

1 群の平均値の推測

t.test(平均値を比較する変数, mu=母平均値)

母平均値 mu=0 の場合は「mu=0」を省略することもできる

```
> setwd("i:\\Rdocuments\\scripts\\")
> d1 <- read.table("1群の平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  id score
1  1  116
2  2  105
3  3  102
4  4  104
5  5   93
6  6  111
>
>
```

	A	B
1	id	score
2	1	116
3	2	105
4	3	102
5	4	104
6	5	93
7	6	111
8	7	117
9	8	98
10	9	109
11	10	101
12	11	102
13	12	113
14	13	76
15	14	126
16	15	93
17	16	109
18	17	78
19	18	93
20	19	125
21	20	108

```
> # 記述統計量
> dtmp <- d1
> ntmp <- nrow(dtmp)
> mtmp <- colMeans(dtmp)
> stmp <- apply(dtmp, 2, sd)
> ctmp <- cor(dtmp)
> ktmp <- round(data.frame(ntmp, mtmp, stmp, ctmp), 2)
> colnames(ktmp) <- c("N", "Mean", "SD", colnames(ctmp))
> ktmp
   N   Mean   SD   id score
id  50 25.50 14.58 1.00  0.25
score 50 108.72 15.07 0.25  1.00
>
>
```

```
> # 「H0:  $\mu_0=100$ 」の検定
> t.test(d1$score, mu=100)
```

One Sample t-test

```
data: d1$score
t = 4.0916, df = 49, p-value = 0.0001593
alternative hypothesis: true mean is not equal to 100
95 percent confidence interval:
 104.4372 113.0028
sample estimates:
mean of x
 108.72
>
>
```

```
> # 「H0:  $\mu_0=95$ 」の検定
> t.test(d1$score, mu=95)
```

One Sample t-test

```
data: d1$score
t = 6.4376, df = 49, p-value = 4.933e-08
alternative hypothesis: true mean is not equal to 95
95 percent confidence interval:
 104.4372 113.0028
sample estimates:
mean of x
 108.72
```

対応のある2群の平均値の比較

t.test(平均値を比較する変数1, 平均値を比較する変数2, paired=TRUE)

paired=TRUE で対応のある検定であることを指定. これは省略できない.

```
> setwd("i:\\Rdocuments\\scripts\\")
> d1 <- read.table("対応のある2群の平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  教養科目 専門科目
1       17       18
2       16       14
3       16       18
4       16       15
5       18       18
6       21       20
>
>
> # 記述統計量
> dtmp <- d1
> ntmp <- nrow(dtmp)
> mtmp <- colMeans(dtmp)
> stmp <- apply(dtmp, 2, sd)
> ctmp <- cor(dtmp)
> ktmp <- round(data.frame(ntmp, mtmp, stmp, ctmp), 2)
> colnames(ktmp) <- c("N", "Mean", "SD", colnames(ctmp))
> ktmp
      N Mean  SD 教養科目 専門科目
教養科目 237 16.72 2.12      1.00      0.43
専門科目 237 17.01 2.40      0.43      1.00
>
>
>
> # 対応のある平均値の差の検定 (対応のある t 検定) を行う
> t.test(d1$教養科目, d1$専門科目, paired=TRUE)
```

	A	B
1	教養科目	専門科目
2	17	18
3	16	14
4	16	18
5	16	15
6	18	18
7	21	20
8	17	16
9	16	17
10	19	17
11	18	20
12	17	16
13	14	16
14	20	17
15	15	19
16	17	18
17	15	15
18	16	18
19	18	19
20	17	20
21	13	19

Paired t-test

```
data: d1$教養科目 and d1$専門科目
t = -1.8515, df = 236, p-value = 0.06534
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.6009154  0.0186369
sample estimates:
mean of the differences
 -0.2911392
```

```
>
```

