

詳細パンフレット

# StatLight<sup>#06</sup> 分散分析

・分散分析手法メニュー

英語	日本語
1-ANOVA : Completely randomized design	一元配置：完全無作為化法
Randomized block design	乱塊法
2-ANOVA : Completely randomized design	二元配置：完全無作為化法
Randomized block design	乱塊法
Split-plot of design	分割法
Nested of design	枝分かれ法
3-ANOVA : Completely randomized design	三元配置：完全無作為化法
Randomized block design	乱塊法
Split-plot of design	分割法
Nested of design	枝分かれ法
Standard Latin-square design	ラテン方格
2-Crossing over design	2水準交叉試験
3-Crossing over design	3水準交叉試験
L2N : Completely randomized design	2 n型直交表：完全無作為化法
Randomized block design	乱塊法
L3N : Completely randomized design	3 n型直交表：完全無作為化法
Randomized block design	乱塊法

### 一元配置 完全無作為化法

1 因子がA、因子の水準数がa、各水準の繰り返し数がnの標本モデルについて、A因子の水準の効果を調べる。

帰無仮説 H0：各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1：各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式  $y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$

ij：観測値     $\mu$ ：全体の平均値     $\alpha_i$ ：A*i*水準間の効果     $e_{ij}$ ：誤差

一元配置 完全無作為化法 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
A	$S_a$	$a-1$	$V_a = S_a / (a-1)$	$V_a / V_e$
e	$S_e$	$e=n-a$	$V_e = S_e / (n-a)$	
T	$S_T$	$T=n-1$		

例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAND117.xls)

>:A:9									
156	153	158	153	137	152	147	152	151	
155	153	152	146	139	116	146	*	157	
156	152	152	138	141	124	136		155	*
157	156	152	152	141	143	155		150	
154	158	151	140	143	139	147		137	143
155	151	151	146	133	154	152		125	*
154	151	157	156	147	141	142		146	114
153	150	147	142	144	139	150		149	146
152	148	155	147	151	*	150		144	144
155	157	146	153	156	146	147		150	143
1-way:Complete	ly randomized	design				Next: 1			
No.	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Probability			
	A	2069.39302	8	258.67413	4.68139	0.00011***			
	Error	4254.70000	77	55.25584					
	Total	6324.09302	85						
Mean and confi	dence limit				2-side	95 percent			
Main effect	Upper Confi-	Estimated	Lower confi-						
	dence limit	Mean	dence limit						
A 1	150.0192	154.7000	159.3808						
A 2	148.2192	152.9000	157.5808						
A 3	147.4192	152.1000	156.7808						
A 4	142.6192	147.3000	151.9808						
A 5	138.5192	143.2000	147.8808						
A 6	134.3994	139.3333	144.2673						
A 7	142.5192	147.2000	151.8808						
A 8	140.3994	145.3333	150.2673						
A 9	137.0168	142.2500	147.4832						
Main effect :	Dunnnett multip	le comparison	Test			0-side			
Comparison	Difference mean	Critical value	Statistic	5 percent table value	1 percent table value	Probability			
A 1 vs A 2	1.8000	9.0243	0.5415	2.7146	3.2994	0.7185			
A 1 vs A 3	2.6000	9.0243	0.7821	2.7146	3.2994	0.6118			
A 1 vs A 4	7.4000	9.0243	2.2260	2.7146	3.2994	0.0785			
A 1 vs A 5	11.5000	10.9683	3.4593	2.7146	3.2994	0.0031**			
A 1 vs A 6	15.3667	0.0000	4.4992	2.7146	3.2994	0.0001***			
A 1 vs A 7	7.5000	9.0243	2.2561	2.7146	3.2994	0.0737			
A 1 vs A 8	9.3667	9.2716	2.7425	2.7146	3.2994	0.0236*			
A 1 vs A 9	12.4500	11.6337	3.5309	2.7146	3.2994	0.0025**			

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 一元配置 乱塊法

1 回毎に各水準の観測順序を無作為に行い、繰り返しによる偏りを少なくする方法を乱塊法という。

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。

対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式  $ij = \mu + i + j + e_{ij}$

ij : 観測値     $\mu$  : 全体の平均値    i : 水準の効果    j : ブロックの効果     $e_{ij}$  : 誤差

一元配置 乱塊法 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
----	-------	---------	---------	-------

R	Sr	r=r-1	Vr= Sr / r	Vr / Ve
A	Sa	a=a-1	Va= Sa / a	Va / Ve
e	Se	e=(a-1)(r-1)	Ve= Se / e	
T	ST	T=ar-1		

### 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAND121.xls)

>:A:5  
>:R:8

101	83	108	74	87
150	198	183	145	140
88	95	90	112	50
135	100	71	58	52
60	52	62	75	52
108	68	82	77	65
120	114	85	104	73
145	68	114	67	63

1-way:Randomiz No.	Factor	Sum of square	DF	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
	R	31685.50000	7	4526.50000	11.03328	0.00000***
	A	7126.35000	4	1781.58750	4.34259	0.00739**
	Error	11487.25000	28	410.25893		
	Total	50299.10000	39			
Mean and confi dence limit					2-side	95 percent
Main effect	Upper Confi- dence limit	Estimated Mean	Lower confi- dence limit			
A 1	98.7060	113.3750	128.0440			
A 2	82.5810	97.2500	111.9190			
A 3	84.7060	99.3750	114.0440			
A 4	74.3310	89.0000	103.6690			
A 5	58.0810	72.7500	87.4190			
Main effect: Comparison	Dunnett multip Difference mean	Comparison Critical value	test Statistic	5 percent table value	1 percent table value	0-side Probability
A 1 vs A 2	16.1250	26.2130	1.5922	2.5883	3.2734	0.1669
A 1 vs A 3	14.0000	26.2130	1.3824	2.5883	3.2734	0.2303
A 1 vs A 4	24.3750	26.2130	2.4068	2.5883	3.2734	0.0350*
A 1 vs A 5	40.6250	0.0000	4.0114	2.5883	3.2734	0.0006***

©2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 二元配置 完全無作為化法

2因子がAおよびB、それぞれ因子の水準数がaおよびb、a bの組合わせをn回繰り返す標本モデルについて、各因子の主効果、交互作用効果を調べる。

帰無仮説H0：各要因の水準間の効果は等しい。  
対立仮説H1：各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式 
$$ijk = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

ijk : 観測値                                      μ : 全体の平均値                                      α<sub>i</sub> : A<sub>i</sub>の主効果                                      β<sub>j</sub> : B<sub>j</sub>の主効果  
(αβ)<sub>ij</sub> : A × Bの交互作用                                      e<sub>ijk</sub> : 誤差

二元配置 完全無作為化法 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F	平均平方の期待値
A	S <sub>a</sub>	a-1	V <sub>a</sub>	V <sub>a</sub> / V <sub>e</sub>	e <sup>2</sup> + b n <sub>a</sub> a <sup>2</sup>
B	S <sub>b</sub>	b-1	V <sub>b</sub>	V <sub>b</sub> / V <sub>e</sub>	e <sup>2</sup> + a n <sub>b</sub> b <sup>2</sup>
A*B	S <sub>a*b</sub>	a*b-(a-1)(b-1)	V <sub>a*b</sub>	V <sub>a*b</sub> / V <sub>e</sub>	e <sup>2</sup> + n <sub>a*b</sub> a*b <sup>2</sup>
e	S <sub>e</sub>	e=ab(n-1)	V <sub>e</sub>		e <sup>2</sup>
全体	ST	T=abn-1			

