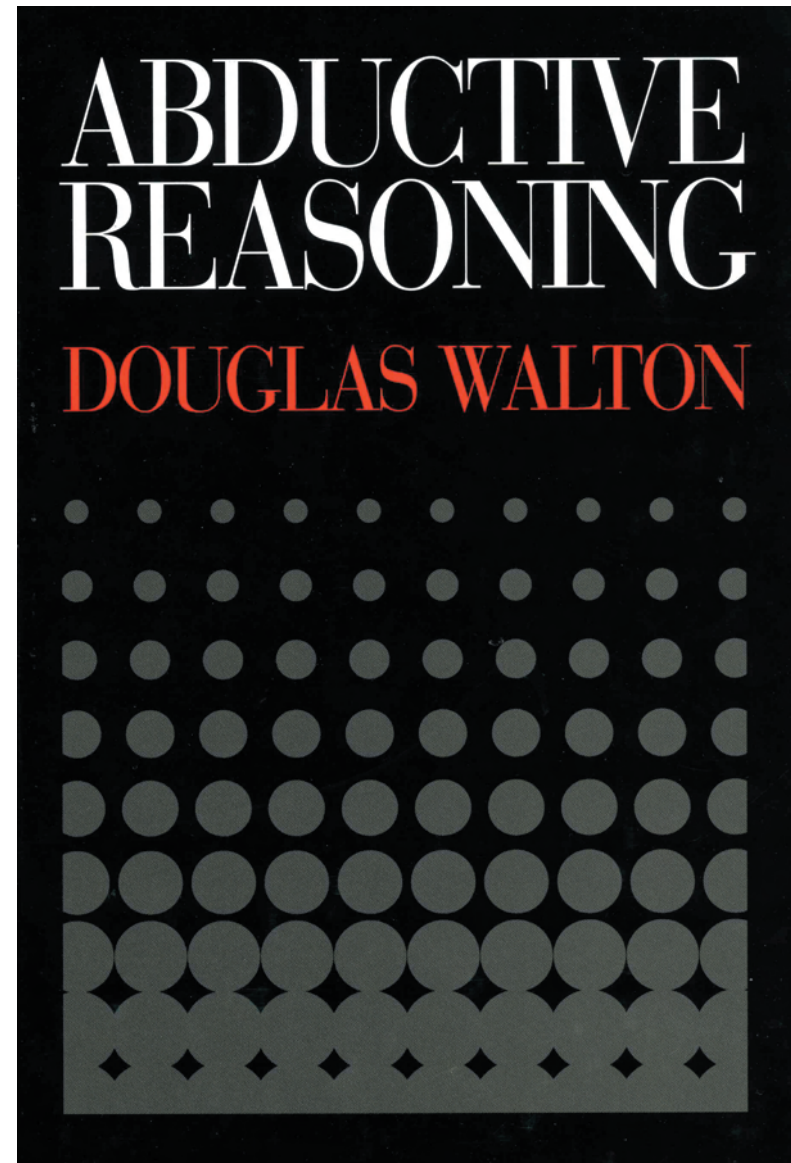
与えられた観察から、最良の仮説を  
発見する

# 「第三」の推論様式：



## 「第三」の推論様式：

- 1) データ  $D$  が得られた.
- 2) 仮説  $H$  は  $D$  を説明できる
- 3)  $H$  以外の仮説  $H'$  は  $H$  ほどうまく  $D$  を説明できない.
- 4) したがって  $H$  を受容する.

