

分散分析 (概要)

要因や水準といった分散分析に関する基本的な話、そして分散分析の仮定についての話はここでは割愛する。仮定は基本的に重回帰分析の場合と同様である。

(詳細については清水先生の HP (<http://norimune.net/1761>))

なお、1 要因 2 水準の参加者計画に基づきデータについて統計的検定を行うときは Welch の検定を用いる。検定の二重性の問題を回避するためである。 t 検定は各群のデータの分散が等分散であると主張できる場合のみ用いる。

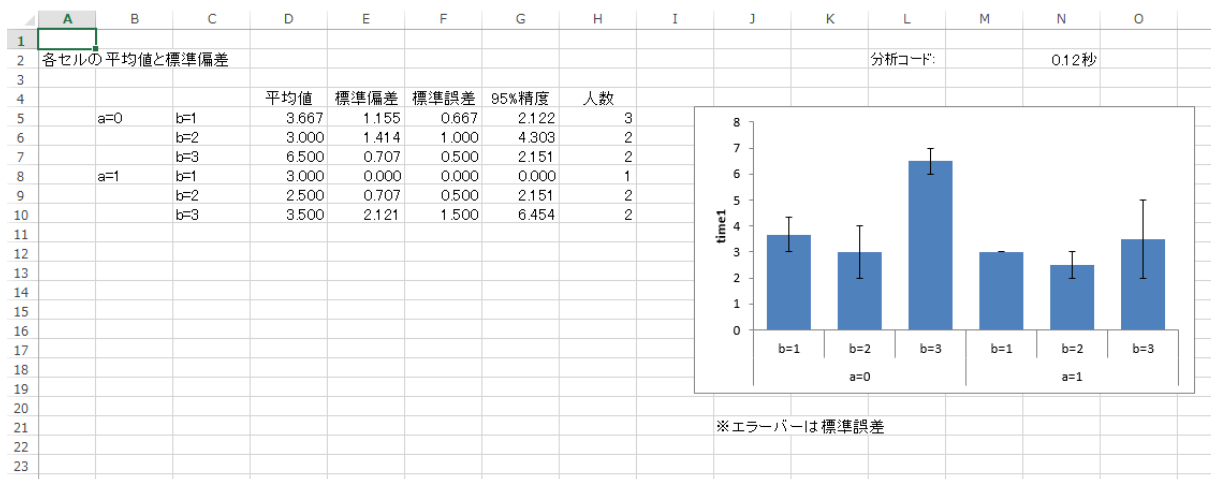
○2×3 の参加者間計画に基づくデータについて分散分析を行う場合 (HAD_sample_data.xls の anova シートを使用), 具体的には a と b という参加者間要因が time1 という従属変数に及ぼす影響を検討する場合

① 以下の形でセッティングする。

The screenshot shows the HAD software interface for ANOVA setup. The interface is a spreadsheet-like grid with various input fields and buttons. Red boxes highlight specific settings: '回帰分析' (Regression Analysis) is selected in the analysis type menu; '分散分析' (ANOVA) is selected in the model type menu; '出力を上書きしない' (Do not overwrite output) is checked. A blue callout box points to the 'スライス' (Slice) variable 'a' in the model field, stating 'これはスライス変数 (調整変数) が a の場合の例' (This is an example of a slice variable (adjustment variable) being a).

② 「各セルの平均値」をクリックする。CellMean シートが出てくる。各セルの人数や平均等の情報が検定を行う前に分かる。今回の場合、人数が少ないので本来は分析するべきではない。

(次頁に出力結果を記載)



- ③ 「オプション」をクリックして、分散分析のタブで「デフォルト設定」をクリックする。**HADでは検出力を考慮した設定を行っているが、意図があって設定を修正したいのであれば変更は可能。関連して、主効果や多重比較の有意水準を0.05（デフォルト設定）から0.10等の他の基準に変更することも可能。**ただし、帰無仮説検定では、有意か否かの二項論理の考え方をを用いており、有意水準を事前に設定しておかないといけないという前提がある。そのために、基本的にデフォルト設定をすすめる。多重比較の方法等、設定内容について深く知りたい場合は、「検索したい語句+HAD」といったキーワード検索で清水先生のHPにアクセスするように。

