

【1-10】結果のまとめ方(統計解析を行い「有意差」を示す)

統計解析

1回の測定結果や、平均値を見比べただけで、数値の差を結論付けるのではなく、異なる条件で調べたデータの間に、偶然ではなく確かな差(有意差)があることを明らかにするための方法

代表的な統計解析の方法

t 検定 … 「異なる条件の間に差はない」と仮説を立てた場合に、その仮説が成り立つ可能性が高いかどうかを判断する方法



メラのすけ さん

4℃と 20℃で pH の値が異なる？
そんなことはない、偶然違っているだけだから。
所詮どちらも一緒に決まっているでしょ。

いや、きっと違うはずだ。
どちらも一緒だなんて、否定したい。



めるあき さん

▲ メラのすけ さんが考えるように、夢の無い仮説を帰無仮説、

めるあき さんが考えるように、希望をもった仮説を対立仮説という。

めるあき君は何とかしたいと思い、meraking 先生に相談したところ、次のように言われました。

帰無仮説を否定したければ、
次の計算をして
 t 値を求めてきなさい。

$$t = \frac{|\text{運動部の平均} - \text{文化部の平均}|}{\sqrt{\frac{\text{運動部の不偏分散}}{\text{運動部のサンプル数}} + \frac{\text{文化部の不偏分散}}{\text{文化部のサンプル数}}}}$$



例題 1. t 値を求めてみよう。

○ある学校は20人1クラスです。運動部に10人、文化部に10人所属しています。

数学の試験について運動部10人と文化部10人の結果は次の通りでした。有意差はあるでしょうか。

運動部

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
①得点	87	76	45	84	94	98	38	57	76	55
③得点ー平均	16	5	-26	13	23	27	-33	-14	5	-16
④ ③の2乗	256	25	676	169	529	729	1089	196	25	256

② 平均 (①の合計)÷(人数)=71

⑤ 不偏分散 (④の合計)÷(人数-1)=438.88… ≒439

※不偏分散は、人数で割る分散と異なり、統計解析の際に使用されます。

文化部

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
①' 得点	73	100	86	75	46	58	61	84	66	81
③' 得点ー平均	0	27	13	2	-27	-15	-12	11	-7	8
④' ③'の2乗	0	729	169	4	729	225	144	121	49	64

②' 平均 (①'の合計÷人数)=73

⑤' 不偏分散 (④'の合計÷(人数-1))=248.22... ≒248

以上より、 t 値を求めると…

$$t = \frac{|\text{運動部の平均} - \text{文化部の平均}|}{\sqrt{\frac{\text{運動部の不偏分散}}{\text{運動部のサンプル数}} + \frac{\text{文化部の不偏分散}}{\text{文化部のサンプル数}}}}$$

(手計算による練習用として)
不偏分散は整数値
分母は小数第三位までの値を使用しましょう

この例について、 t 値 (小数第3位まで) は… 0.241

自由度	有意水準				有意水準		
	0.1	0.05	0.01		0.1	0.05	0.01
1	6.314	12.706	63.657	21	1.721	2.080	2.831
2	2.920	4.303	9.925	22	1.717	2.074	2.819
3	2.353	3.182	5.841	23	1.714	2.069	2.807
4	2.132	2.776	4.604	24	1.711	2.064	2.797
5	2.015	2.571	4.032	25	1.708	2.060	2.787
6	1.943	2.447	3.707	26	1.706	2.056	2.779
7	1.895	2.365	3.499	27	1.703	2.052	2.771
8	1.860	2.306	3.355	28	1.701	2.048	2.763
9	1.833	2.262	3.250	29	1.699	2.045	2.756
10	1.812	2.228	3.169	30	1.697	2.042	2.750
11	1.796	2.201	3.106	31	1.696	2.040	2.744
12	1.782	2.179	3.055	32	1.694	2.037	2.738
13	1.771	2.160	3.012	33	1.692	2.035	2.733
14	1.761	2.145	2.977	34	1.691	2.032	2.728
15	1.753	2.131	2.947	35	1.690	2.030	2.724
16	1.746	2.120	2.921	36	1.688	2.028	2.719
17	1.740	2.110	2.898	37	1.687	2.026	2.715
18	1.734	2.101	2.878	38	1.686	2.024	2.712
19	1.729	2.093	2.861	39	1.685	2.023	2.708
20	1.725	2.086	2.845	40	1.684	2.021	2.704

*自由度: (条件1のデータ数-1)+(条件2のデータ数-1) = 18

有意水準 0.1 (有意水準10%:帰無仮説が10%も起きないことを示す) … 必要な t 値は 1.734 (表より)

0.05 (有意水準5%:帰無仮説が5%も起きないことを示す) … 必要な t 値は 2.101 (表より) ☆推奨

0.01 (有意水準1%:帰無仮説が1%も起きないことを示す) … 必要な t 値は 2.878 (表より)

※有意水準に必要な t 値を上回ることができれば、帰無仮説を否定し、有意差があることが示される。

この例では、帰無仮説を否定 (できた・できなかった)

つまり、運動部と文化部の数学の平均点の差は (有意差がある・有意差はない)

*… t 検定には複数のタイプがあります。本実験は条件の特徴から Welch の t 検定を適用しています。ただし、自由度については同検定による計算が複雑なため、Student の t 検定による自由度を適用しています。Welch の t 検定による自由度を適用すると、有意水準の値が少し高くなる場合があります。

t 値が用意できたら、
この表で
判定しよう。



