

t 検定について

## 参考

- ◆ Altman, 医学研究における実用統計学  
(Practical Statistics for Medical Research)

表 9.1 健康な婦人11人の10日間の  
平均的な1日のエネルギー (kJ) 摂取

対象	平均1日のエネルギー摂取量(kJ)
1	5260
2	5470
3	5640
4	6180
5	6390
6	6515
7	6805
8	7515
9	7515
10	8230
11	8770

対象	平均1日のエネルギー摂取量(kJ)
1	5260
2	5470
3	5640
4	6180
5	6390
6	6515
7	6805
8	7515
9	7515
10	8230
11	8770
平均	6552
標準偏差	975.94

推奨1日摂取量 7725kJ と比較する

表 9.3 月経前10日間と月経後10日間の  
平均1日摂食量 (kJ)

対象	月経前	月経後	差
1	5260	3910	1350
2	5470	4220	1250
3	5640	3885	1755
4	6180	5160	1020
5	6390	5645	745
6	6515	4680	1835
7	6805	5265	1540
8	7515	5975	1540
9	7515	6790	725
10	8230	6900	1330
11	8770	7335	1435

対象	月経前	月経後	差
1	5260	3910	1350
2	5470	4220	1250
3	5640	3885	1755
4	6180	5160	1020
5	6390	5645	745
6	6515	4680	1835
7	6805	5265	1540
8	7515	5975	1540
9	7515	6790	725
10	8230	6900	1330
11	8770	7335	1435
平均値	6753.64	6650.01	1320.45
標準偏差	1142.12	1216.83	366.75

月経前後で摂食量に差はあるか

表 9.4 痩せた婦人と肥えた婦人の  
24時間総エネルギー消費 (MJ/日)

痩せた婦人 (n=13)	肥えた婦人 (n=9)
6.13	8.79
7.05	9.19
7.48	9.21
7.48	9.68
7.53	9.69
7.58	9.97
7.90	11.51
8.08	11.85
8.09	12.79
8.11	
8.40	
10.15	
10.88	

	痩せた婦人 (n=13)	肥えた婦人 (n=9)
	6.13	8.79
	7.05	9.19
	7.48	9.21
	7.48	9.68
	7.53	9.69
	7.58	9.97
	7.90	11.51
	8.08	11.85
	8.09	12.79
	8.11	
	8.40	
	10.15	
	10.88	
平均	8.07	10.30
標準偏差	1.24	1.40

24時間総エネルギー消費量に差はあるか



表 9.6 症状の重症度で分けた甲状腺機能不全症の  
幼児16人の血清チロキシン濃度 (nmol/l)

症状がないか軽度 (n=9)	症状が高度 (n=7)
34	5
45	8
49	18
55	24
58	60
59	84
60	96
62	
86	

	症状がないか軽度 (n=9)	症状が高度 (n=7)
	34	5
	45	8
	49	18
	55	24
	58	60
	59	84
	60	96
	62	
	86	
平均	56.44	42.14
標準偏差	14.22	37.48