### 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAND127.xls)

>:a:3  
>:b:3  
>:r:7

236	137	210
245	234	149
293	212	264
294	178	85
210	231	237
268	250	208
248	235	173
160	146	210
289	243	257
217	178	145
220	231	139
255	290	242
251	250	32
289	208	257
286	253	238
263	138	228
213	221	168
264	256	193
240	209	162
229	181	151
232	240	180

2-way:Complete No.	Factor	ly randomized Sum of square	design DF.	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
2	B	32518.60317	2	16259.30159	10.31436	0.00016***
3	A	38706.12698	2	19353.06349	12.27694	0.00004***
6	AB	9450.63492	4	2362.65873	1.49879	0.21551
7	Error	85124.28571	54	1576.37566		
8	Total	165799.65079	62			
Main effect : Comparison	Dunnett multip mean	le comparison Critical value	test Statistic	5 percent table value	1 percent table value	0-side Probability
B 1 vs B 2	26.1429	27.8300	2.1336	2.2713	2.9099	0.0338*
B 1 vs B 3	19.7143	27.8300	1.6090	2.2713	2.9099	0.0981
A 1 vs A 2	23.1429	27.8300	1.8888	2.2713	2.9099	0.0570
A 1 vs A 3	0.9048	27.8300	0.0738	2.2713	2.9099	0.6369

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 二元配置 乱塊法

2 因子が A および B、それぞれ因子の水準数が a および b、a b の組合わせを r 回繰り返す標本モデルについて、各因子の主効果、交互作用効果を調べる。

帰無仮説 H<sub>0</sub> : 各要因の水準間の効果は等しい。

対立仮説 H<sub>1</sub> : 各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式  $ijk = \mu + i + j + (ij) + k + e_{ijk}$

ijk : 観測値       $\mu$  : 全体の平均値      i : Aiの主効果  
 j : Bjの主効果      (ij) : A x Bの交互作用      k : 繰り返し間の効果      eijk : 誤差

二元配置 繰り返しを乱塊法でいれた分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F	平均平方の期待値
R	Sr	r-1	Vr	Vr / Ve	$e^2 + a b r^2$
A	Sa	a-1	Va	Va / Ve	$e^2 + b r A^2$
B	Sb	b-1	Vb	Vb / Ve	$e^2 + a r B^2$
A*B	Sa*b	a*b-(a-1)(b-1)	Va*b	Va*b / Ve	$e^2 + r a*b^2$
e	Se	e=(ab-1)(r-1)	Ve		e <sup>2</sup>
全体	ST	T=abr-1			

例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAND132.xls)

>:A:3  
>:B:4  
>:R:2

108	121	108					
96	96	105					
101	112	120					
117	118	130					
125	124	107					
89	136	110					
127	122	137					
118	125	136					
2-way:Randomiz	ed block design	n				Next: 1	
No.	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Probability	
1	R	640.66667	1	640.66667	7.64906	0.01837*	
2	B	1155.66667	3	385.22222	4.59925	0.02549*	
3	A	438.08333	2	219.04167	2.61519	0.11772	
6	AB	849.58333	6	141.59722	1.69056	0.21313	
7	Error	921.33333	11	83.75758			
8	Total	4005.33333	23				
Main effect :	Dunnett multip	le comparison	test				0-side
Comparison	Difference	Critical	Statistic	5 percent	1 percent	Probability	
	mean	value		table value	table value		
R 1 vs R 2	10.3333	-1.#IND	2.7657	-1.#IND	-1.#IND	0.0056**	
B 1 vs B 2	10.1667	14.3566	1.9241	2.7171	3.6493	0.0822	
B 1 vs B 3	4.3333	14.3566	0.8201	2.7171	3.6493	0.4035	
B 1 vs B 4	8.5000	14.3566	1.6087	2.7171	3.6493	0.1405	
A 1 vs A 2	9.1250	11.5863	1.9941	2.5320	3.4517	0.0527	
A 1 vs A 3	9.0000	11.5863	1.9668	2.5320	3.4517	0.0555	

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

二元配置 分割型実験

実験単位を1次、2次などに分割し、それぞれの単位に因子を割り付けた配置を分割型実験という。分割型実験ではいろいろな組み合わせの実験計画が作成できるが、本プログラムの分散分析表では R A B RA RB AB E Tの因子の表を作成する。

本プログラムは、A因子、B因子に対し、1次単位または2次単位を乱塊法で割り付けた場合の分散分析表となっている。また、1次単位を完全無作為化法、2次単位を乱塊法と異なる方法で

割り付けた場合は、不要な因子を対応する単位残差に併合する必要がある。

なお、本プログラムでは併合（プーリング）機能を内在しているが、使用不可となっている。

帰無仮説 H0：各要因の水準間の効果は等しい。

対立仮説 H1：各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式  $ijk = \mu + a + r + e_{ar1} + b + ( )_{ij} + e_{abr2}$

ijk : 観測値             $\mu$  : 全体の平均値            a : Aaの主効果  
 b : Bbの主効果        ( ) ij : A x Bの交互作用            r : 繰り返し間の効果  
 e<sub>ar1</sub> : 1次単位誤差    e<sub>abr2</sub> : 2次単位誤差

二元配置 分割型実験 分散分析表 (1方向分割)

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
R	S <sub>r</sub>	r=r-1	V <sub>r</sub>	V <sub>r</sub> / V <sub>rae</sub>
A	S <sub>a</sub>	a=a-1	V <sub>a</sub>	V <sub>a</sub> / V <sub>rae</sub>
RA	S <sub>ra</sub>	a=(a-1)(r-1)	V <sub>ra</sub>	V <sub>ra</sub> / V <sub>rab</sub>
B	S <sub>b</sub>	b=b-1	V <sub>b</sub>	V <sub>b</sub> / V <sub>rab</sub>
RB	S <sub>rb</sub>	b=b-1	V <sub>rb</sub>	V <sub>rb</sub> / V <sub>rab</sub>
A*B	S <sub>a*b</sub>	a*b=(a-1)(b-1)	V <sub>a*b</sub>	V <sub>a*b</sub> / V <sub>rab</sub>
RAB	S <sub>rab</sub>	rab=(ab-1)(r-1)	V <sub>rab</sub>	
全体	ST	T=abr-1		

例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAGA114.xls)

>:A:3  
>:B:4  
>:R:2

11	18.2	15.2
15.3	18	14.9
13.5	10.3	14.3
19	18	18.6
9.1	15.4	15.2
10.5	19.6	13.2
11.8	20.8	15.4
13.3	20.3	17.5

2-way:Split-pl No.	Factor	ot of design Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
1	R	0.73500	1	0.73500	0.03560	0.85454
2	B	52.25333	3	17.41778	2.87067	0.09600
3	A	86.44750	2	43.22375	2.09329	0.17927
5	RA	41.29750	2	20.64875	3.40317	0.07931
6	AB	20.81917	6	3.46986	0.57188	0.74450
7	RAB	54.60750	9	6.06750		
8	Total	256.16000	23			