- ④ 「分析」をクリックする。AnovaシートとSliceシートが出力される。

Anovaシート

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2		分散分析										分析コード:	0.15秒	
3														
4		モデル	time1	←	a	b	a*b							
5		モデル適合												
6														
7			SS	df	MS	F値	p値							
8		モデル	20.083	5	4.017	2.370	.162							
9		誤差	10.167	6	1.694									
10		全体	30.250	11										
11														
12														
13			R	R ²	Adjust R ²	AIC	AICC	BIC						
14		適合指標	.815	.664	.384	46.07	62.87	46.97						
15														
16														
17		要因の効果(タイプIII平方和)												
18														
19		変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F値	偏η ²	95%CI	p値	
20		a	5.208	5.208	1.694	1	6	1	6	3.074	.339	.000, .653	.130	
21		b	10.765	5.383	1.694	2	6	2	6	3.177	.514	.000, .713	.115	
22		a*b	3.765	1.883	1.694	2	6	2	6	1.111	.270	.000, .556	.389	
23														
24														

出力結果の見方は重回帰分析の場合と同様

要因の効果部分における用語の解説

SS：各主効果・交互作用の平方和

MS：各主効果・交互作用の平均平方和

MSe：誤差平方和

df1：各主効果・交互作用の自由度

df2：誤差自由度

偏η²：効果量のひとつ（詳細は省略）※

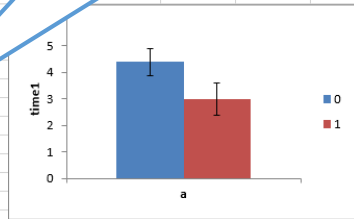
※伝えるための心理統計（勁草書房）を読むことをすすめる

Anova シートの続き

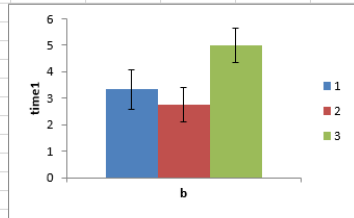
ただし、今回の分析では各要因の主効果は有意ではないのでチェックする必要なし。Sliceシートも同様。交互作用が有意ではないため。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
25	推定平均と多重比較									
26	全体平均									
27		平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値		
28	水準	4.389	0.501	3.163	5.615	6	8.760	.000		
29	切片	3.694	0.396	2.725	4.664	6	9.327	.000		
30	要因 a									
31	水準ごとの平均値									
32	水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値		
33	0	4.389	0.501	3.163	5.615	6	8.760	.000		
34	1	3.000	0.614	1.498	4.502	6	4.889	.003		
35	多重比較 (調整法 = Holm法)									
36	水準の組	差	標準誤差	効果量 g	95%CI	df	t値	p値	調整p値	主効果p値
37	0-1	1.389	0.792	.985	-0.159, 2.1	6	1.753	.130	n.s.	.130
38	要因 b									
39	水準ごとの平均値									
40	水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値		
41	1	3.333	0.752	1.494	5.172	6	4.435	.004		
42	2	2.750	0.651	1.157	4.343	6	4.225	.006		
43	3	5.000	0.651	3.407	6.593	6	7.682	.000		
44	多重比較 (調整法 = Holm法)									
45	水準の組	差	標準誤差	効果量 g	95%CI	df	t値	p値	調整p値	主効果p値
46	1-2	0.583	0.994	.390	-0.835, 1.6	6	0.587	.579	n.s.	.115
47	1-3	-1.667	0.994	-1.113	-2.473, 0.2	6	-1.676	.143	n.s.	.115
48	2-3	-2.250	0.920	-1.503	-2.978, -0.	6	-2.444	.050	n.s.	.115

要因 a の多重比較の有意性検定の結果 (ただし、2水準なので“多重”比較ではない)



