

実験で使うとこだけ

# 生物統計 1 キホンのキ

決定版



## CONTENTS

はじめに——改訂によせて

いくつ心あたりがある？

チェックリストで確認しよう！ ..... 12

本書で使用した記号と意味 ..... 13

## 1 章 本書を読む前に

1-1 以下を理解していれば本書を読む必要はないかも ..... 16

1-2 統計のキホンを理解しよう ..... 18

1-3 いわれるがままを脱しよう ..... 20

1-4 実験で使うとこだけ押さえよう！ ..... 22

## 2 章 検定前の「研究者としての心構え」とは？

たとえば、母集団と標本は、どのような統計学本にも冒頭に記述されている基本であり、今さら教えられなくてもわかっているという方も多いかもしれない。しかし、研究者として本当に理解しているであろうか？ このように、統計の基本的ポイントについて **2章** で整理していく



2-1 研究者が押さえるべきポイントは？ ..... 24

2-2 「実験してから→検定を考える」ではいけない  
検定を考慮して実験計画を立てることが本来は基本 ..... 25

実験計画を立てるときのルールを知ろう



2-3 あなたの研究対象は標本か母集団か？  
研究者は母集団を意識すべき！ ..... 27

ここでは、研究者が心に置いておかなければならない母集団と標本の考え方について説明する



2-4 無作為抽出(ランダムサンプリング)してる？ ..... 32

2-5 妥当な標本の大きさ $n$ とは？  
標本の大きさ $n$ は大きいほうが有意差は出やすいが..... 34

研究者は母集団から標本をとりだして研究している。 $n$ が小さいと、標本平均にしてもデータのバラツキにしても、母集団からは外れてくる可能性が高くなるので、母集団の特徴はあいまいになってしまう



2-6 各群の標本の大きさ $n$ は同じ数にするのが基本 ..... 37

2-7 妥当な群数は？  
群数はできるだけ少ないほうが有意差は出やすい ..... 39

むやみに群数は増やすべきではない。関連する「多重性の問題」については第2巻 7章 で詳しく説明する



2-8 標本平均を考える意味 ..... 41

2-9 データの特徴は？  
標本平均とバラツキに注目せよ！ ..... 42

実験後、個々の標本データを吟味しているであろうか？ 標本平均と 3章 で説明する標準偏差 (SD) [あるいは標準誤差 (SE)] だけを見ていないだろうか？



<b>2-10</b>	<b>自分の測定誤差を知ってる？</b>	44
	測定誤差が大きいと検定する意味がない！	

少しわき道にそれよう。皆さんは、自分の測定誤差はどれくらいあるかご存じでしょうか？



<b>2-11</b>	<b>有効数字を無視してない？</b>	47
-------------	---------------------	----

検定とは直接関係がないが、**2-10**の測定誤差と関連するので項目を設けた。有効数字は研究者にとって重要な基礎知識である



<b>2-12</b>	<b>外れ値はどうする？</b>	50
	実験での現実的な対処手順	

<b>2-13</b>	<b>研究者としての基本</b>	54
-------------	------------------	----

## 3章 標準偏差(SD)と標準誤差(SE)はどう違うのか？

これらを理解しないと $t$ 検定の理解は困難である



<b>3-1</b>	<b>標準偏差(SD)と標準誤差(SE)の違いをマスターしよう！</b>	56
------------	--------------------------------------	----

<b>3-2</b>	<b>標準偏差(SD)を理解する①</b>	60
	母集団の母平均、母分散、母標準偏差を理解する	

SDが理解できていないと**3-6**で説明するSEの理解は難しい。ここでは母集団で考える



<b>3-3</b>	<b>標準偏差(SD)を理解する②</b>	68
	標本平均、標本分散、標本標準偏差を理解する	

**3-2**では、母集団で考えた。しかし、生命科学系研究者の基礎研究では、母集団で実験することはほとんどない。そこで、母集団から標本 $n$ 個をとりだして実験を行った場合を考える



<b>3-4</b>	<b>標準偏差(SD)を理解する③</b>	73
	不偏分散, 不偏標準偏差を理解する	
	多くの研究者が知りたいのは, 母集団の特徴 (3-2) であって, 標本の特徴 (3-3) ではないはずである. ここでは母集団の特徴を標本のデータから推定する値について説明する	
<b>3-5</b>	<b>研究者は標本平均±SDで何を表現したいのか?</b>	80
<b>3-6</b>	<b>標準誤差(SE)を理解する</b>	81
	かなり込み入った話になるので, 注意して読んでほしい. じっくり読まないと難しいが, これを理解できないと <i>t</i> 検定は理解できない	
<b>3-7</b>	<b>研究者は標本平均±SEで何を表現したいのか?</b>	89
<b>3-8</b>	<b>標本平均±SDと標本平均±SEの使い分けは?</b>	90
<b>Advanced</b>	<b>不偏分散はなぜ <math>n-1</math> で割るのか?</b>	93



## 4章 パラメトリック検定とノンパラメトリック検定のどちらを使うべきか?

<b>4-1</b>	<b>パラメトリック検定とは?</b>	96
<b>4-2</b>	<b>ノンパラメトリック検定とは?</b>	98
<b>4-3</b>	<b>正規性の検定とは?</b>	
	正規性の検定で正規分布しているかどうかは判断できない?	99

ここでは正規性の検定の原理などは述べない. むしろ正規性の検定の限界を記述することで, その位置づけを考えてみたい



**4-4** パラメトリック検定とノンパラメトリック検定どちらを使うべきか？  
どちらも使える！ ..... 105

正規性の検定の結果から選択している研究者も多いと思う。

**4-3** で説明するように正規性の検定には問題点もあることから、必ずしもこだわる必要はないことを明らかにする



## 5章 有意差があるとは？

**5-1** 有意差の意味を理解しよう！ ..... 110

「有意差がある」を「差がある」と認識していないだろうか？ この点を正しく理解するために、母集団の特徴がわかっている場合で説明する



**5-2**  $p$ 値を理解しよう！ ..... 119

第1巻をおえて ..... 121

参考図書 ..... 122

索引 ..... 123