Main effect: Comparison	Dunnnett multip Difference mean	le comparison Critical value	test Statistic	5 percent table value	1 percent table value	0-side Probability
R 1 vs R 2	0.3500	-1.#IND	0.1887	-1.#IND	-1.#IND	0.4260
B 1 vs B 2	1.2333	3.9986	0.8672	2.8116	3.8525	0.3837
B 1 vs B 3	0.3333	3.9986	0.2344	2.8116	3.8525	0.6589
B 1 vs B 4	3.7667	3.9986	2.6486	2.8116	3.8525	0.0200*
A 1 vs A 2	4.6375	12.3096	2.0411	5.4178	12.3877	0.0482*
A 1 vs A 3	2.6000	12.3096	1.1443	5.4178	12.3877	0.2157

## 二元配置 枝分かれ実験

実験単位を1次、2次等と分割するが、因子をそれぞれの単位に割り付けない配置を枝分かれ実験という。

帰無仮説  $H_0$  : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説  $H_1$  : 各要因の水準間に違うものがある。

因子 A、B      水準 a、b、r

実験順序

1	A1			.....	Aa				
2	B1	B2	....	Bb	.....	B1	B2	....	Bb
	X111	X121	....	X1b1	.....	Xa11	Xa21	....	Xab1
	X112	X122	....	X1b2	.....	Xa12	Xa22	....	Xab2
	X113	X123	....	X1b3	.....	Xa13	Xa23	....	Xab3
	.	.	....	.	.....	.	.	....	.
	.	.	....	.	.....	.	.	....	.
	.	.	....	.	.....	.	.	....	.
	X11n	X12n	....	X1bn	.....	Xa1n	Xa2n	....	Xabn

線形模型式  $ijk = \mu + i + j + k + e_{ijk}$

ijk : 観測値                       $\mu$  : 全体の平均値                      i :  $A_i$ の主効果                      j :  $B_j$ の主効果  
 k : 繰り返し間の効果                       $e_{ijk}$  : 誤差

二元配置 枝分かれ実験 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 M S	分散比 F	平均平方の期待値
A	$S_a$	$a-1$	$V_a$	$V_a / V_e$	$e^2 + b r A^2$
B	$S_b$	$b-1$	$V_b$	$V_b / V_e$	$e^2 + a r B^2$
e	$S_e$	$e=(ab-1)(r-1)$	$V_e$		$e^2$
全体	ST	$T=abr-1$			

### 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAGA112.xls)

>:A:4  
 >:B:4  
 >:R:2

12.5	13.5	14	13.7
13.4	14	13.9	12.7
13.6	12.7	12.4	12.3
13.5	13.5	14.5	15
13	14	13.5	13.5
13.2	12.7	12.6	13
13.7	12.5	11.8	12.3
15	14	15	13.5

No.	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
2	B	10.52094	3	3.50698	11.55750	0.00028***



3	A	5.55125	12	0.46260	1.52455	0.21250	
7	Error	4.85500	16	0.30344			
8	Total	20.92719	31				
Main effect :		Dunnett multip	le comparison	test			0-side
Comparison		Difference	Critical	Statistic	5 percent	1 percent	Probability
		mean	value		table value	table value	
B 1 vs B 2		0.2750	0.7140	0.9985	2.5923	3.3903	0.3283
B 1 vs B 3		0.8000	0.9338	2.9046	2.5923	3.3903	0.0095**
B 1 vs B 4		0.7875	0.7140	2.8592	2.5923	3.3903	0.0106*
A 1 vs A 2		0.1250	0.7140	0.4538	2.5923	3.3903	0.5639
A 1 vs A 3		0.0250	0.7140	0.0908	2.5923	3.3903	0.7162
A 1 vs A 4		0.2375	0.7140	0.8623	2.5923	3.3903	0.3840

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 三元配置 完全無作為化法

3 因子が A、B および C、それぞれ因子の水準数が a、b および c、a b c の組合わせを n 回繰り返す標本モデルについて、各因子の主効果、交互作用効果を調べる。

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式  $ijkl = \mu + i + j + k + ( )ij + ( )jk + ( )ik + ( )ijk + e_{ijkl}$

ijkl : 観測値                     $\mu$  : 全体の平均値                    i : A<sub>i</sub>の主効果  
 j : B<sub>j</sub>の主効果                    k : C<sub>k</sub>の主効果                    ( )ij : A × Bの交互作用  
 ( )ik : A × C交互作用            ( )jk : B × Cの交互作用            e<sub>ijkl</sub> : 誤差

三元配置 繰り返しを完全無作為化法でいれた分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
A	S <sub>a</sub>	a=a-1	V <sub>a</sub>	V <sub>a</sub> / V <sub>e</sub>
B	S <sub>b</sub>	b=b-1	V <sub>b</sub>	V <sub>b</sub> / V <sub>e</sub>
C	S <sub>c</sub>	c=c-1	V <sub>c</sub>	V <sub>c</sub> / V <sub>e</sub>
A*B	S <sub>a*b</sub>	a*b=(a-1)(b-1)	V <sub>a*b</sub>	V <sub>a*b</sub> / V <sub>e</sub>
B*C	S <sub>b*c</sub>	b*c=(b-1)(c-1)	V <sub>b*c</sub>	V <sub>b*c</sub> / V <sub>e</sub>
A*C	S <sub>a*c</sub>	a*c=(a-1)(c-1)	V <sub>a*c</sub>	V <sub>a*c</sub> / V <sub>e</sub>
A*B*C	S <sub>a*b*c</sub>	a*b*c=(a-1)(b-1)(c-1)	V <sub>a*b*c</sub>	V <sub>a*b*c</sub> / V <sub>e</sub>
e	S <sub>e</sub>	e=abc(n-1)	V <sub>e</sub>	
全体	ST	T=abcn-1		

## 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (tanak137.xls)

>:A:2  
 >:B:3  
 >:C:2  
 >:R:2

11.4	12.4
11.4	11.9
12.3	12.1
11.9	12.5
11.8	12.4

No.	Factor	Sum of square	DF	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
2	A	0.00667	1	0.00667	0.01739	0.89727
3	B	0.61583	2	0.30792	0.80326	0.47055
4	C	0.54000	1	0.54000	1.40870	0.25824
8	AB	0.16083	2	0.08042	0.20978	0.81367
9	AC	0.00667	1	0.00667	0.01739	0.89727
10	BC	0.03250	2	0.01625	0.04239	0.95864
11	ABC	0.09083	2	0.04542	0.11848	0.88930
15	Error	4.60000	12	0.38333		
16	Total	6.05333	23			

  

Main effect : Comparison	Dunnett multiple comparison	Critical value	Statistic	5 percent table value	1 percent table value	0-side Probability
A 1 vs A 2	0.0333	-1.#IND	0.1319	-1.#IND	-1.#IND	0.4481
B 1 vs B 2	0.3750	0.7747	1.2114	2.5024	3.3874	0.1962
B 1 vs B 3	0.0875	0.7747	0.2827	2.5024	3.3874	0.5496
C 1 vs C 2	0.3000	-1.#IND	1.1869	-1.#IND	-1.#IND	0.1240