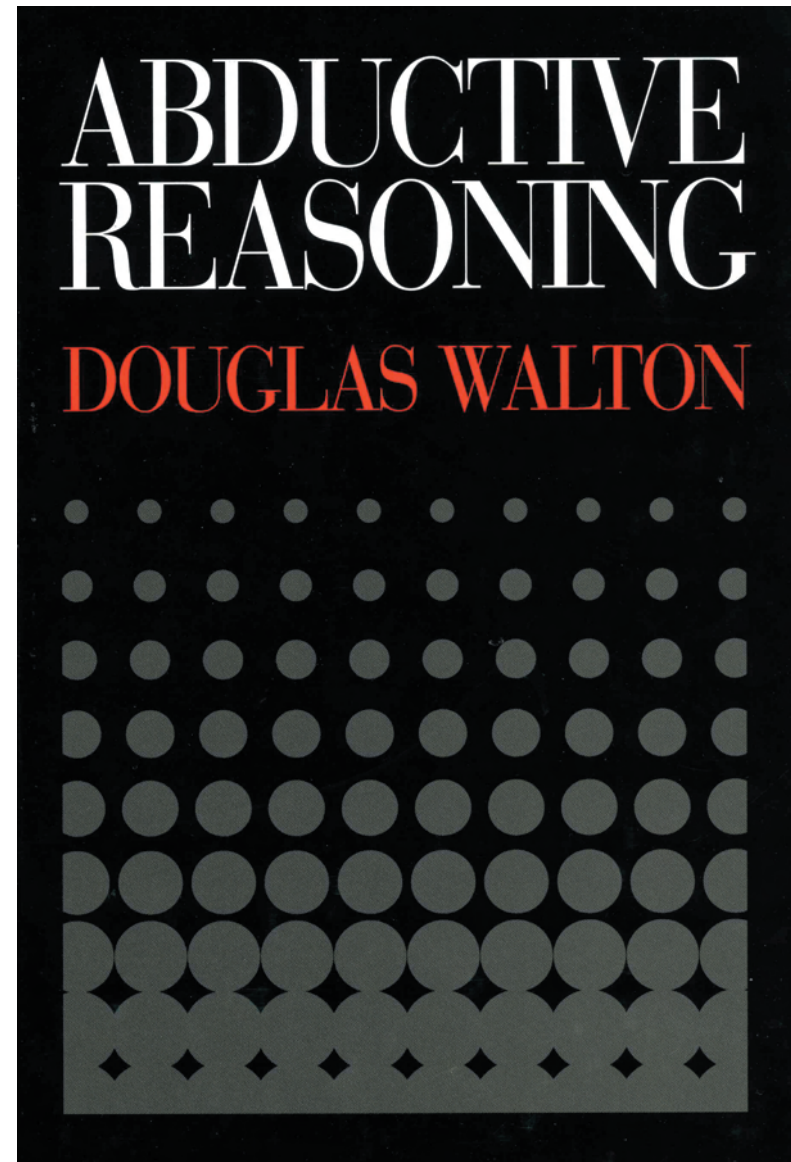




## 「第三」の推論様式：

- 1) データ  $D$  が得られた.
- 2) 仮説  $H$  は  $D$  を説明できる
- 3)  $H$  以外の仮説  $H'$  は  $H$  ほどうまく  $D$  を説明できない.
- 4) したがって  $H$  を受容する.

