

## 2019 年度秋学期 統計学 第3回

### クロス集計とデータの可視化（解説つき）

---

今日は、「クロス集計」と「データの可視化」の2つのトピックを扱います。統計調査によって集められるデータには、次の「尺度水準」で述べるように、質的データと量的データに大きく分けられます。大雑把に言えば、量的データとは平均（算術平均）に意味のあるデータで、質的データはそうではないデータです。次回以降の講義では、平均から出発してデータ解析の手法を説明していきますが、今回は平均ができない質的データの簡便な整理法として、クロス集計を説明します。また、データをグラフによって直感的に把握できるようにする「可視化」についても説明します。

#### 尺度水準

調査によって集めたデータは、ふつう数値で表されています。というよりも、統計学は、集めたデータに対して計算をすることで、データの集まりから情報を取り出そうとするものですから、数値で表されたデータを用いるのがふつうです。

ただ、データが数値で表されているからといって、必ずしも「数量」を表しているとは限りません。例えば、三択問題で「1番・2番・3番さあどれ？」というとき、1,2,3は選択肢の名前に過ぎず、a,b,cでもイ・ロ・ハでも同じですから、数量を表してはいません。

そこで統計学では、数値で表されたデータを、それが数量としての意味をどの程度持っているかによって、4つのレベルに分類しています。これを**尺度水準**といいます。

#### 質的データ

##### 名義尺度

一番レベルが低いのは、**名義尺度**です。これは、さきほどの「三択問題の1番・2番・3番」や「男性：1、女性：2」のような数値で、数値は選択肢を区別するためだけにあり、2番が1番より「大きい」という意味はありません。

##### 順序尺度

次のレベルにあたるのが**順序尺度**です。これは、「この講義に満足しましたか？ 1) 非常に不満・2) 不満・3) 満足・4) 非常に満足」といった調査で得られる数値です。この例では、番号の順序に意味があり、2番には「満足度が1番より大きい」という意味合いがあります。しかし、「1番と2番の満足度の差」と「2番と3番の満足度の差」が同じということはありませんし、ましてや4番が2番の2倍満足しているということもありません。

名義尺度と順序尺度にあたるデータを、**質的データ**といいます。質的データは、足し算引き算をすることができません。

#### 量的データ

一方、さらに上のレベルのデータは、足し算引き算ができるデータで、これを**量的データ**といいます。量的データは、さらに次の2つのレベルに分けられます。

表 1: クロス集計

	好き	嫌い	合計
男性	25	25	50
女性	35	15	50
合計	60	40	100

表 2: 感度・特異度

	本当に病気である	本当は病気ではない
検査で陽性	$A$	$B$
検査で陰性	$C$	$D$
合計	$A + C$	$B + D$

## 間隔尺度

**間隔尺度**は、数値の間の順序だけでなく、数値の間隔にも意味のあるデータです。例えば、摂氏温度は間隔尺度で、「 $0^{\circ}\text{C}$ と $10^{\circ}\text{C}$ の差」と「 $10^{\circ}\text{C}$ と $20^{\circ}\text{C}$ の差」はどちらも10度で、同じ意味があります。しかし、 $20^{\circ}\text{C}$ が $10^{\circ}\text{C}$ の2倍暖かいという意味はありません。もしそうなら、 $20^{\circ}\text{C}$ は $-10^{\circ}\text{C}$ の何倍暖かいのか？ということになってしまいます。

## 比例尺度

間隔尺度の性質を持ち、さらに「データ間の比率」にも意味があるのが、最上位のレベルである**比例尺度**です。例えば、40歳の方は20歳の方の2倍の年数を生きていますから、年齢は比例尺度です。温度でいえば、絶対温度（それ以上冷やすことのできない「絶対零度」をゼロ度とした温度）は比例尺度で、絶対温度が2倍であれば2倍のエネルギーを表しています。

データの整理の方法として、平均（算術平均）がよく知られていますが、算術平均はデータを足し算してデータの数で割ることですから、量的データでなければ意味がありません。<sup>1</sup>

## クロス集計

### クロス集計とは

次回以降の講義では、平均を計算できる量的データを対象として、記述統計学によるデータ解析の手法、さらに標本調査を用いた統計的推測の方法を説明していきます。今日は、質的データに対する解析の手法として、**クロス集計**について簡単に説明します。