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 三元配置 乱塊法

3 因子が A、B および C、それぞれ因子の水準数が a、b および c、a b c の組合わせを r 回繰り返す標本モデルについて、各因子の主効果、交互作用効果を調べる。

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

$$\text{線形模型式} \quad ijkl = \mu + i + j + k + ( )_{ij} + ( )_{jk} + ( )_{jk} + ( )_{ijk} + l + e_{ijkl}$$

ijkl : 観測値                    μ : 全体の平均値                    i : Aiの主効果  
 j : Bjの主効果                    k : Ckの主効果                    ( )<sub>ij</sub> : A × Bの交互作用  
 ( )<sub>jk</sub> : A × Cの交互作用                    ( )<sub>jk</sub> : B × Cの交互作用                    l : 繰り返し間の効果  
 e<sub>ijkl</sub> : 誤差

三元配置 繰り返しを乱塊法でいれた 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
R	S <sub>r</sub>	r-1	V <sub>r</sub>	V <sub>r</sub> / V <sub>e</sub>
A	S <sub>a</sub>	a-1	V <sub>a</sub>	V <sub>a</sub> / V <sub>e</sub>
B	S <sub>b</sub>	b-1	V <sub>b</sub>	V <sub>b</sub> / V <sub>e</sub>
C	S <sub>c</sub>	c-1	V <sub>c</sub>	V <sub>c</sub> / V <sub>e</sub>
A*B	S <sub>a*b</sub>	a*b-(a-1)(b-1)	V <sub>a*b</sub>	V <sub>a*b</sub> / V <sub>e</sub>
A*C	S <sub>b*c</sub>	b*c-(b-1)(c-1)	V <sub>b*c</sub>	V <sub>b*c</sub> / V <sub>e</sub>
B*C	S <sub>a*c</sub>	a*c-(a-1)(c-1)	V <sub>a*c</sub>	V <sub>a*c</sub> / V <sub>e</sub>

A*B*C	Sa*b*c	*b*c=(a-1)(b-1)(c-1)	Va*b*c	Va*b*c / Ve
e	Se	e=(abc-1)(r-1)	Ve	
全体	ST	T=abc-1		

## 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAND142.xls)

>:A:3  
>:B:2  
>:C:2  
>:R:2

32.7	35.6	33.6
19.1	18.5	20
33.6	29.6	20.1
18.5	18.2	18
29.8	33.4	31.8
19	19.3	18.5
32.3	25	22.9
17.5	18.6	16.9

3-way:Randomized block design		n	Next: 1			
No.	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Probability
1	R	6.51042	1	6.51042	3.63257	0.08311
2	A	29.83083	2	14.91542	8.32224	0.00629**
3	B	67.00042	1	67.00042	37.38373	0.00008***
4	C	796.95375	1	796.95375	444.67038	0.00000***
8	AB	47.35583	2	23.67792	13.21139	0.00119**
9	AC	24.85750	2	12.42875	6.93478	0.01126*
10	BC	29.70375	1	29.70375	16.57358	0.00185**
11	ABC	40.70250	2	20.35125	11.35524	0.00211**
15	Error	19.71458	11	1.79223		
16	Total	1062.62958	23			

Main effect:		Dunnnett multiple comparison	test	0-side		
Comparison	Difference mean	Critical value	Statistic	5 percent table value	1 percent table value	Probability
R 1 vs R 2	1.0417	1.#IND	1.9059	-1.#IND	-1.#IND	0.0349*
A 1 vs A 2	0.5375	1.6948	0.8030	2.5320	3.4517	0.3330
A 1 vs A 3	2.5875	0.0000	3.8656	2.5320	3.4517	0.0009***
B 1 vs B 2	3.3417	0.0000	6.1142	-1.#IND	-1.#IND	0.0000***
C 1 vs C 2	11.5250	0.0000	21.0872	-1.#IND	-1.#IND	0.0000***

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 三元配置 分割型実験

実験単位を1次、2次等と分割し、因子をそれぞれの単位に割り付けた配置を分割型実験という。分割型実験ではいろいろな組み合わせの実験計画が作成できるが、本プログラムの分散分析表では R A B C RA RB RC AB AC BC ABC RBC RAC RAB RABC T の因子の表を作成する。

本プログラムは、A因子、B因子、C因子に対して、それぞれの単位を乱塊法で割り付けた2段分割型実験の分散分析表となっている。また、それぞれの単位を、完全無作為化法、乱塊法と異なる方法で割り付けた場合は、不要な因子を対応する単位残差に併合する必要がある。

なお、本プログラムでは併合（プーリング）機能を内在しているが、使用不可となっている。

帰無仮説 H0：各要因の水準間の効果は等しい。

対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式 
$$abr = \mu + a + r + e_{ar1} + b + ( )_{ab} + e_{abr2} + r + ( )_{ab} + ( )_{bc} + ( )_{abc} + e_{abcr3}$$

abr : 観測値                       $\mu$  : 全体の平均値                      a : Aaの主効果  
 b : Bbの主効果                      ( )<sub>ab</sub> : A × Bの交互作用                      ( )<sub>ac</sub> : A × Cの交互作用  
 ( )<sub>bc</sub> : B × Cの交互作用                      ( )<sub>abc</sub> : A × B × Cの交互作用                      r : 繰り返し間の効果  
 e<sub>ar1</sub> : 1次単位誤差                      e<sub>br2</sub> : 2次単位誤差                      e<sub>abr2</sub> : 3次単位誤差

三元配置 分割型実験 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
R	S <sub>r</sub>	r-1	V <sub>r</sub>	V <sub>r</sub> / V <sub>e</sub>
A	S <sub>a</sub>	a-1	V <sub>a</sub>	V <sub>a</sub> / V <sub>ar</sub>
R*A	S <sub>a*b</sub>	a*b-(a-1)(r-1)	V <sub>ar</sub>	V <sub>ar</sub> / V <sub>abr</sub>
B	S <sub>b</sub>	b-1	V <sub>b</sub>	V <sub>b</sub> / V <sub>abr</sub>
A*B	S <sub>a*b</sub>	a*b-(a-1)(b-1)	V <sub>ab</sub>	V <sub>ab</sub> / V <sub>abr</sub>
R*A*B	S <sub>a*b</sub>	a*b-(a-1)(b-1)(r-1)	V <sub>abr</sub>	V <sub>abr</sub> / V <sub>abcr</sub>
C	S <sub>c</sub>	c-1	V <sub>c</sub>	V <sub>c</sub> / V <sub>e</sub>
A*C	S <sub>b*c</sub>	b*c-(b-1)(c-1)	V <sub>bc</sub>	V <sub>b*c</sub> / V <sub>e</sub>
B*C	S <sub>a*c</sub>	a*c-(a-1)(c-1)	V <sub>ac</sub>	V <sub>a*c</sub> / V <sub>e</sub>
A*B*C	S <sub>a*b*c</sub>	a*b*c-(a-1)(b-1)(c-1)	V <sub>abc</sub>	V <sub>a*b*c</sub> / V <sub>e</sub>
R*A*B*C	S <sub>a*b*c*r</sub>	e=(abc-1)(r-1)	V <sub>abcr</sub>	
全体	ST	T=abcr-1		

