

## どちらが良いキャンペーンか？

	購入しなかった期間	購入した期間	全体の訪問数
キャンペーンA	200,000	200	200,200
キャンペーンB	40,000	30	40,030
合計	240,000	230	240,230

	購入しなかった期間	購入した期間	全体の訪問数	購入率
キャンペーンA	200,000	200	200,200	0.100%
キャンペーンB	40,000	30	40,030	0.075%
合計	240,000	230	240,230	0.096%

	購入しない期待値	購入する期待値	全体の訪問数	購入率
キャンペーンA	200,008.3 =200,200×(240,000/240,230)	191.7 =200,200×(230/240,230)	200,200	0.100%
キャンペーンB	39,991.7 =40,030×(240,000/240,230)	38.3 =40,030×(230/240,230)	40,030	0.075%
合計	240,000	230	240,230	0.096%

	購入しない期待値	購入する期待値	全体の訪問数	購入率
キャンペーンA	200,008.3 =200,200×(240,000/240,230)	191.7 =200,200×(230/240,230)	200,200	0.100%
キャンペーンB	39,991.7 =40,030×(240,000/240,230)	38.3 =40,030×(230/240,230)	40,030	0.075%
合計	240,000	230	240,230	0.096%

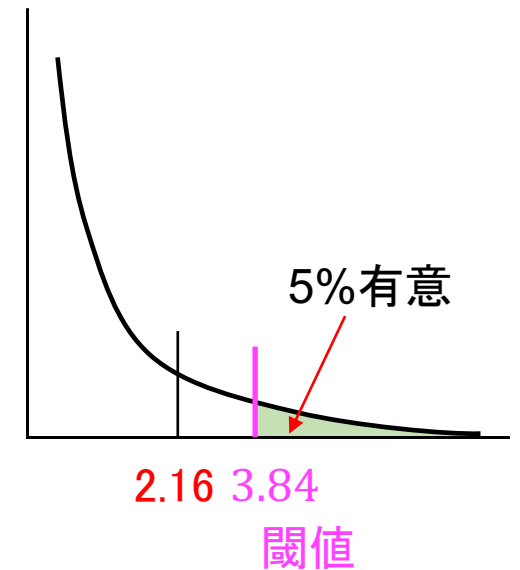
	購入しなかった期間	購入した期間	全体の訪問数
キャンペーンA	200,000	200	200,200
キャンペーンB	40,000	30	40,030
合計	240,000	230	240,230

$$\chi^2 \text{値} = \sum \frac{(\text{期待値} - \text{実測値})^2}{\text{期待値}}$$

$$= \sum \frac{(200,008.3 - 200,000)^2}{200,008.3} + \frac{(39,991.7 - 40,000)^2}{39,991.7} + \frac{(191.7 - 200)^2}{191.7} + \frac{(38.3 - 30)^2}{38.3} = 2.16$$

$$\chi^2(f, \alpha) = \chi^2(2 - 1, 0.05) = \chi^2(1, 0.05) = 3.84$$

2.16 < 3.84なので、  
結論： キャンペーンAとBは、5%の有意水準では有意差があるとは言えない



# $\chi^2$ 分布表

Excel関数は CHIINV(確率,自由度)

$\chi^2$ 分布表

	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.00016	0.00063	0.00393	0.01579	0.06418	0.14847	0.27500	0.45494	0.70833	1.07420	1.64238	2.70554	3.84146	5.41189	6.63490	10.82757
2	0.02010	0.04041	0.10259	0.21072	0.44629	0.71335	1.02165	1.38629	1.83258	2.40795	3.21888	4.60517	5.99146	7.82405	9.21034	13.81551
3	0.11483	0.18483	0.35185	0.58437	1.00517	1.42365	1.86917	2.36597	2.94617	3.66487	4.64163	6.25139	7.81473	9.83741	11.34487	16.26624
4	0.29711	0.42940	0.71072	1.06362	1.64878	2.19470	2.75284	3.35669	4.04463	4.87843	5.98862	7.77944	9.48773	11.66784	13.27670	18.46683
5	0.55430	0.75189	1.14548	1.61031	2.34253	2.99991	3.65550	4.35146	5.13187	6.06443	7.28928	9.23636	11.07050	13.38822	15.08627	20.51501
6	0.87209	1.13442	1.63538	2.20413	3.07009	3.82755	4.57015	5.34812	6.21076	7.23114	8.55806	10.64464	12.59159	15.03321	16.81189	22.45774
7	1.23904	1.56429	2.16735	2.83311	3.82232	4.67133	5.49323	6.34581	7.28321	8.38343	9.80325	12.01704	14.06714	16.62242	18.47531	24.32189
8	1.64650	2.03248	2.73264	3.48954	4.59357	5.52742	6.42265	7.34412	8.35053	9.52446	11.03009	13.36157	15.50731	18.16823	20.09024	26.12448
9	2.08790	2.53238	3.32511	4.16816	5.38005	6.39331	7.35703	8.34283	9.41364	10.65637	12.24215	14.68366	16.91898	19.67902	21.66599	27.87716
10	2.55821	3.05905	3.94030	4.86518	6.17908	7.26722	8.29547	9.34182	10.47324	11.78072	13.44196	15.98718	18.30704	21.16077	23.20925	29.58830