※エラーバーは標準誤差



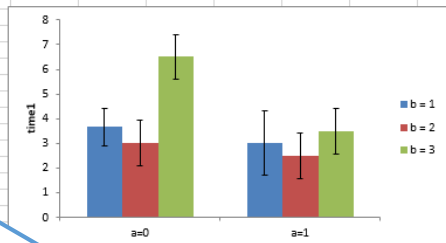
※エラーバーは標準誤差

Slice シート

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	単純主効果の検定																
2	従属変数																
3	群分けする変数																
4	time1																
5	a																
6	要因の単純効果(タイプIII平方和)																
7	※MS _e = プールされた誤差項																
8	スライス	変数名	SS	MS	MS _e	df1	df2	補正df1	補正df2	F値	偏 ²	95%CI	p値				
9	a=0	b	14.262	7.131	1.694	2	6	2	6	4.208	.678	.000, .754	.072 +				
10	a=1	b	1.000	0.500	1.694	2	6	2	6	0.295	.228	.000, .379	.755				
11	推定平均と多重比較																
12	※参加者内要因の多重比較 = ペアごとの誤差項																
13	要因 b																
14	a=0																
15	水準ごとの平均値																
16	水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値									
17	1	3.667	0.752	1.828	5.506	6	4.879	.003									
18	2	3.000	0.920	0.748	5.252	6	3.259	.017									
19	3	6.500	0.920	4.248	8.752	6	7.062	.000									
20	多重比較 (調整法 = Holm法)																
21	水準の組	差	標準誤差	効果量 g	95%CI	df	t値	p値	調整p値	主効果p値							
22	1-2	0.667	1.188	.836	-1.841, 3.3	6	0.561	.586	n.s.	.079							
23	1-3	-2.833	1.188	-1.939	-3.964, 0.0	6	-2.384	.064	n.s.	.079							
24	2-3	-3.500	1.302	-2.395	-5.141, 0.3	6	-2.689	.036	n.s.	.079							
25	a=1																
26	水準ごとの平均値																
27	水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値									
28	1	3.000	1.302	-0.185	6.185	6	2.305	.061									
29	2	2.500	0.920	0.248	4.752	6	2.716	.035									
30	3	3.500	0.920	1.248	5.752	6	3.803	.009									
31	多重比較 (調整法 = Holm法)																
32	水準の組	差	標準誤差	効果量 g	95%CI	df	t値	p値	調整p値	主効果p値							
33	1-2	0.500	1.594	.269	-1.153, 1.6	6	0.314	.764	n.s.	.755							
34	1-3	-0.500	1.594	.000	0.000, 0.000	6	-0.314	.764	n.s.	.755							
35	2-3	-1.000	1.302	.000	0.000, 0.000	6	-0.768	.471	n.s.	.755							

今回はデフォルト設定で g の効果量が表記されている。

こちらは要因 b の場合



※エラーバーは標準誤差

a の水準別における b の要因の効果 (= b の単純主効果) の有意性検定の結果。「1-2」・「1-3」・「2-3」の水準間で比較した結果が示されている。左隣りの赤枠も見方は同様

○2×3×4の混合計画に基づくデータについて分散分析を行う場合（HAD_sample_data.xlsのanovaシートを使用）

① 以下の形でセッティングする。基本的なセッティングのパターンは参加者間計画の場合と同様。ここではaとbを参加者間要因、time1からtime4を「c」という参加者内要因として考えている。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	変数名	ID	a	b	time1	time2	time3	time4							
2															
3	分析		選択セルを使用		統制変数を投入		変数を左につめる			○ 変数情報	変数の作成		シート管理		
4										● 回帰分析		データセット		HADの設定	
5										○ 因子分析					
6	データシート														
7															
8	使用変数	ID	a	b	time1	time2	time3	time4							
9															
10															
11	分散分析		目的変数を投入		主効果を全投入		交互作用を全投入			オプション		分析実行		<input type="checkbox"/> フィルタをオフにする	
12														<input checked="" type="checkbox"/> 出力を上書きしない	
13															
14															
15	目的変数→	time1	time2	time3	time4	\$	c								
16															
17	モデル→	a	b	c	a*b	a*c	b*c	a*b*c							
18															
19	共変量→														
20															
21	反復測定→														
22															
23	スライス→	a	b							スライスに投入	各セルの平均値		<input type="checkbox"/> 共変量を中心化	<input type="checkbox"/> 一般化効果量	
24													<input type="checkbox"/> 名義有意水準を表示	<input type="checkbox"/> 不偏推定効果量	
25															
26	モデル保存	<input type="radio"/> 回帰分析	<input checked="" type="radio"/> 分散分析							線形モデル	<input type="radio"/> 階層線形モデル				
27															
28	変数情報	フィルタ	値	ラベル	@変										
29															
300	ID														
301	a														
302	b														
303	time1														
304	time2														
305	time3														
306	time4														
307															
308															

「\$」のうしろに、「c」と入力すると「参加者内要因」の名前がHAD上で「c」と設定されたことになる

3 要因交互作用の場合、多重比較を行うためにはスライス変数を2つ設定する必要がある※

※もし3要因分散分析を行ったときに2要因交互作用が有意になった場合はスライス変数を任意のひとつの要因に設定する。

② 「各セルの平均値」をクリックする。チェック箇所は参加者間計画の場合と同様。

③ 「オプション」をクリックして、分散分析のタブで「デフォルト設定」をクリックする。

④ 「分析」をクリックする。AnovaシートとSliceシートが出力される。今回の場合、cの主効果とaとcの交互作用が有意である。言い換えれば、スライス変数を2つ設定している場合のSliceシートの結果は特に算出する必要がないということになる。必要なのはaとcの交互作用についての単純主効果の結果を示したSliceシートである。