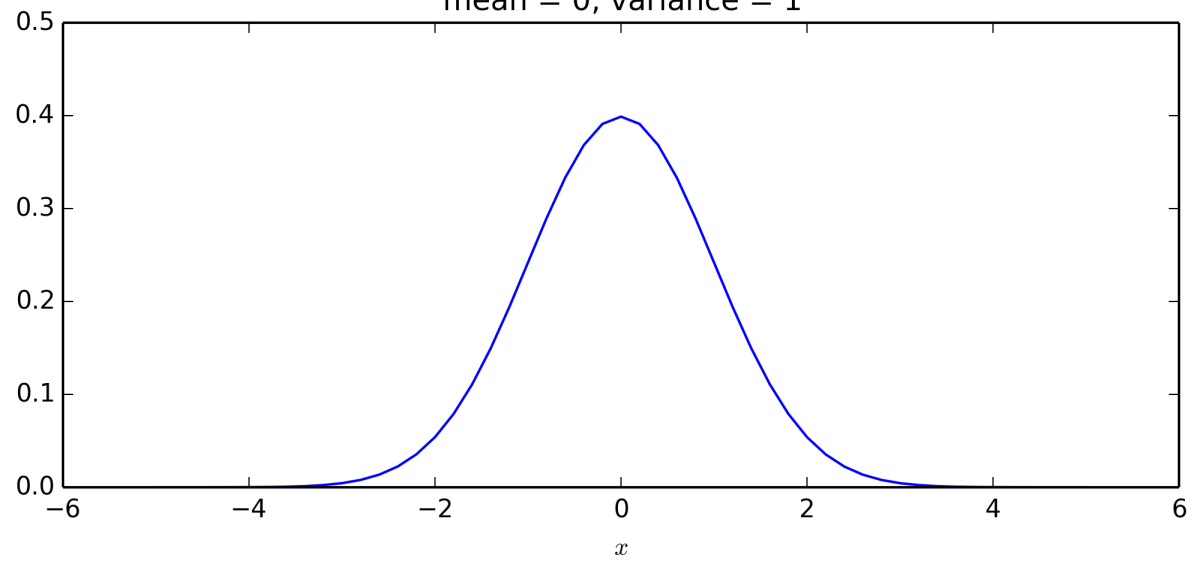
血清チロキシン濃度に差はあるか

# 正規分布

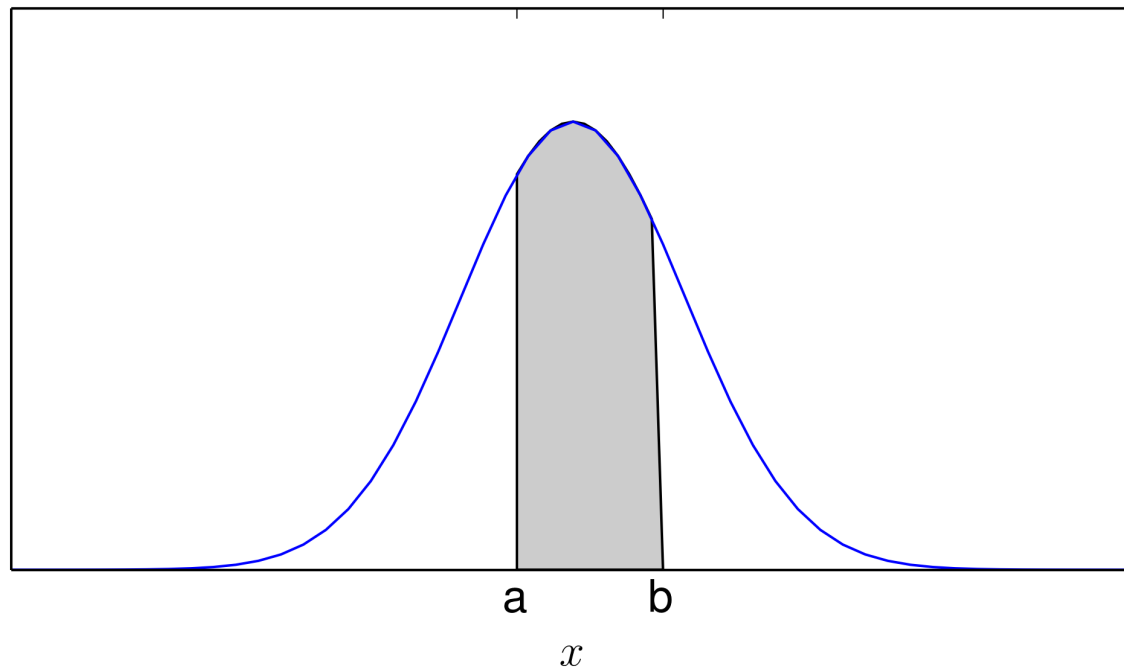
正規分布の確率密度関数  
(平均  $\mu$ , 分散  $\sigma^2$ )

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

mean = 0, variance = 1



$$P[a \leq X \leq b] = \int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} dx$$



# 中心極限定理

$$X_1, X_2, \dots, X_N$$

独立同分布確率變數 (平均  $\mu$ , 分散  $\sigma$ )

$$\frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{N}} \longrightarrow N(0, 1)$$