適合度の検定  $\chi^2$ 検定

ある大学で学生50人をランダムに選び、支持政党を調査したところ、下表の結果を得ました。この大学の学生は**特定の政党を支持する傾向を持つ**といえるでしょうか？有意水準0.05で検定しなさい。

政党	A	B	C	D	計
支持数	20	15	10	5	50

帰無仮説:  $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 1 \div 4 = 0.25$  各政党の支持率は等しい

政党	A	B	C	D	計
$n_i$	20	15	10	5	$n = 50$
期待度数	$n \times p_1 = 12.5$	$n \times p_2 = 12.5$	$n \times p_3 = 12.5$	$n \times p_4 = 12.5$	

$$T = \sum \left( \frac{n_i - np_i}{np_i} \right)^2 = \frac{(20-12.5)^2}{12.5} + \frac{(15-12.5)^2}{12.5} + \frac{(10-12.5)^2}{12.5} + \frac{(5-12.5)^2}{12.5}$$

$$T = \sum \frac{(\text{実測度数} - \text{期待度数})^2}{\text{期待度数}} = \frac{7.5^2}{12.5} + \frac{2.5^2}{12.5} + \frac{(-2.5)^2}{12.5} + \frac{(-7.5)^2}{12.5} = 10$$

有意水準0.05 自由度  $f = C - 1 = 4 - 1 = 3$   $\chi^2$ 分布より

$T = 10 > 7.815 = \chi^2(f, \alpha) = \chi^2(3, 0.05)$  より帰無仮説は棄却

よって、この大学では、**各政党の支持率は等しくない(特定の政党を支持する傾向)**

## 独立性の検定 パラメトリック検定 → $\chi^2$ 検定

ある都市の有権者200名について、支持政党と性別を調査したところ、下表の結果を得ました。性別と支持政党は関連があるといえるでしょうか？有意水準0.05で検定しなさい。

		支持政党		
		A	B	C
性別	男	50	20	10
	女	30	40	50

**帰無仮説：** 2つの分類項目は独立で関連がない(期待度数との差がない)

		支持政党			合計
		A	B	C	
性別	男	0.16	0.12	0.12	0.4
	女	0.24	0.18	0.18	0.6
合計		0.4	0.3	0.3	1.0

		期待度数			合計
		A	B	C	
性別	男	32	24	24	80
	女	48	36	36	120
合計		80	60	60	200

$$T = \sum \frac{(\text{実測度数} - \text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

$$T = \sum_{j=1}^A \sum_{i=1}^B \frac{(n_{ij} - \frac{n_j \times n_i}{n})^2}{\frac{n_j \times n_i}{n}}$$

$$T = \frac{(50 - 80 \times 80 \div 200)^2}{80 \times 80 \div 200} + \frac{(20 - 60 \times 80 \div 200)^2}{60 \times 80 \div 200} + \frac{(10 - 60 \times 120 \div 200)^2}{60 \times 120 \div 200} = 31.6$$

自由度  $f = (A - 1)(B - 1) = (2 - 1)(3 - 1) = 2$  有意水準0.05のとき

$$T = 31.6 > 5.991 = \chi^2(f, \alpha) = \chi^2(2, 0.05)$$

帰無仮説を棄却する。性別と支持政党は独立でない。性別により支持政党が異なる傾向がある。