例えば、「商品Aが好きか嫌いか」を調査し、「好き：60%、嫌い：40%」というデータを得たとします<sup>2</sup>。これだけでは、「好きな人のほうがいくぶん多い」ということ以上の情報は得られません。そこで、この調査のさいに、回答者が男性か女性かも調べておいて、男女別にデータを整理します。その結果を、表1のようにまとめます。

このように、ひとつのデータ群を2つの項目から見て、それらの関係を表に表すのが、クロス集計です。この表によると、「商品Aが好きな人のほうがいくぶん多い」のは女性についてであり、男性ではあまり差がないことがわかります。

<sup>1</sup>上で順序尺度の例としてあげた「授業評価」でも平均点を出していることがありますが、厳密には意味がないこととなります。ただ、このような調査では「各番号の満足度の間隔が概ね等しい」つまり近似的に間隔尺度であると仮定して、平均にも意味があるとする考え方もあります。

<sup>2</sup>ふつうは「どちらでもない」という選択肢もあると思いますが、今日は説明を簡単にするためにこのようにしておきます。

## 「感度」と「特異度」

クロス集計と同様の方法を使って、ここで「検査の感度」についてお話ししておきます。ある病気の新しい検査法が開発されたとして、本当に病気であるかどうかはわかっている人に対して、その検査法を適用して、本当にその検査法が有効かどうかを調べる実験を行います。実験結果を、「本当に病気の人」「本当は病気でない人」のそれぞれの人数と、「検査で陽性」「検査で陰性」のそれぞれの人数とで、クロス集計の形で表したものが表2です。

### 感度

検査の**感度**とは、「本当に病気の人のうち、検査で陽性になった人の割合」で、表では  $\frac{A}{A+C}$  にあたります。もちろん感度は高いほうがよいのですが、それだけではその検査法が優秀だとはいえません。なぜなら、「病気の有無にかかわらず、いつも陽性と答える」検査なら、 $C=0$  ですから、感度は100%になるからです。もちろん、こんな検査には意味はありません。

### 特異度

そこで、検査の能力を表すのには、感度以外に**特異度**というものも用いられます。特異度とは「本当は病気でない人のうち、検査で陰性になった人の割合」で、表では  $\frac{D}{B+D}$  にあたります。感度は病気の人について、特異度は病気でない人について、それぞれ検査が正解を答えている割合です。どちらも高いほうがよいのですが、両方を同時に高くすることは難しく、実際には「特異度90%のときの感度がいくら」といった表現で、検査の能力を表します。

---

## データの可視化

収集したデータをまとめて図に描いてみることは、データの傾向をつかみどのような解析手法を使うかを考える、データ解析の第一歩になります。また、データを用いて人を説得するためには、グラフによる表示は説得力を飛躍的に高める道具になります。しかし、グラフを見るほうとしては、グラフから作者の意図を見抜き、だまされないようにする必要があります。今日は、皆さんがおそらくよくご存じの「グラフ」を例にとり、見た目に対する注意を考えてみます。なお、この講義では、この先にも「ヒストグラム」「散布図」という可視化の方法が出てきます。

### 棒グラフ

各データの大きさを棒の長さで表して比較する「棒グラフ」は、小学生の時から知っているおなじみのグラフですが、慣れているだけに、よく注意して見ないとだまされるおそれがあります。次の設問について考えてみましょう。

1. 図1は、いずれも同じデータをグラフにしたものです。差が際立って見えるのはどれでしょうか。右のグラフは、棒の長さが値と比例しておらず、棒の長さどうしの比率を誇張することで、各棒の値の差を際立たせています。左のグラフは正しく書かれていますが、各棒で差がある部分を小さくなるので、差がないかのように見えます。真ん中のように切れ目（ブレイクといいます）を入れるのが、まあまあフェアなやりかたでしょう。
2. 棒グラフの棒を、いろいろな形で表すと、親しみが持てるグラフにはなりますが、誤解を生みやす