(次頁にAnovaシートの出力結果を記載)

モデル	time1	time2	time3	time4	a	b	c	a*b	a*c	b*c	a*b*c
SS	130.500	23	5.674	F値	---	---					
誤差(ID)	25.542	6	4.257	p値							
誤差(c)	24.958	18	1.387								
全体	181.000	47									
適合指標	R ² : .849	R ² : .721	Adjust R ² : .454	AIC: 307.37	AIOCC: 359.55	BIC: 350.28					

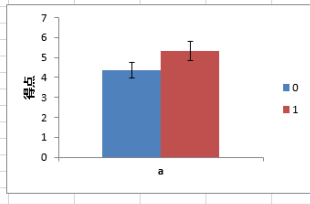
変数名	W	χ ² 値	df	p値	C-M	H-F	G-G
c	.157	8.743	5	.120	4.23	.588	.478

参加者内要因を扱う分散分析の場合、球面性の仮定が満たされる必要がある。球面性の仮定とは、各群間の差の分散がすべて等しい、という仮定である。ただ、HADでは球面性の仮定についての有意性検定を行わず、C-M(Chi-Muller)法を用いた補正をデフォルト設定にしている。この値が1以上であるときは要因の効果についての自由度はdf1とdf2を、1未満の場合は補正df1とdf2を用いた検定を行っている。今回の場合「0.423」であるため、補正df1とdf2を検定に用いている。

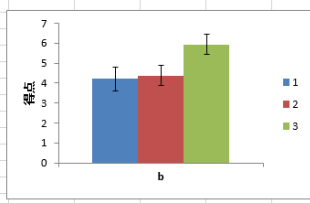
変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F値	偏η ²	95%CI	p値
a	10.502	10.502	4.257	1	6	1	6	2.467	.291	.000, .528	.167
b	27.373	13.687	4.257	2	6	2	6	3.215	.517	.000, .653	.112
c	36.523	12.174	1.387	3	18	1.27	7.62	8.780	.594	.284, .825	.016 *
a*b	0.078	0.039	4.257	2	6	2	6	0.009	.003	.000, .000	.991
a*c	95.923	11.974	1.387	3	18	1.27	7.62	8.636	.590	.277, .823	.016 *
b*c	5.831	0.972	1.387	6	18	2.54	7.62	0.701	.189	.000, .450	.557
a*b*c	9.945	1.658	1.387	6	18	2.54	7.62	1.195	.285	.000, .579	.366

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
水準	4.840	0.314	4.072	5.608	6	15.419	.000
切片							

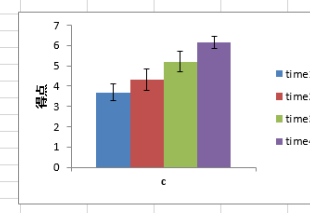
水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
0	4.347	0.397	3.376	5.319	6	10.948	.000
1	5.333	0.486	4.143	6.523	6	10.967	.000



水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
1	4.206	0.596	2.751	5.666	6	7.066	.000
2	4.375	0.516	3.113	5.637	6	8.482	.000
3	5.838	0.516	4.675	7.200	6	11.511	.000



水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
time1	3.694	0.396	2.725	4.664	6	9.327	.000
time2	4.333	0.527	3.044	5.623	6	8.222	.000
time3	5.194	0.499	3.972	6.417	6	10.400	.000
time4	6.139	0.308	5.384	6.894	6	19.900	.000



cの主効果が有意であるため、この欄にある多重比較の結果を参照する。time1とtime4に有意差がある

ちなみに、Slice のシート (の一部) は以下の通り。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2	単純主効果の検定											分析コード: _____	1.16秒		
3															
4		従属変数		time1	time2	time3	time4								
5		群分けする変数		a	b										
6															
7															
8	球面性の検定														
9															
10		スライス	変数名	W	χ^2 値	df	p値	C-M	H-F	G-G	下限				
11		a=0, b=1	c	.157	8.743	5	.120	.483	.531	.478	.888				
12		a=0, b=2	c	.157	8.743	5	.120	.483	.531	.478	.888				
13		a=0, b=3	c	.157	8.743	5	.120	.483	.531	.478	.888				
14		a=1, b=1	c	.157	8.743	5	.120	.483	.531	.478	.888				
15		a=1, b=2	c	.157	8.743	5	.120	.483	.531	.478	.888				
16		a=1, b=3	c	.157	8.743	5	.120	.483	.531	.478	.888				
17															
18															
19	要因の単純効果(タイプIII平方和) ※MSe = プールされた誤差項, 球面性逸脱に対する自由度補正 = C-M														
20		スライス	変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F値	偏 η^2	95%CI	p値	
21		a=0, b=1	c	0.667	0.222	1.387	3	18	1.45	8.69	0.160	.074, .000, .460	.787		
22		a=0, b=2	c	3.375	1.125	1.387	3	18	1.45	8.69	0.811	.448, .000, .829	.437		
23		a=0, b=3	c	8.000	2.667	1.387	3	18	1.45	8.69	1.923	.658, .000, .897	.204		
24		a=1, b=1	c	12.750	4.250	1.387	3	18	1.45	8.69	3.065	1.000, .000, .961	.107		
25		a=1, b=2	c	25.375	8.458	1.387	3	18	1.45	8.69	6.100	.859, .486, .954	.028 *		
26		a=1, b=3	c	34.375	11.458	1.387	3	18	1.45	8.69	8.264	.892, .676, .964	.014 *		
27															
28															