分散が未知



標本サイズが大きい

標本不偏分散で代用

$$\frac{\bar{X} - \mu}{\bar{\sigma} / \sqrt{N}} \simeq N(0, 1)$$

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1} \simeq \sigma^2$$

小標本のとき  
正規分布とみなせない！



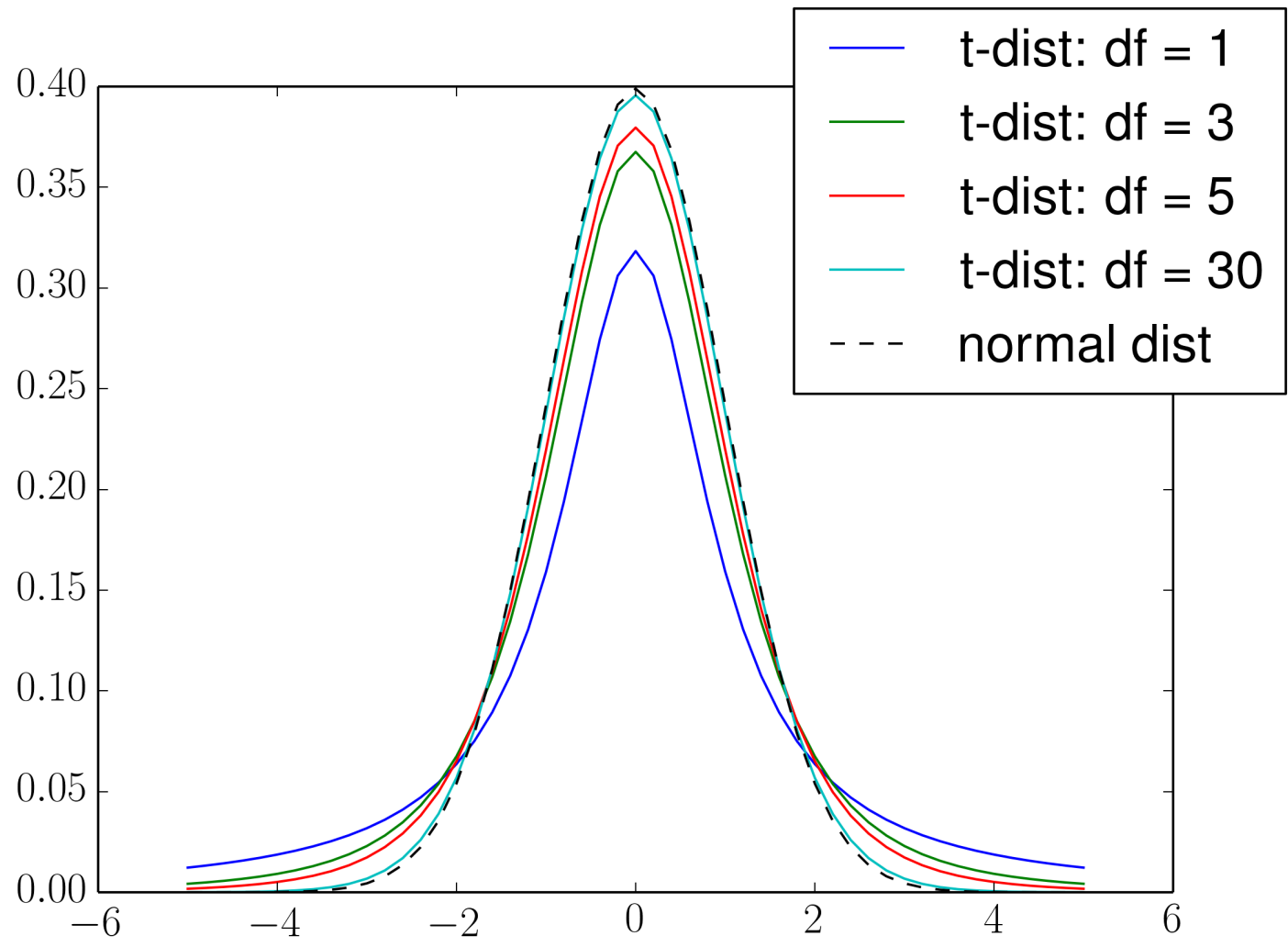
$X_1, X_2, \dots, X_N$

それぞれ正規分布に従う



$$\frac{\bar{X} - \mu}{\bar{\sigma} / \sqrt{N}} \simeq t(N - 1)$$

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1} \simeq \sigma^2$$



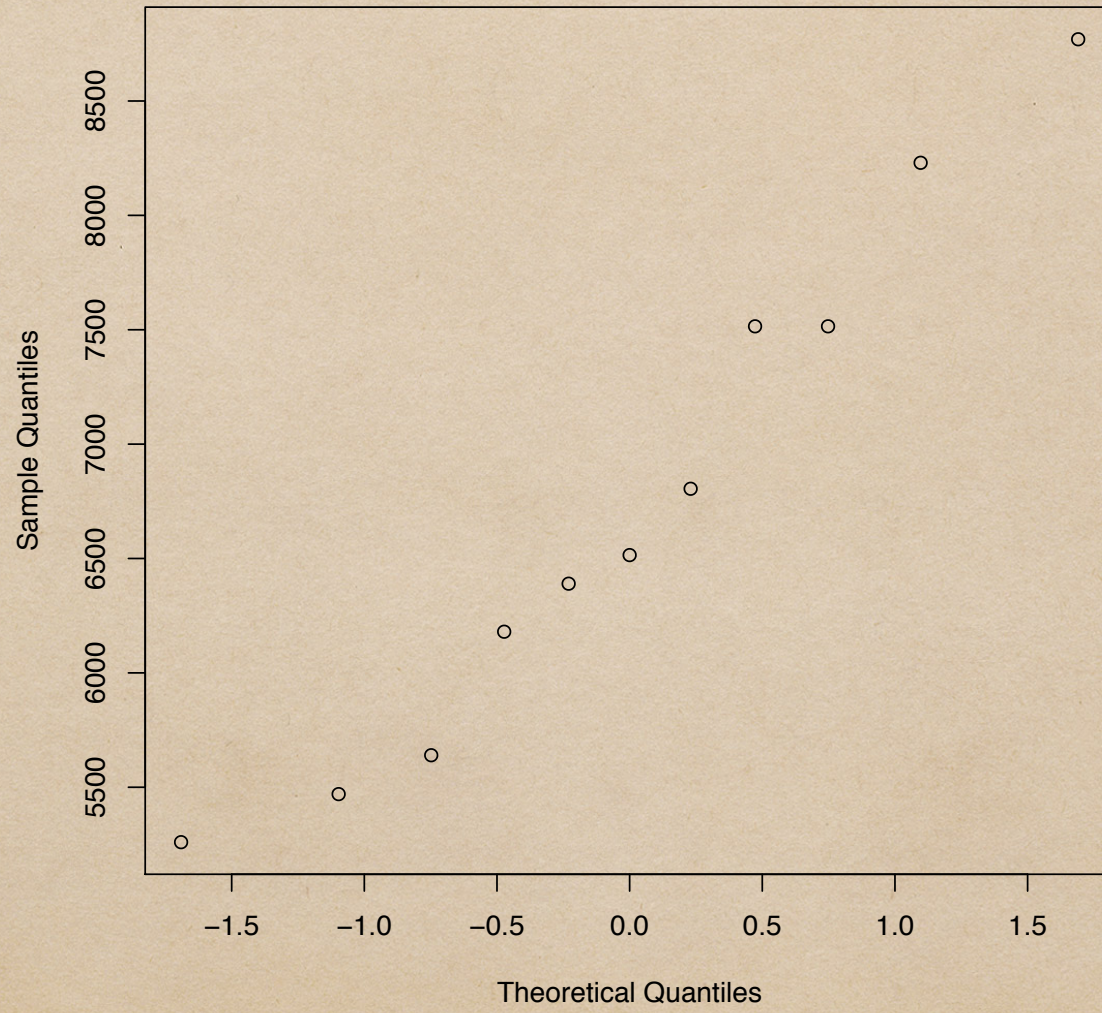
# t検定でできること

- ◆ 1群の平均値の検定
- ◆ 対応する2群の平均値の差の検定
- ◆ 分散が等しい2群の差の検定
- ◆ 分散が等しくない2群の差の検定  
→ ウェルチの検定 (コクラン・コックスの検定)

## t 検定を行う場合の注意点 (1/2)

- ◆ 標本は正規分布に従っていることが前提
  - \* 正規プロットを書いて目視で確認
  - \* Kolmogorov-Smirnov 検定
  - \* Anderson-Darling 検定

Normal Q-Q Plot



## t 検定を行う場合の注意点 (2/2)

- ◆ 2群の検定の場合、分散が等しいかチェック
  - ◆ F 検定
  - ◆ 等しくない場合
    - ウェルチの検定

# Remark

- ◆ 変数変換を行うことで正規分布とみなせることもある

<http://wiki.mathtut.info>