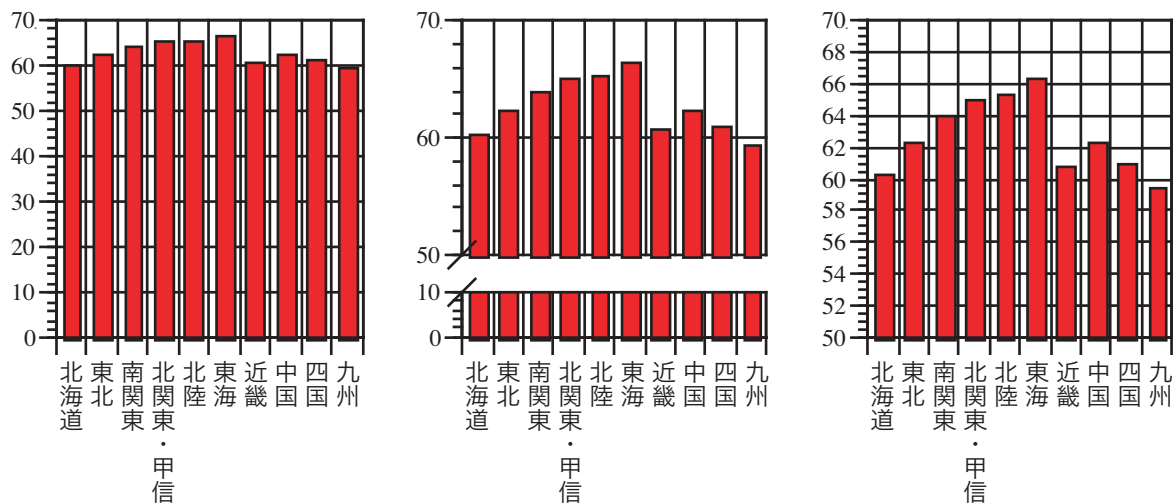


図 1: 棒グラフの例 (平成 9 年就業構造基本調査より)

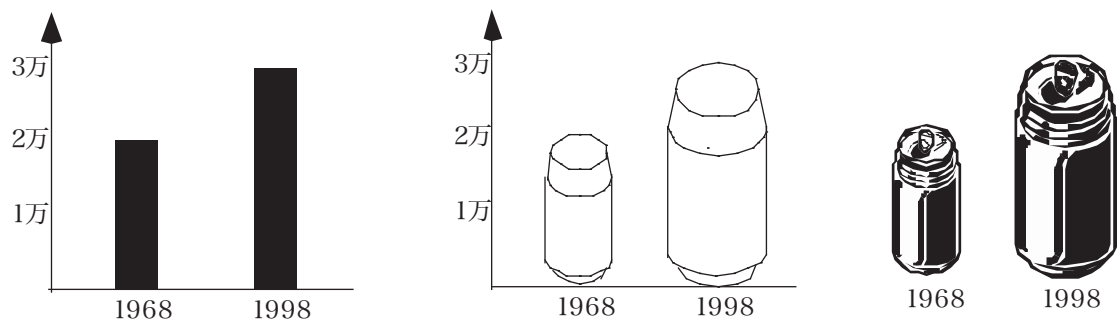


図 2: 怪しいグラフ (架空のデータ)

くもなります。図 2 の例は、棒グラフの棒を缶の形にしたものですが、このような描き方は正当でしょうか？

真ん中のグラフは、縦軸を表示して、棒の高さが値を示すことを明らかにしてはいます。しかし、棒の高さだけでなく面積も拡大されていますので、面積が値を示しているかのように見えます。高さが 2 倍になれば面積は 4 倍になりますから、より差が際立って見えるようにして、読者を欺こうとしています。

右のグラフは、体積で値を示しているかのように見せています。高さが 2 倍になれば体積は 8 倍になるので、さらに差が際立って見えます。しかも、このグラフには縦軸がないので、高さで値を示していることがわからず、体積で値を示しているかのように錯覚させています。これは完全に反則です。

### 折れ線グラフ

折れ線グラフは、量の変化を表すために用いられます。これもよく知られた方法ですが、やはり「変化を誇張する」細工がされていることがあります。次の例を見てみましょう。

図 (講義室で呈示します) を使って、著者は「大恐慌時代の銀行への資本投入は大部分が返済された

といわれているが、実際にはインフレ政策がとられ物価が大きく上昇したので、実質的にはそれほど返済されたわけではない」と主張しています（横軸が年，上段が物価指数（上：卸売，下：消費者），下段が資本注入額（上：実績，下：残高））。このグラフには，著者の主張を強調するための「細工」がされています。それは何でしょうか。

グラフに遠近感を持たせて立体風に見せており，後の年代の方が同じ値を大きく描いています。「資本注入残高」は後の年代ではほぼ一定となっているので，この効果はあまり影響がないのに対して，「物価」は後の年代で大きく変化しているので，その上昇が大きく誇張されています。