例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAGA118.xls)

>:A:2  
 >:B:2  
 >:C:3  
 >:R:2

30                      32  
 24                      41  
 18                      25  
 13                      28  
 12                      35  
 4                      20  
 27                      33  
 26                      35  
 21                      23  
 15                      25  
 10                      27  
 3                      17

3-way:Split-pl No.	Factor	Sum of square	DF	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
1	R	16.66667	1	16.66667	0.82645	0.53029
2	A	793.50000	1	793.50000	39.34711	0.10064
3	B	661.50000	1	661.50000	273.72414	0.00363**
4	C	478.08333	2	239.04167	54.12264	0.00002***
5	RA	20.16667	1	20.16667	8.34483	0.10185
8	AB	112.66667	1	112.66667	25.50943	0.00099***
9	AC	77.25000	2	38.62500	8.74528	0.00970**
10	BC	0.25000	2	0.12500	0.02830	0.97219
11	ABC	3.08333	2	1.54167	0.34906	0.71558
14	RAB	4.83333	2	2.41667	0.54717	0.59879
15	Error	35.33333	8	4.41667		
16	Total	2203.33333	23			

Main effect : Comparison	Dunnnett multiple comparison test	Statistic	5 percent table value	1 percent table value	0-side Probability
R 1 vs R 2	Difference mean 1.6667	Critical value -1.#IND	0.9091	-1.#IND	0.1866
A 1 vs A 2	11.5000	0.0000	6.2727	-1.#IND	0.0000***
B 1 vs B 2	10.5000	0.0000	16.5446	-1.#IND	0.0000***
C 1 vs C 2	0.8750	2.8086	0.8327	2.6728	0.3217
C 1 vs C 3	9.0000	0.0000	8.5650	2.6728	0.0000***

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 三元配置 枝分かれ実験

実験単位を1次、2次等と分割するが、因子をそれぞれの単位に割り付けない配置を枝分かれ実験という。

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

因子 A、B、C R 水準 a、b、c r

線形模型式  $abcr = \mu + a + b + c + r + e$

abcr : 観測値       $\mu$  : 全体の平均値      a : Aaの主効果      b : Bbの主効果  
 c : Ccの主効果      r : 繰り返し間の効果      e abcr : 誤差

三元配置 枝分かれ実験 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
A	Sa	a=a-1	Va	Va / Ve
B	Sb	b=b-1	Vb	Vb / Ve
C	Sc	c=c-1	Vc	Vc / Ve
e	Se	e=(abc-1)(r-1)	Ve	
全体	ST	T=abc-1		

## 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (YOSH147.xls)

>:A:2  
>:B:3  
>:C:2  
>:R:2

119	88
114	113
126	92
137	66
82	71
118	76
116	85
117	110
123	98
129	79
92	74
110	79

3-way:Nested o No.	Factor	f design	Sum of square	DF	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
4	A		280.16667	1	280.16667	13.55645	0.00314**

9	B	6075.66667	4	1518.91667	73.49597	0.0000***
11	C	3554.00000	6	592.33333	28.66129	0.0000***
15	Error	248.00000	12	20.66667		
16	Total	10157.83333	23			

  

Main effect : Comparison	Dunnett multip Difference mean	le comparison Critical value	test Statistic	5 percent table value	1 percent table value	O-side Probability
A 1 vs A 2	29.3333	0.0000	15.8053	-1.#IND	-1.#IND	0.0000***
B 1 vs B 2	1.5000	5.6880	0.6599	2.5024	3.3874	0.3897
B 1 vs B 3	20.0000	0.0000	8.7988	2.5024	3.3874	0.0000***
C 1 vs C 2	6.8333	0.0000	3.6819	-1.#IND	-1.#IND	0.0007***

2002 (C) Yukms Co., Ltd.

## ラテン方格法

a個のラテン文字 ( A B C . . . ) を、行および列に1回ずつ現れるように配置したものを a × a ラテン方格という。

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

・ 3 × 3 ラテン方格の例

	1	2	3	第1行目と第1列目がA B Cの順になっている配列を特別に標準型と いうが、他にも色々な組み合わせでの配列が考えられる。
1	A	B	C	
2	B	C	A	
3	C	A	B	

  

方格	標準型組み合わせ数	すべての組み合わせ数
2 × 2	1	2
3 × 3	1	1 2
4 × 4	4	5 7 6

3 × 3 ラテン方格では、標準型組み合わせ ( 基準ラテン方格 ) の数は、例に示した1通りしかないが、すべての組み合わせ数は1 2通り ( 3 ! × 2 ! ) である。  
 基準ラテン方格とは、行および列がともに ( A B C . . . ) の並びをしたものである。  
 a × a ラテン方格の配列方法は、第1列を乱数表により1 ~ aの配列に決め、次の列を順次決めて行く方法をとるが、どの割付で行うかは無作為に行わなければならない。

この様にして割り付ける総ての組み合わせ数は、上の表の通りである。

a × a ラテン方格による線形模型を表現すると次のようになる。

線形模型式  $ij(k) = \mu + i + j + k + e_{ij(k)}$

ij(k) : 測定値       $\mu$  : 全体の平均値      i : Aiの主効果      j : Bjの主効果  
 k : Ckの主効果       $e_{ij(k)}$  : 誤差

ラテン方格試験 分散分析表

要因	平方和 S	自由度 d f	平均平方 MS	分散比 F
A	Sa	a-a-1	Va = Sa / a	Va / Ve
B	Sb	b-b-1	Vb = Sb / b	Vb / Ve

E	Se	$e=(a-1)(b-1)$		
全体	ST	$T=ab-1$		

## 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (WASIO58.xls)

>:A:4

>:B:4

	10	13	7	3		
	8	12	6	12		
	13	9	16	16		
	17	13	13	9		
	4	1	3	2		
	3	4	2	1		
	2	3	1	4		
	1	2	4	3		
Standard Latin	square design					Next: 1
No.	Factor	Sum of	DF.	Mean of	Fcal	Probability
		square		Variance		
	Column	11.18750	3	3.72917	0.93717	0.15368
	Line	80.18750	3	26.72917	6.71728	0.01065*
	Data	111.68750	3	37.22917	9.35602	0.00657**
	Error	23.87500	6	3.97917		
	Total	226.93750	15			

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 2 水準交叉試験

2 水準交差試験 (cross-over) は時期要因 2 水準、薬剤要因 2 水準、繰り返し数は不揃いに対応したラテン方格実験 (直交表) である。

帰無仮説  $H_0$  : 各要因の水準間の効果は等しい。

対立仮説  $H_1$  : 各要因の水準間に違うものがある。

線形模型式  $ij(k)l = \mu + i + j + k + l + e_{ij(k)l}$

$ij(k)l$  : 測定値

$\mu$  : 全体の平均値

$i$  :  $A_i$ の主効果

$jl$  :  $B_{jl}$ の主効果

$k$  :  $C_k$ の主効果

$e_{ij(k)l}$  : 誤差

### 2 水準交叉試験 分散分析表

要因	平方和	自由度	不偏分散	F比	棄却限界値
A (薬剤)	SA	A	VA	VA/VE	F( A, E, 0.05)
B (時期)	SB	B	VB	VB/VE	F( B, E, 0.05)
P (個体差)	SP	P	VP	VP/VE	F( P, E, 0.05)
E (残差)	SE	E	VE		
T (合計)	ST	T			

