

**対応のある 2 標本の t 検定**

2つの標本グループを比較して、変化があるのかどうかを検定したい場合、どのようにするかを考える。2つの標本グループの比較の場合、対応のある場合とない場合の2つのパターンがある。今回は対応のある場合を考える。

**対応のある 2 標本：**

- 同じ対象を 2 回測定
- 前後比較、ペアになっているデータ
- 例：ダイエット前後の体重、勉強前後のテスト点数

**対応のない 2 標本： (Q3300 で学ぶ)**

- 異なる対象を比較
- 例：A 組と B 組、男子と女子

**検定の考え方**

各ペアの差を計算：

$$d_i = (\text{後}) - (\text{前})$$

差の平均  $\bar{d}$  が 0 と異なるか検定する。

**仮説：**

- $H_0 : \mu_d = 0$  (差がない)
- $H_1 : \mu_d \neq 0$  (差がある)

実質的には、差  $d$  を 1 つの変数と見なして **1 標本の t 検定**を行なう。

**対応のある 2 標本の t 検定 (5 ステップ)****Step 1：仮説を立てる**

- $H_0 : \mu_d = 0$  (差がない)
- $H_1 : \mu_d > 0, \mu_d < 0, \text{または } \mu_d \neq 0$
- 有意水準  $\alpha$  を決める (通常 0.05)

**Step 2：各ペアの差を計算**

$$d_i = (\text{後の値}) - (\text{前の値})$$

**Step 3：差の平均と標準偏差を求める**

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i, \quad s_d$$

**Step 4：t 値を計算し判定**

$$t = \frac{\bar{d} - 0}{s_d / \sqrt{n}} = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$$

**Step 5：結論を述べる****例 1**

10人がダイエットプログラムに参加した。開始前と4週間後の体重(kg)は以下のとおりである。「このダイエットプログラムは体重が減少する」と言えるか。有意水準 5% で検定しなさい。

ID	前	後	差
1	68	69	+1
2	72	71	-1
3	65	66	+1
4	70	67	-3
5	75	73	-2
6	62	61	-1
7	69	68	-1
8	71	69	-2
9	66	67	+1
10	73	71	-2

**問 1**

12人の生徒が新しい勉強法を試した。実施前と実施後のテスト点数は以下のとおりである。この新しい勉強法では成績が向上すると言えるか。有意水準5%で検定せよ。

ID	前	後	差
1	65	76	+11
2	70	65	-5
3	62	68	+6
4	68	70	+2
5	72	63	-9
6	58	64	+6
7	75	70	-5
8	64	66	+2
9	69	76	+7
10	66	68	+2
11	71	66	-5
12	63	66	+3

**問 2**

8人が筋力トレーニングプログラムを4週間実施した。トレーニング前後の握力(kg)は以下の表のとおりであった。この筋力トレーニングのプログラムで握力が向上したと言えるか。有意水準5%で検定せよ。

ID	前	後	差
1	42	41	-1
2	38	38	0
3	45	46	+1
4	40	42	+2
5	43	46	+3
6	37	37	0
7	41	42	+1
8	39	40	+1



**問2** 8人が筋力トレーニングプログラムを4週間実施した。トレーニング前後の握力(kg)は以下の表のとおりであった。この筋力トレーニングのプログラムで握力が向上したと言えるか。有意水準5%で検定せよ。

ID	前	後	差
1	42	41	-1
2	38	38	0
3	45	46	+1
4	40	42	+2
5	43	46	+3
6	37	37	0
7	41	42	+1
8	39	40	+1

#### Step 1: 仮説を立てる

$$H_0: \mu_d = 0 \text{ (握力に変化がない)}$$

$$H_1: \mu_d > 0 \text{ (握力が向上した)}$$

#### Step 2: 各ペアの差を計算

表の「差」の列を参照

#### Step 3: 差の平均と標準偏差

$$\bar{d} = 0.875, \quad s_d = 1.246$$

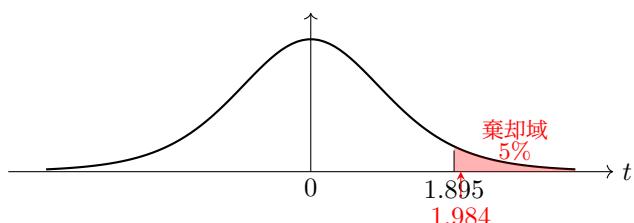
#### Step 4: t値を計算

$$t = \frac{0.875}{1.246/\sqrt{8}} = \frac{0.875}{0.441} \approx 1.984$$

臨界値:

$$t_{0.05}(7) = 1.895$$

$t = 1.984 > 1.895$  なので棄却域に入る。



#### Step 5: 結論 帰無仮説を棄却する。

答: 有意水準5%で、このトレーニングには握力向上の効果があると言える。