**Inference to  
the best explanation**

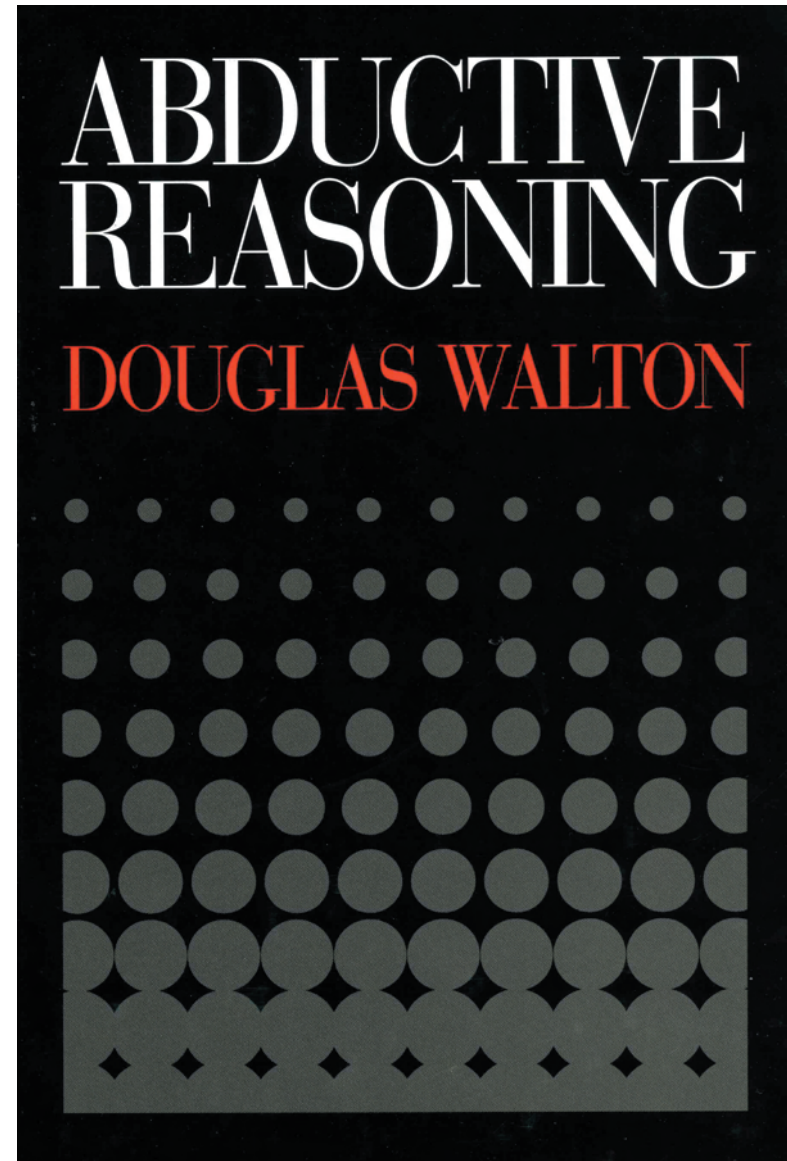




## 「第三」の推論様式：

- 1) データ  $D$  が得られた.
- 2) 仮説  $H$  は  $D$  を説明できる
- 3)  $H$  以外の仮説  $H'$  は  $H$  ほど  
うまく  $D$  を説明できない.
- 4) したがって  $H$  を受容する.

