心理統計法第 09 回　　　　　学籍番号：
講義ノート p.1
講義担当：佐々木康成　　　　名　　前：

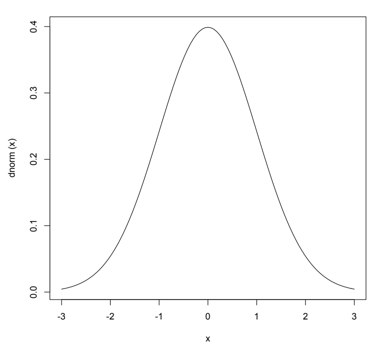
【手がかり用スペース】

前回のあらすじ
母平均値μの値を推測する
一つの値として推測（点推定）
推測した値は誤差を持つ
誤差はデータ数を多くすればするほど小さくなる
標準誤差

母集団の散布度
「偏りの無い」推定値を用いる必要がある
不偏分散σ 2
不偏標準偏差σ
求めるには自由度を用いて計算する
自由度は基本的に「データ数 -1」で算出可能
（正確には統計量の算出方法によって異なる）

区間推定
「ある確率で母平均μが含まれるであろう範囲」を推測する
「ある確率」を信頼度という
「推測される範囲」を信頼区間という
補足：信頼区間の端を「信頼限界」と呼ぶ
区間推定では，母平均μが「どのくらいの確率で」「どこからどこまでの範囲にあるか」を推測していく

区間推定と正規分布
扱うデータは正規分布しているものに限定される
正規分布するデータは「標準化」することで「標準正規分布」に変換可能
（平均値 =0.0，標準偏差 =1.00 の正規分布になる）
「信頼区間」を「標準正規分布」という定規の上で扱うと，どんな正規分布でも取り扱える



【要点書き出し用スペース】

心理統計法第 09 回　　　　　　　　　　学籍番号：
講義ノート p.2
講義担当：佐々木康成　　　　　　　　　名　　前：

【手がかり用スペース】

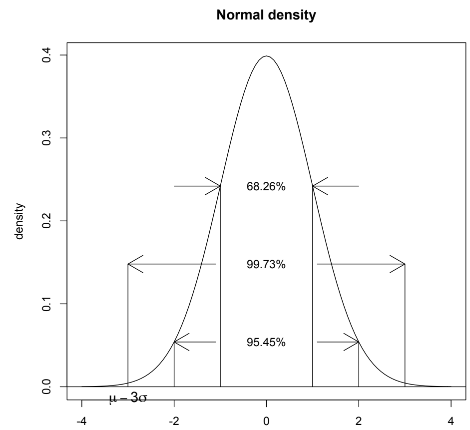
標準正規分布における面積と標準偏差の関係

標準偏差 -1.0 から +1.0 の間の面積

およそ全体の 68.26%

標準偏差 -2.0 から +2.0 の間の面積

およそ全体の 95.45%



この関係を推測のために用いたい．

言い換えるなら，

「信頼度」

68.26%の確率で

「信頼区間」

標準偏差 -1.0 ～ +1.0 の間に母平均μが入る

ということ

信頼度 95%でμを推測しよう

標準偏差 ±1 の範囲はおよそ全体の 68.26%

これではあまりにも信頼性が低い

信頼度を高めて推測することにする

具体的には 95%の信頼度

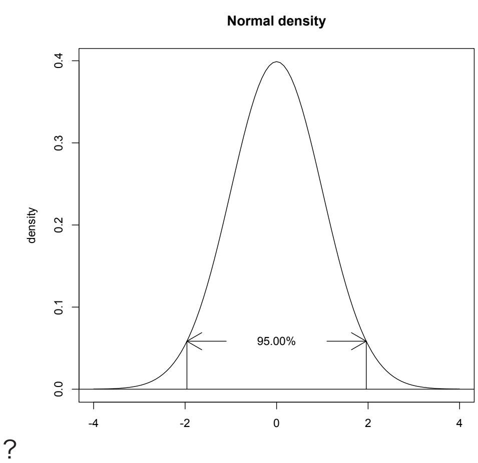
20 回中 19 回は信頼できるといえる程度の確率

心理学では 20 回に 1 回は「稀なこと」という扱い

標準偏差にして ± いくつの範囲が全体の 95%？

標準偏差 -1.96 から +1.96 までの範囲に

全体の 95%のデータが含まれる



実際の値に戻してみよう

±1.96 という値は標準化された値

元データに直すには？

$\mu -1.96x\ \sigma \leqq \mu \leqq \mu +1.96\ \sigma$

を計算すれば良い

μ ：母平均

σ ：不偏標準偏差

これは母集団の性質の話．標本では？

【要点書き出し用スペース】

心理統計法第 09 回　　　　　　　　　　学籍番号：
講義ノート p.3
講義担当：佐々木康成　　　　　　　　　名　　前：

【手がかり用スペース】

標本の場合はデータ数によってμの推定値からの誤差が変わる
　　標準誤差の性質（第 08 回参照）

標本平均の納まる範囲を推測する

母集団	標本
母平均	標本平均
μ - 1. 96× σ～	μ - 1. 96×（σ / √N）～
μ +1. 96× σに	μ +1. 96×（σ / √N）に
95%のデータが入る	95%の標本平均が入る

データの数が増えるほど狭い範囲に標本平均が入る

N 個のデータから 95%の信頼度で母平均μの信頼区間を求めるとしたら？

$$-1.96 \leqq \frac{X-\mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}} \leqq +1.96$$

を解く必要がある（上の右側の式を変形させただけです）
しかし，これは無理難題
　　事前に母平均値と母標準偏差が分かっている必要があるため
　　　　μは直接求められない.