対応のない2群の平均値の比較

t.test(平均値を比較する変数 ~ 群分け変数, データフレーム名, paired=FALSE) または
 t.test(平均値を比較する変数 1, 平均値を比較する変数 2, paired=FALSE)
 paired=FALSE で対応のない検定であることを指定. これは省略することも可能.

```
> setwd("i:\\Rdocuments\\scripts\\")
> d1 <- read.table("対応のない2群の平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  番号 説明 不安
1    1 ビデオ 32
2    2 ビデオ 23
3    3 ビデオ 28
4    4 ビデオ 29
5    5 ビデオ 20
6    6 ビデオ 33
>
>
```

```
> # 記述統計量
> library(psych)
> describeBy(d1[, c("不安")], d1$説明)
group: ビデオ
  vars   n mean   sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
1     1 103 27.04 4.32    27   27.12 4.45  17 37    20 -0.1    -0.44 0.43
-----
group: 看護師
  vars   n mean   sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
1     1  94 25.44 6.22    25   25.43 5.93   9 40    31 -0.03   -0.15 0.64
>
>
```

```
> # 対応のない2群の平均値の検定
> # 等分散性を仮定しない場合
> t.test(不安 ~ 説明, d1, paired=FALSE)
```

Welch Two Sample t-test

```
data: 不安 by 説明
t = 2.082, df = 163.823, p-value = 0.0389
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.08272468 3.12260480
sample estimates:
mean in group ビデオ mean in group 看護師
      27.03883         25.43617
```

>

```
> # 等分散性を仮定した場合
> t.test(不安 ~ 説明, d1, paired=FALSE, var.equal=TRUE)
```

Two Sample t-test

```
data: 不安 by 説明
t = 2.1158, df = 195, p-value = 0.03563
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.1087512 3.0965783
sample estimates:
mean in group ビデオ mean in group 看護師
      27.03883         25.43617
```

>

	A	B	C
1	番号	説明	不安
2	1	ビデオ	26
3	2	看護師	24
4	3	ビデオ	29
5	4	看護師	23
6	5	ビデオ	25
7	6	看護師	23
8	7	ビデオ	37
9	8	看護師	26
10	9	看護師	20
11	10	ビデオ	36
12	11	ビデオ	28
13	12	ビデオ	27
14	13	ビデオ	27
15	14	ビデオ	33
16	15	看護師	38
17	16	ビデオ	30
18	17	看護師	23
19	18	看護師	28
20	19	ビデオ	28
21	20	ビデオ	23

2群の平均値差の効果量の推定

MBESSパッケージにある`conf.limits.nct`関数を利用したオリジナル関数を使うので、あらかじめMBESSパッケージをインストールしておく必要がある。

各群のデータベクトルを作成し、人数、平均、標準偏差をそれぞれ、`n1`, `n2`, `m1`, `m2`, `s1`, `s2`として計算しておく。

信頼係数を`conf.level`オプションで指定できる。デフォルトは0.95。

Hedgesの g とその信頼区間を推定する。

データの対応のあるなしにかかわらず、標準的な標準偏差に対する平均値差の割合を効果量としている。

関数を利用する前に、関数部分を一度実行しておく必要がある。

```
# -----
# Effect Size d

effectD <- function(n1, n2, m1, m2, s1, s2, conf.level=0.95){
  library(MBESS)
  esdf <- n1+n2-2
  ess <- sqrt((n1*s1*s1 + n2*s2*s2)/esdf)
  esg <- (m1-m2)/ess
  esn <- sqrt(n1*n2/(n1+n2))
  est <- esg*esn
  escl <- conf.limits.nct(t.value=est, df=esdf, conf.level=conf.level)
  eslow <- escl$Lower.Limit/esn
  esup <- escl$Upper.Limit/esn
  op <- round(c(esg, eslow, esup), 2)
  esout <- round(c(n1, n2, m1, m2, s1, s2, op), 2)
  names(esout) <- c("n1", "n2", "m1", "m2", "s1", "s2", "G", "Lower", "Upper")
  return(esout)
  detach("package:MBESS")
}
```

```
# -----
```

```
> setwd("i:¥¥Rdocuments¥¥scripts¥¥")
> d1 <- read.table("対応のない2群の平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  番号 説明 不安
1    1 ビデオ 26
2    2 看護師 24
3    3 ビデオ 29
4    4 看護師 23
5    5 ビデオ 25
6    6 看護師 23
>
>
>
> # 各群のデータを抽出
> # data1, data2というオブジェクト名を使うと、記述統計を求める
> # スクリプトと整合する
```

```
> data1 <- d1[d1$説明=="ビデオ", "不安"]
> data2 <- d1[d1$説明=="看護師", "不安"]
>
>
> # 記述統計量
> (n1 <- length(data1))
[1] 103
> (m1 <- mean(data1))
[1] 27.03883
> (s1 <- sd(data1))
[1] 4.315777
> (n2 <- length(data2))
[1] 94
```