mathtut.info

Recent chan

Trace: • [mathtut.info Wiki](#)

## ナビゲーション

 [mathtut.info Wiki](#)

 [数学](#)

 [統計学](#)

## mathtut.info Wiki

- [mathtut.info](#)
- [数学](#)
- [統計学](#)
  - [Excel](#)

ここをクリック



# ニューロサイエンスで 多数の誤った検定例

## 参考

<http://wmbriggs.com/blog/?p=4408>

New Paper Shows Statistical Errors

At 50% to 100% In Peer- Reviewed Neuroscience Journals

Erroneous analyses of interactions in neuroscience: a problem of significance

- Sander Nieuwenhuis, Birte U Forstmann and Eric-Jan Wagenmakers
- [Nature Neuroscience 14, 1105–1107 \(2011\) Published online 26 August 2011](#)

## 合図を出したときの神経細胞の活動量

- ミュータント・マウス
  - トレーニングにより増加 ( $P < 0.05$ )
- コントロール・マウス
  - 増加が見られない ( $P > 0.05$ )

トレーニングの効果は  
ミュータント・マウスの方が大きい！  
(典型的な誤り)

正しくは

- T: ミュータント・マウスの活動変化の平均
  - C: コントロール・マウスの活動変化の平均
- T-C が有意にゼロと異なるかどうかを報告

統計ソフトの使い方を知るだけでは  
十分ではない