## 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (OGATA66.xls)

>:a:2

>:b:2

>:r:10

>:s:11

76.8	102.8
116.1	111.1
123.7	92.7
90.7	111.1
92.7	100.3
95.2	58.5
95.9	77.1
80.4	67.7
160.8	111.6
87.5	90.1
76.2	78.1
98.9	95.9
93.4	80.2
84	86.4
100.1	129.1
145	89.1
68.1	74.5
94.9	81.3
111	95.7
103.4	134.8
138	168.8

2*2 Crossing over test	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
Among subject		17609.48571	20.00000	880.47429	2.92495	0.01024*
Grp. or Seq.		174.62408	1.00000	174.62408	0.58010	0.45516
Subject/Group		17434.86164	19.00000	917.62430	3.04836	0.09616
Drug adjusted		249.57715	1.00000	249.57715	0.82910	0.37338
Drug		227.26881	1.00000	227.26881	0.75499	0.39521
Period		218.97167	1.00000	218.97167	0.72743	0.40382
Error		6020.43618	20.00000	301.02181		
Total		24098.47071	41.00000			

Main effect	Factor	Upper Confidence limit	Estimated Mean	Lower confidence limit
Drug	1	90.16003	101.60476	113.04949
Drug	2	86.04026	96.95238	107.86451
Period	1	90.11717	101.56190	113.00664
Period	2	86.08311	96.99524	107.90736

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

### 3 水準交叉試験

3 水準交差試験 (cross-over) は時期要因を 3 水準、薬剤要因を 3 水準で繰り返し、数は不揃いに対応したラテン方格実験 (直交表) である。

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

$$\text{線形模型式} \quad ij(k)l = \mu + i + j + k + l + e_{ij(k)l}$$

$ij(k)l$  : 測定値       $\mu$  : 全体の平均値       $i$  : Aiの主効果       $j$  : Bjの主効果  
 $k$  : Ckの主効果       $l$  : R#繰り返し間の効果       $e_{ij(k)l}$  : 誤差

交差試験では、繰り返し間の効果 ( l ) は、ラテン方格によってランダムイズしているので最初の帰無仮説の i, j, kのどれかの主効果に含ませることができる。

下の標本モデルにおいては、 l を j に含めるとしたほうが説明し易いため、線形模型を次の



ように置き換える。置き換えは  $i$ 、 $k$  に対して行うことも可能である。

なお、「 $(k)$ 」および「 $l$ 」の位置が逆転しているため見辛くなっているが、説明の都合上  
ご容赦願いたい。

$$\text{線形模型式} \quad ij_l(k) = \mu + i + j_l + k + e_{ijl(k)}$$

$ij_l(k)$  : 測定値       $\mu$  : 全体の平均値       $i$  :  $A_i$ の主効果       $j$  :  $B_j$ の主効果  
 $k$  :  $C_k$ の主効果       $e_{ijl(k)}$  : 誤差

### 3水準交叉試験 分散分析表

要因	平方和	自由度	不偏分散	F比	棄却限界値
A (薬剤)	SA	A	VA	VA/VE	F( A, E, 0.05)
B (時期)	SB	B	VB	VB/VE	F( B, E, 0.05)
P (個体差)	SP	P	VP	VP/VE	F( P, E, 0.05)
E (残差)	SE	E	VE		
T (合計)	ST	T			

### 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (OGATA63.xls)

>a:3  
>b:3  
>r:7  
>s:7  
>t:7

140.3	113.1	106.2
134.6	110.7	117.7
92.6	97.9	46.5
114.6	78.8	95.1
123.2	72.5	71.1
64.4	61.3	73.6
88.9	111.2	118.3
86.9	88.9	71.2
87.9	72.9	74.8
75.3	72.1	77.1
88.4	69.7	66.8
106.6	132.2	143.4
117.6	105.3	130.8
60.6	91.9	114.1
101	110.9	107.9
87.8	104.8	144.6
142.6	138.3	127.9
80.6	113.7	111.4
72.9	74.6	81.2
129.5	93.6	115.2
75.2	78.5	74.8

3*3 Crossing over test	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Next: 1 Probability
	Among subject	25418.14667	20.00000	1270.90733	4.49663	0.00003***
	Grp. or Seq.	1297.51143	2.00000	648.75571	2.29538	0.11452
	Subject/Group	24120.63524	18.00000	1340.03529	4.74122	0.01451*
	Drug	915.53429	2.00000	457.76714	1.61964	0.21134
	Period	191.73714	2.00000	95.86857	0.33920	0.71448
	Error	10740.14190	38.00000	282.63531		
	Total	37265.56000	62.00000			
Mean and confidence limit				2-side	95 percent	
Main Factor effect	Upper Confidence limit	Estimated Mean		Lower confidence limit		
Drug 1	89.73650	102.60000		115.46350		
Drug 2	83.00793	95.87143		108.73493		

Drug 3	80.76507	93.62857	106.49207				
Period 1	85.77935	98.64286	111.50636				
Period 2	82.03650	94.90000	107.76350				
Period 3	85.69364	98.55714	111.42065				
Main effect :	Dunnett multip	le comparison	test			0-side	
Comparison	Difference	Critical	Statistic	5 percent	1 percent	Probability	
	mean	value		table value	table value		
Drug1 vs Drug2	6.7286	14.5963	1.0589	2.2971	2.9611	0.2436	
Drug1 vs Drug3	8.9714	14.5963	1.4119	2.2971	2.9611	0.1468	
Time2 vs Time3	3.6571	14.5963	0.5755	2.2971	2.9611	0.4251	

2002 (C) Yukms Co.,Ltd.

## 2n型直交表 完全無作為化法

多因子要因実験で、主効果、交互作用の総ての結果を得ようとすれば、大きな実験計画を必要とする。これは実験のコスト、時間、精度から見て得策ではない。必要な水準の組み合わせだけを行う直交表による方法が有用である。

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

一般的に  $L_n(P_k)$  と表現する。

L : Latin square    n : 行数    P : 水準数    k : 列数     $K=(n-1)(p-1)$

直交表の各行に対して n 回ずつ繰り返しを完全無作為化法で入れる方法  
 $L_n(P_k)$     n :  $2^n$     P : 2 の場合の直交表

帰無仮説 H0 : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説 H1 : 各要因の水準間に違うものがある。

### 例題および Excel シートへの検定結果出力 (TANAK173.XLS)

```
>a:1
>b:2
>c:4
>d:5
>ab:3
```

1	87.3	86.5
2	87.6	85.1
3	84.5	85.5
4	83.7	81.2
5	83.1	84.7
6	82.7	83.6
7	86.0	87.1
8	83.7	80.3