	A	B	C
1	番号	説明	不安
2	1	ビデオ	26
3	2	看護師	24
4	3	ビデオ	29
5	4	看護師	23
6	5	ビデオ	25
7	6	看護師	23
8	7	ビデオ	37
9	8	看護師	26
10	9	看護師	20
11	10	ビデオ	36
12	11	ビデオ	28
13	12	ビデオ	27
14	13	ビデオ	27
15	14	ビデオ	33
16	15	看護師	38
17	16	ビデオ	30
18	17	看護師	23
19	18	看護師	28
20	19	ビデオ	28
21	20	ビデオ	23

```

> (m2 <- mean(data2))
[1] 25.43617
> (s2 <- sd(data2))
[1] 6.220947
>

> # 確認
> library(psych)
> describeBy(d1[, c("不安")], d1$説明)

group: ビデオ
  vars   n mean   sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
1     1 103 27.04 4.32    27   27.12 4.45  17 37    20 -0.1    -0.44 0.43
-----
group: 看護師
  vars   n mean   sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
1     1  94 25.44 6.22    25   25.43 5.93   9 40    31 -0.03   -0.15 0.64
>
>

> # 対応のない2群の平均値の検定
> # 等分散性を仮定した場合
> (res1 <- t.test(data1, data2, paired=FALSE, var.equal=TRUE))

      Two Sample t-test

data:  data1 and data2
t = 2.1158, df = 195, p-value = 0.03563
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.1087512 3.0965783
sample estimates:
mean of x mean of y
27.03883  25.43617

>
>
> # 効果量の推定
> # オリジナル関数を利用

> effectD(n1=n1, n2=n2, m1=m1, m2=m2, s1=s1, s2=s2)

      n1     n2     m1     m2     s1     s2     G  Lower  Upper
103.00  94.00  27.04  25.44   4.32   6.22   0.30   0.02   0.58
>
>

```

平均値の非劣性・同等性の検証 — 素データを使う場合

```
t.test(従属変数名 ~ 群分け変数名, data=データフレーム名, conf.level=0.95)
t.test(従属変数名 ~ 群分け変数名, data=データフレーム名, conf.level=0.90)
```

conf.level のデフォルトは0.95なので、95%CIのときは省略してもよい。
 平均値差の95%信頼区間、90%信頼区間 をそれぞれ推定して、大小比較する。
 非劣性マージンはsd/3とするのが一般的。プールした分散を使うか、対照群のsdを使うかは場合による。

```
> setwd("i:¥¥Rdocuments¥¥scripts¥¥")
> d1 <- read.table("平均値の非劣性データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  番号 補習 成績
1    1   あり   55
2    2   あり   82
3    3   あり   51
4    4   あり   40
5    5   あり   47
6    6   あり   51
>

> # 記述統計量
> library(psych)
> describeBy(d1$成績, d1$補習)
group: あり
  vars   n mean   sd median trimmed mad min max range skew kurtosis   se
1    1 188 58.68 9.22    58   58.7 8.9  36  83   47 0.04   -0.02 0.67
-----
group: なし
  vars   n mean   sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
1    1 637 60.26 9.71    60   60.06 10.38  31  88   57 0.15   -0.32 0.38
>
```

```
> # 非劣性を確認したい群データ
> d11 <- d1[d1$補習=="あり",]
>
```

```
> # 基準群データ
> d10 <- d1[d1$補習=="なし",]
>
```

```
> # 平均値差
> mean(d11$成績) - mean(d10$成績)
[1] -1.580355
>
```

```
> # 非劣性マージン： 基準群のSDの1/3
> sd(d10$成績)/3
[1] 3.236035
>
```

```
> # 平均値の非劣性の検証
> #95%信頼区間の推定
> t.test(d11$成績, d10$成績, paired=FALSE, conf.level=0.95)
```