cの単純主効果の結果, 「aが1, bが2」の条件, 「aが1, bが3」の条件で単純主効果が有意

スライス	変数名	SS	MS	MSe	df1	df2	補正df1	補正df2	F値	偏 η^2	95%CI	p値
a=0, b=1	c	0.667	0.222	1.387	3	18	1.45	8.69	0.160	.074, .000, .460	.787	
a=0, b=2	c	3.375	1.125	1.387	3	18	1.45	8.69	0.811	.448, .000, .829	.437	
a=0, b=3	c	8.000	2.667	1.387	3	18	1.45	8.69	1.923	.658, .000, .897	.204	
a=1, b=1	c	12.750	4.250	1.387	3	18	1.45	8.69	3.065	1.000, .000, .961	.107	
a=1, b=2	c	25.375	8.458	1.387	3	18	1.45	8.69	6.100	.859, .486, .954	.028 *	
a=1, b=3	c	34.375	11.458	1.387	3	18	1.45	8.69	8.264	.892, .676, .964	.014 *	

a=1, b=2

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
time1	2.500	0.920	0.248	4.752	6	2.716	.014
time2	4.500	1.225	1.503	7.497	6	3.674	.002
time3	5.000	1.161	2.160	7.840	6	4.308	.000
time4	7.500	0.717	5.746	9.254	6	10.462	.000

「aが1, bが2」の条件における多重比較の結果 (調整 p 値を参照)

多重比較	差	標準誤差	効果量 g	95%CI	df	t値	p値	調整p値
time1 - time2	-2.000	0.514	-5.222	-14.584, 4.	6	-3.893	.008	.040 *
time1 - time3	-2.500	1.500	-.964	-2.430, 0.5	6	-1.667	.147	n.s.
time1 - time4	-5.000	1.143	-2.449	-5.097, 0.1	6	-4.376	.005	.028 *
time2 - time3	-0.500	1.559	-.169	-1.302, 0.9	6	-0.321	.759	n.s.
time2 - time4	-3.000	1.196	-1.208	-2.838, 0.4	6	-2.508	.046	n.s.
time3 - time4	-2.500	0.799	-1.047	-2.566, 0.4	6	-3.128	.020	n.s.

a=1, b=3

水準	平均値	標準誤差	95%下限	95%上限	df	t値	p値
time1	3.500	0.920	1.248	5.752	6	3.803	.001
time2	5.500	1.225	2.503	8.497	6	4.491	.000
time3	7.500	1.161	4.660	10.340	6	6.462	.000
time4	9.000	0.717	7.246	10.754	6	12.555	.000

「aが1, bが3」の条件における多重比較の結果 (調整 p 値を参照)

多重比較	差	標準誤差	効果量 g	95%CI	df	t値	p値	調整p値
time1 - time2	-2.000	0.514	-.746	-2.063, 0.5	6	-3.893	.008	.040 *
time1 - time3	-4.000	1.500	-1.543	-3.425, 0.3	6	-2.667	.037	n.s.
time1 - time4	-5.500	1.143	-2.694	-5.562, 0.1	6	-4.814	.003	.018 *
time2 - time3	-2.000	1.559	-.677	-1.979, 0.6	6	-1.283	.247	n.s.
time2 - time4	-3.500	1.196	-1.409	-3.187, 0.3	6	-2.926	.026	n.s.
time3 - time4	-1.500	0.799	-.628	-1.906, 0.6	6	-1.877	.110	n.s.

これらの以外のパターンで分散分析を実施するときは、清水先生の HP の分散分析に関する記事 (<http://norimune.net/650>) や **HAD12** のユーザーズガイドの 36 頁から 38 頁を参照すること。