Inference to  
the best explanation



# 「ベスト」の説明？

# 最節約基準

# 尤度基準

# ベイズ基準



# データ解析の“心”とは？



# データ解析の“心”とは？



- ・目に見えること

# データ解析の“心”とは？



- 目に見えること
- じっと眺めること



# データ解析の“心”とは？



- 目に見えること
- じっと眺めること
- 視点を変えること

# データ解析の“心”とは？



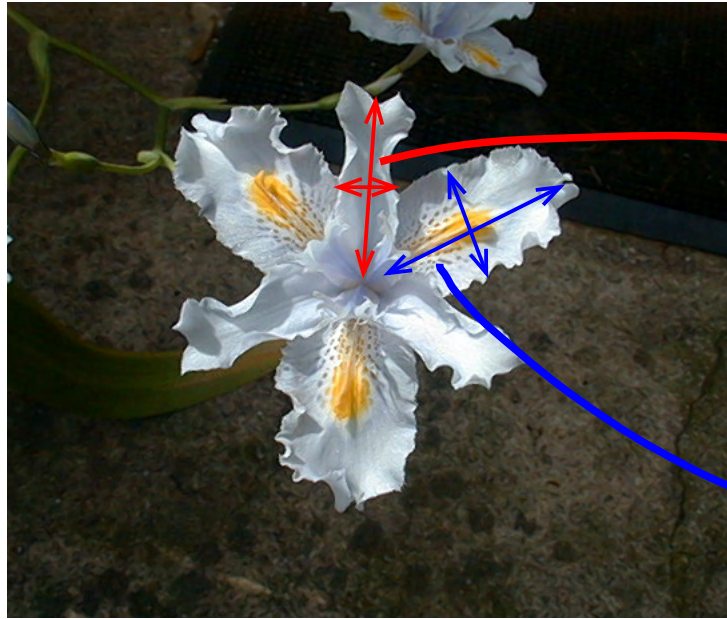
- 目に見えること
- じっと眺めること
- 視点を変えること

どのように「視覚化」するか

# 例) アヤメの花弁形状データ



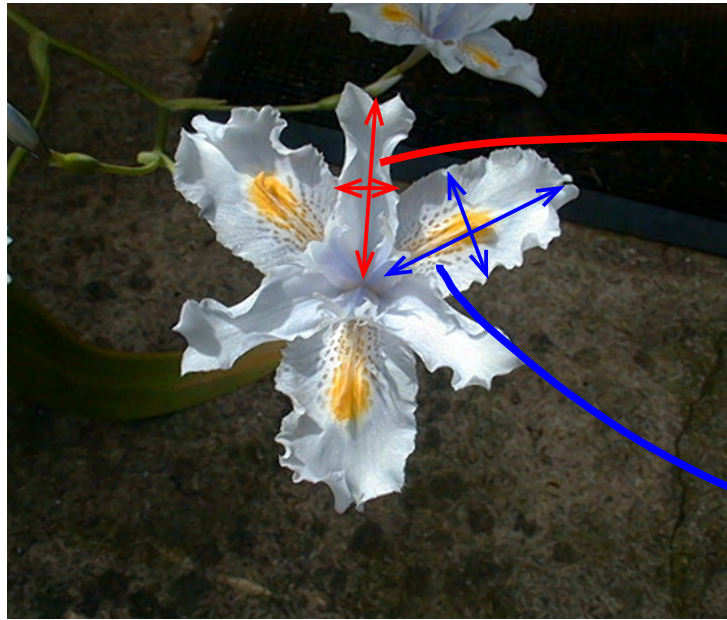
# 例) アヤメの花弁形状データ



● 花弁の長さと幅

● 萼弁の長さと幅

## 例) アヤメの花弁形状データ



● 花弁の長さと幅

● 萼弁の長さと幅

この 4 変量データを考える



***Iris setosa***



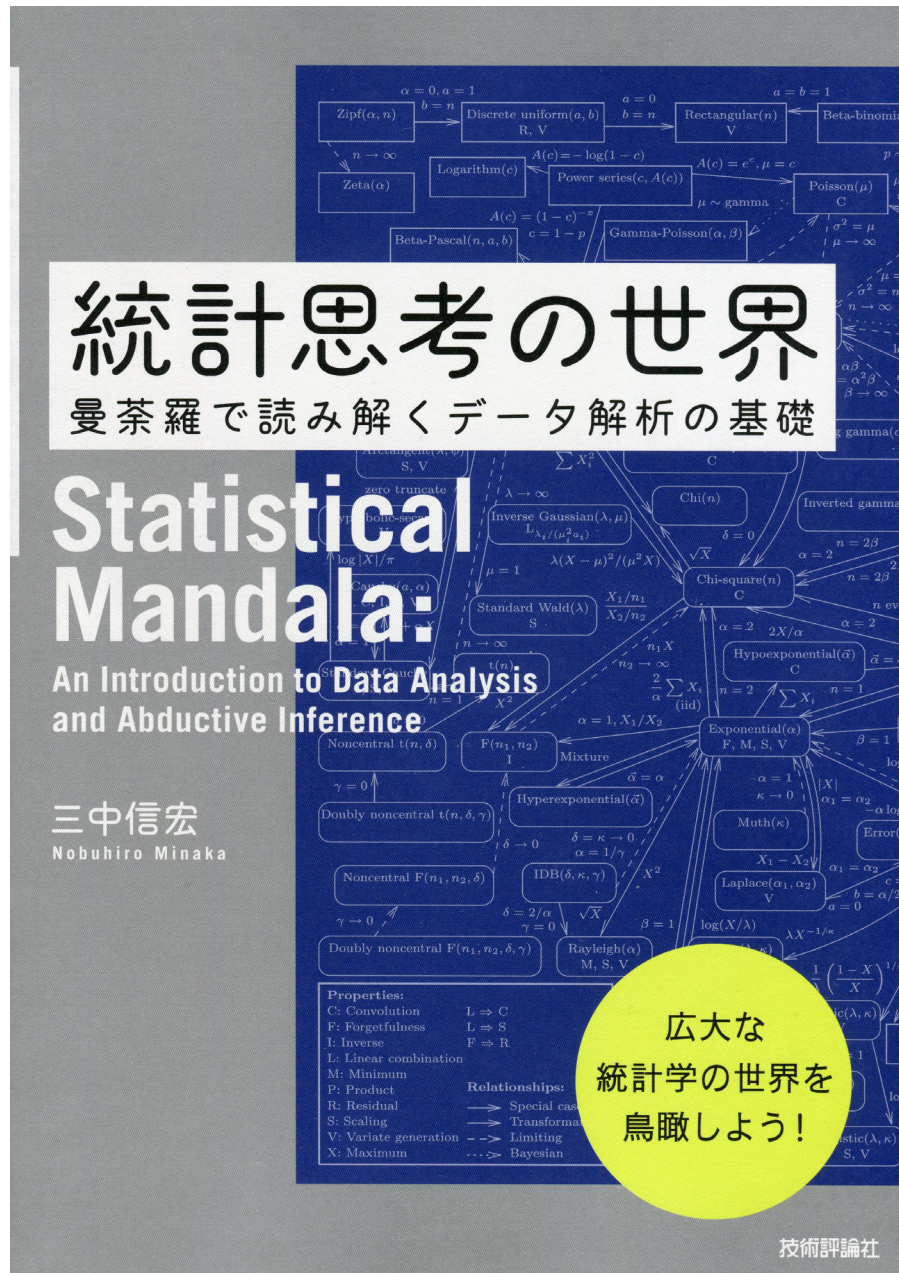
***Iris versicolor***



***Iris virginica***



実験データをいきなり  
「数式」でいじるのではなく、  
まずはじめに  
「絵」を描いてみる。



Nobuhiro Minaka

***Statistical Mandala: An Introduction to Data Analysis and Abductive Inference.***

Published in June 1, 2018. 239 pp., Gijutsu-Hyohron Co., Tokyo.

三中信宏『統計思考の世界：曼荼羅で読み解くデータ解析の基礎』2018年6月1日刊行，技術評論社．