Welch Two Sample t-test

```
data: d11$成績 and d10$成績
t = -2.0397, df = 319.287, p-value = 0.0422
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -3.10471467 -0.05599544
sample estimates:
mean of x mean of y
 58.67553  60.25589
```

```
# -3.236035 ≤ -3.10471467 より、非劣性は言える
```

	A	B	C
1	番号	補習	成績
2	1	なし	58
3	2	なし	40
4	3	あり	51
5	4	なし	56
6	5	なし	47
7	6	あり	48
8	7	あり	59
9	8	なし	76
10	9	なし	69
11	10	なし	58
12	11	あり	67
13	12	あり	47
14	13	なし	66
15	14	なし	45
16	15	なし	72
17	16	なし	67
18	17	なし	60
19	18	なし	52
20	19	なし	58
21	20	なし	49

> #90%信頼区間の推定

> t.test(d11\$成績, d10\$成績, paired=FALSE, conf.level=0.90)

Welch Two Sample t-test

data: d11\$成績 and d10\$成績

t = -2.0397, df = 319.287, p-value = 0.0422

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

90 percent confidence interval:

-2.8584972 -0.3022129

sample estimates:

mean of x mean of y

58.67553 60.25589

-2.0397 < 0 より, 同等以上は言えない

以上より, 補習必要あり群の平均値は, 補習必要なし群の平均値に比べ遜色ない程度 (非劣性) とまでは言えるが, 同等以上とは言えない.

平均値の非劣性・同等性の検証 — 要約統計量を使う場合

自作関数を使う

doutou.m.unpaired(人数0, 平均0, SD0, 人数1, 平均1, SD1)

m1 が m0 に劣らないと言えるかどうかを検証する
非劣性マージンdを指定することもできる。指定しなければ全体のSDを使う。

```
# -----
doutou.m.unpaired<- function(n0, m0, s0, n1, m1, s1, d=NA) {
  dm <- m1 - m0
  n <- n0 + n1
  df <- n - 2
  s <- sqrt(((n0-1)*s0*s0+(n1-1)*s1*s1)/df)
  se <- s * sqrt(1/n0+1/n1)
  t95 <- qt(0.975, df)
  t90 <- qt(0.950, df)
  L95 <- dm - t95 * se
  H95 <- dm + t95 * se
  L90 <- dm - t90 * se
  H90 <- dm + t90 * se
  ZERO <- 0
  if (is.na(d)) d <- s/3
  MINUS_D <- -d
  if (L95 < MINUS_D) KEKKA <- "非劣性は言えない"
  else if ((L95 <= ZERO) & (L90 < ZERO)) KEKKA <- "非劣性まで言える"
  else if ((L95 <= ZERO) & (L90 >= ZERO)) KEKKA <- "同等以上まで言える"
  else if (L95 > ZERO) KEKKA <- "優越性まで言える"
  else KEKKA <- "Error"

  title <- "Equality Test : equality of means"
  statistic.1 <- data.frame(n0, m0, s0, n1, m1, s1, m1-m0, s, d)
  statistic.2 <- data.frame(MINUS_D, L95, L90, ZERO, H90, H95)
  out <- list(title, statistic.1, statistic.2, KEKKA)
  return(out)
}
# -----
>
>
> # m1 が m0 に劣らないと言えるかどうかを検証します
> # 人数 n, 平均値m, 標準偏差s をそれぞれ入力して下さい.
>
> # 基準群
> n0 <- 637
> m0 <- 60.26
> s0 <- 9.71
>
> # 非劣性を検討する群
> n1 <- 188
> m1 <- 58.68
> s1 <- 9.22
>
> # 非劣性マージン
> d <- s0/3
>
> doutou.m.unpaired(n0, m0, s0, n1, m1, s1,d)
[[1]]
[1] "Equality Test : equality of means"

[[2]]
      n0      m0      s0      n1      m1      s1 m1...m0      s      d
1 637 60.26 9.71 188 58.68 9.22 -1.58 9.600859 3.236667

[[3]]
      MINUS_D      L95      L90 ZERO      H90      H95
1 -3.236667 -3.14414 -2.892214 0 -0.2677855 -0.01585977

[[4]]
[1] "非劣性まで言える"
```