L2N : Completely randomized design							Next: 1
No.	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Probability	
1	A	6.50250	1	6.50250	2.66933	0.13335	
2	B	4.62250	1	4.62250	1.89758	0.19840	
3	C	17.64000	1	17.64000	7.24138	0.02266*	
4	D	1.21000	1	1.21000	0.49672	0.49703	
5	AB	13.32250	1	13.32250	5.46901	0.04144*	
6	Error	24.36000	10	2.43600			

7	Total	67.65750	15			
	Unfitness	9.22000	2	4.61000	2.43593	0.14921
	ERRinteract	15.14000	8	1.89250		
Mean and confidence limit					2-side	95 percent
	Main effect	Upper confidence limit	Estimated Mean	Lower confidence limit		
A	1		126.10665	127.61250	129.11835	
A	2		124.49415	126.00000	127.50585	
A	3		-1.50585	0.00000	1.50585	
B	1		126.66915	128.17500	129.68085	
B	2		123.93165	125.43750	126.94335	
B	3		-1.50585	0.00000	1.50585	
C	1		126.87540	128.38125	129.88710	
C	2		123.72540	125.23125	126.73710	
C	3		-1.50585	0.00000	1.50585	
D	1		124.88790	126.39375	127.89960	
D	2		125.71290	127.21875	128.72460	
D	3		-1.50585	0.00000	1.50585	

(C)Yukms corp.-

## 2n型直交表 乱塊法

直交表の各行に対してr回ずつ繰り返しを完全無作為化法で入れる方法

$L_n(P_k)$   $n : 2^n$   $P : 2$  の場合の直交表

帰無仮説  $H_0$  : 各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説  $H_1$  : 各要因の水準間に違うものがある。

### 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (WASIO137.xls)

>:A:1  
 >:B:2  
 >:C:3  
 >:D:5  
 12  
 13  
 21  
 18  
 22  
 19  
 20  
 17

L2N: Randomized block design						Next: 1
No.	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Probability
1	A	24.50000	1	24.50000	6.12500	0.08968
2	B	12.50000	1	12.50000	3.12500	0.17526
3	C	40.50000	1	40.50000	10.12500	0.05002
4	D	2.00000	1	2.00000	0.50000	0.53048
5	Error	12.00000	3	4.00000		
6	Total	91.50000	7			
Mean and confidence limit					2-side	95 percent
	Main effect	Upper confidence limit	Estimated Mean	Lower confidence limit		
A	1	20.85339	24.75000	28.64661		
A	2	24.60339	28.50000	32.39661		
A	3	-3.89661	0.00000	3.89661		
B	1	19.35339	23.25000	27.14661		
B	2	26.10339	30.00000	33.89661		

B	3	-3.89661	0.00000	3.89661
C	1	24.22839	28.12500	32.02161
C	2	21.22839	25.12500	29.02161
C	3	-3.89661	0.00000	3.89661
D	1	21.97839	25.87500	29.77161
D	2	23.47839	27.37500	31.27161
D	3	-3.89661	0.00000	3.89661

(C)Yukms corp.-

### 3n型直交表 完全無作為化法

直交表の各行に対してn回ずつ繰り返しを完全無作為化法で入れる方法

$L_n(P_k)$   $n : 3^n$   $P : 3$  の場合の直交表

帰無仮説  $H_0$  : 各要因の水準間の効果は等しい。

対立仮説  $H_1$  : 各要因の水準間に違うものがある。

#### 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (WASIO172.xls)

```
>:A:1
>:B:2
>:C:5
>:D:9
>:E:13
>:AB:3
>:AB:4
>:BC:8
>:BC:11
64.2
64.6
65.1
64.5
65.0
63.9
65.1
64.1
65.0
64.7
64.3
64.6
64.3
64.5
64.3
63.9
64.9
64.1
65.0
62.9
64.8
64.2
65.3
64.0
64.8
64.8
64.0
```

L3N : Completely randomized design					Next: 1
Factor	Sum of square	DF.	Mean of square	F ratio	Probability
A	0.24222	2	0.12111	1.92920	0.20714
B	0.02889	2	0.01444	0.23009	0.79954
C	0.04667	2	0.02333	0.37168	0.70088

D	2.74667	2	1.37333	21.87611	0.00057***
E	0.50667	2	0.25333	4.03540	0.06141
AB	0.32889	4	0.08222	1.30973	0.34439
BC	2.58444	4	0.64611	10.29204	0.00305**
Error	0.50222	8	0.06278		
Total	6.98667	26			
-----					
Mean and confidence limit				[2-side: 95 percent]	
Main effect	Upper confidence limit		Mean	Lower confidence limit	
-----					
A1	64.27407	64.46667	64.65926		
A2	64.25185	64.44444	64.63704		
A3	64.32963	64.52222	64.71482		
B1	64.28518	64.47778	64.67037		
B2	64.31852	64.51111	64.70370		
B3	64.25185	64.44444	64.63704		
C1	64.31852	64.51111	64.70370		
C2	64.14074	64.33333	64.52593		
C3	64.39630	64.58889	64.78148		
D1	64.32963	64.52222	64.71482		
D2	64.29630	64.48889	64.68148		
D3	64.22963	64.42222	64.61482		
E1	64.22963	64.42222	64.61482		
E2	64.18518	64.37778	64.57037		
E3	64.44074	64.63333	64.82593		

(C)Yukms corp.-

### 3n型直交表 乱塊法

直交表の各行に対してr回ずつ繰り返しを乱塊法で入れる方法

帰無仮説H0：各要因の水準間の効果は等しい。  
 対立仮説H1：各要因の水準間に違うものがある。

例題およびExcelシートへの検定結果出力 (TANAK229.xls)

```
>a:1
>b:2
>c:4
>R:2
```

1	82.3	82.5
2	82.8	82.8
3	82.4	83.1
3	81.9	82.0
4	82.3	83.1
5	82.0	82.6
6	82.3	82.5
7	82.5	82.5
8	82.0	82.8

L2N: Randomized block design						Next: 1
Factor	Sum of square	DF	Mean of square	F ratio	Probability	
A	24.50000	1	24.50000	6.12500	0.08968	
B	12.50000	1	12.50000	3.12500	0.17526	
C	40.50000	1	40.50000	10.12500	0.05002	
D	2.00000	1	2.00000	0.50000	0.53048	
Error	12.00000	3	4.00000			
Total	91.50000	7				

Mean and confidence limit					[2-side: 95 percent]
Main effect	Upper confidence limit		Mean	Lower confidence limit	
-----					
A1	20.85339	24.75000	28.64661		
A2	24.60339	28.50000	32.39661		
A3	-3.89661	0.00000	3.89661		
B1	19.35339	23.25000	27.14661		

B2	26.10339	30.00000	33.89661
B3	-3.89661	0.00000	3.89661
C1	24.22839	28.12500	32.02161
C2	21.22839	25.12500	29.02161
C3	-3.89661	0.00000	3.89661
D1	21.97839	25.87500	29.77161
D2	23.47839	27.37500	31.27161
D3	-3.89661	0.00000	3.89661