この時点での結論
　　手元にある値や条件
　　　　標本平均と標本標準偏差は利用可能
　　　　データは正規分布している
　　これらを用いて母平均μを推測する必要がある

t 分布の発見と統計量 T
　　母平均μの真の値は誰にも分からないので推測するしかない
　　　　イギリスのゴセットさんがそのための統計量を発見
　　　　ゴセットさんが論文を発表（1908 年）した時のペンネーム
　　　　が「スチューデント」だったので,「スチューデントの t 分布」
　　　　と呼ばれている

【要点書き出し用スペース】

心理統計法第 09 回　　学籍番号：
講義ノート p.4
講義担当：佐々木康成　　名　　前：

【手がかり用スペース】

t 分布と統計量 T

t 分布の統計量は T で表される

T を算出するには以下の式を用いる

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu)\sqrt{N-1}}{s}$$

この式は μ 以外は実測値で求められるところが特徴

統計量 T についての練習問題

母平均 μ =7 の母集団があったとする．5 つのデータを抽出したら 3,6,9,5,7 だった．その時の T の値を求めよ．
（まず標本の平均値と標準偏差を算出すること）

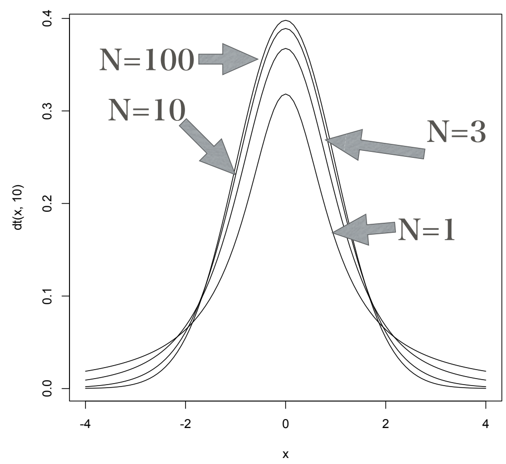
統計量 T の性質

この式で表される分布を「自由度 N-1 の t 分布」と呼ぶ

自由度によってヒストグラムの形が変わる

標準正規分布より裾野が広い

右図：統計量 T のヒストグラム



【要点書き出し用スペース】

心理統計法第 09 回　　　　　　　　　　学籍番号：
講義ノート p.5
講義担当：佐々木康成　　　　　　　　　名　　前：

【手がかり用スペース】

統計量 T を用いた区間推定

「正規分布する母集団から N 個のデータを無作為抽出して作られた標本」の性質を利用して μ の値を推測する場合には t 分布が必要

標準正規分布ではなく，t 分布を用いる

t 分布は自由度によって分布の形が違う

信頼区間も変わる

t 分布における自由度と信頼度 95%時の信頼限界の関係

自由度	信頼限界	自由度	信頼限界
1	± 12.706	8	± 2.306
2	± 4.303	9	± 2.262
3	± 3.182	10	± 2.228
4	± 2.776	30	± 2.042
5	± 2.571	60	± 2.000
6	± 2.447	120	± 1.980
7	± 2.365	∞	± 1.960

t 分布から母平均 μ を推測

標本のデータ数が決まれば自由度が決まる

自由度が決まれば t 分布における信頼区間が決まる

信頼限界の T の値が決まる

信頼限界の T の値が決まれば母平均 μ の値の範囲を 95%の確率で推測可能になる

このような性質を用いて行われる検定を「t 検定」という

次回扱います

練習問題（授業中には扱いませんが，各自やっておくこと）

標本数 10 で信頼度が 95%の時の μ の信頼区間を表す式を書きなさい

【要点書き出し用スペース】

心理統計法第 09 回
講義ノート p.6
講義担当：佐々木康成

学籍番号：

名　　前：

【手がかり用スペース】

統計的検定

具体的な t 検定の手続きの前に統計的検定の意味を理解しよう

検定とは，仮説を立てて，その仮説が統計的に正しいかどうかを判断する手法

統計的検定の意義

条件間で差があるかをはっきり捉えられる

研究者間で「ものさし」を決める意味がある

「どの程度の差なら意味があるのか？」という基準を決めて、その基準がクリアできているかで確かめられる

基本的には「条件間に差はない」という前提からはじめて、それを棄却できるかどうかを問題にする（帰無仮説）

検定の手法

検定を行う場合には，事前にどの統計量を利用するか（どの分析を用いるか）を決める必要がある

データの種類や目的によって変わる

次回予告

t 検定

事前に調査法で習ったことを一度復習しておくと良いでしょう

また，以下の資料を読み，t 検定についてイメージしておくこと

信頼区間 - Wikipedia

http://ja.wikipedia.org/wiki/% E4% BF% A1% E9% A0% BC% E5% 8C% BA% E9% 96% 93

t 分布 - Wikipedia

http://ja.wikipedia.org/wiki/T% E5% 88% 86% E5% B8% 83

仮説検定 - Wikipedia

http://ja.wikipedia.org/wiki/% E4% BB% AE% E8% AA% AC% E6% A4% 9C% E5% AE% 9A

t 検定 - Wikipedia

http://ja.wikipedia.org/wiki/T% E6% A4% 9C% E5% AE% 9A

【要点書き出し用スペース】