(C)Yukms corp.-

## 9.18 多重比較検定

分散分析表を得た時に、主作用もしくは交互作用のどの水準間に差があるかを検定する。

対照群との対比 : Dunnett

すべての対による対比 : Bonferroni Tukey\_Kramer Dun-Sidak Scheffe

分散分析での群間の自由度は、調和平均で計算している。

$$n = \text{No. of groups} / (1/n_1 + 1/n_2 + \dots + 1/n_a)$$

James L. Bruning, B.L. Kintz : Computational Handbook Statistics

Scott, Foresman and Company, p128 ~ 267

統計量 (t cal) と表値と比較する場合  $t_{cal} = |\mu_1 - \mu_2| / \sqrt{(V_e * n)}$  表値

平均値の差を棄却限界値と比較する場合  $|\mu_1 - \mu_2|$  表値\*  $\sqrt{(V_e * n)}$

平均値の差の信頼区間の表現は  $|\mu_1 - \mu_2| \pm \text{表値} * \sqrt{(V_e * n)}$

Tukey-Kramer の方法では、 $2V_e$  を  $V_e$  として計算する。

t cal : 統計量     $\mu$  : 平均値     $V_e$  : 誤差平均平方    n : 群の標本数    調和平均

Bonferroni の検定 (Dunn の検定)

総ての対の比較を行おうとする場合に、設定した有意水準  $\alpha$  を Bonferroni の不等式を利用して適正な有意水準に割り振る方法。

スチューデントの t 表  $t_{[e, \alpha/a]}$      $\alpha' = \alpha / (a - 1) / 2$     e :  $V_e$  自由度    a : 群数

Dunnett の検定 (Dunnett's multiple comparison test)

対照群のような基準となる特定の群と、その他の群との比較を行う方法。

ダネットの数表

Scheffe の検定 (Scheffe's multiple-comparison test)

あらゆる対比に対応させても、全体としての有意水準が  $\alpha$  を超えないように調整する方法。

本プログラムでは 2 群の対比に限定して使用する。

F 分布の数表  $[(a-1)F_{[a-1, e, \alpha]}]$

Tukey の検定 (Tukey-Kramer studentized range test)

スチューデントの範囲のパーセント点の数表を使用  $Q_{[a, e, \alpha]}$

例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAND117.xls)

>:A:9

156	153	158	153	137	152	147	152	151
155	153	152	146	139	116	146	*	157
156	152	152	138	141	124	136	155	*
157	156	152	152	141	143	155	150	140
154	158	151	140	143	139	147	137	143
155	151	151	146	133	154	152	125	*
154	151	157	156	147	141	142	146	114
153	150	147	142	144	139	150	149	146
152	148	155	147	151	*	150	144	144
155	157	146	153	156	146	147	150	143

1-way:Completely randomized design							Next: 1
No.	Factor	Sum of square	DF	Mean of square	F ratio	Probability	
	A	2069.39302	8	258.67413	4.68139	0.00011***	
	Error	4254.70000	77	55.25584			
	Total	6324.09302	85				

Mean and confidence limit				[ 2-side : 95 percent]	
Main effect	Upper confidence limit	Mean	Lower confidence limit		
A1	150.0192	154.7000	159.3808		
A2	148.2192	152.9000	157.5808		
A3	147.4192	152.1000	156.7808		
A4	142.6192	147.3000	151.9808		
A5	138.5192	143.2000	147.8808		
A6	134.3994	139.3333	144.2673		
A7	142.5192	147.2000	151.8808		
A8	140.3994	145.3333	150.2673		
A9	137.0168	142.2500	147.4832		

Main effect : Tukey_Kramer multiple comparison test						
Comparison	Differ.mean	Criticalvalue	Statistic	5prcnt	1prcnt	Probability
A 1 vs A 2	1.8000	10.6092	0.5415	3.1914	3.7422	0.9998
A 1 vs A 3	2.6000	10.6092	0.7821	3.1914	3.7422	0.9970
A 1 vs A 4	7.4000	10.6092	2.2260	3.1914	3.7422	0.3985
A 1 vs A 5	11.5000	10.6092	3.4593	3.1914	3.7422	0.0235*
A 1 vs A 6	15.3667	12.7813	4.4992	3.1914	3.7422	0.0008***
A 1 vs A 7	7.5000	10.6092	2.2561	3.1914	3.7422	0.3801
A 1 vs A 8	9.3667	10.8999	2.7425	3.1914	3.7422	0.1499
A 1 vs A 9	12.4500	11.2528	3.5309	3.1914	3.7422	0.0190*
A 2 vs A 3	0.8000	10.6092	0.2407	3.1914	3.7422	1.0000
A 2 vs A 4	5.6000	10.6092	1.6846	3.1914	3.7422	0.7526
A 2 vs A 5	9.7000	10.6092	2.9179	3.1914	3.7422	0.0999
A 2 vs A 6	13.5667	12.7813	3.9722	3.1914	3.7422	0.0047**
A 2 vs A 7	5.7000	10.6092	1.7146	3.1914	3.7422	0.7345
A 2 vs A 8	7.5667	10.8999	2.2154	3.1914	3.7422	0.4051
A 2 vs A 9	10.6500	11.2528	3.0204	3.1914	3.7422	0.0777
A 3 vs A 4	4.8000	10.6092	1.4439	3.1914	3.7422	0.8761
A 3 vs A 5	8.9000	10.6092	2.6772	3.1914	3.7422	0.1727
A 3 vs A 6	12.7667	10.8999	3.7379	3.1914	3.7422	0.0101*
A 3 vs A 7	4.9000	10.6092	1.4740	3.1914	3.7422	0.8631
A 3 vs A 8	6.7667	10.8999	1.9812	3.1914	3.7422	0.5594
A 3 vs A 9	9.8500	11.2528	2.7935	3.1914	3.7422	0.1336
A 4 vs A 5	4.1000	10.6092	1.2333	3.1914	3.7422	0.9460
A 4 vs A 6	7.9667	10.8999	2.3326	3.1914	3.7422	0.3350
A 4 vs A 7	0.1000	10.6092	0.0301	3.1914	3.7422	1.0000
A 4 vs A 8	1.9667	10.8999	0.5758	3.1914	3.7422	0.9997
A 4 vs A 9	5.0500	11.2528	1.4322	3.1914	3.7422	0.8809
A 5 vs A 6	3.8667	10.8999	1.1321	3.1914	3.7422	0.9671

A5 vs A7	4.0000	10.6092	1.2033	3.1914	3.7422	0.9530
A5 vs A8	2.1333	10.8999	0.6246	3.1914	3.7422	0.9994
A5 vs A9	0.9500	11.2528	0.2694	3.1914	3.7422	1.0000
A6 vs A7	7.8667	10.8999	2.3033	3.1914	3.7422	0.3519
A6 vs A8	6.0000	11.1831	1.7123	3.1914	3.7422	0.7359
A6 vs A9	2.9167	11.5273	0.8075	3.1914	3.7422	0.9963
A7 vs A8	1.8667	10.8999	0.5465	3.1914	3.7422	0.9998
A7 vs A9	4.9500	11.2528	1.4039	3.1914	3.7422	0.8922
A8 vs A9	3.0833	11.5273	0.8536	3.1914	3.7422	0.9946

----- (C)Yukms corp.-----

## 生物学的同等性

検定では、帰無仮説を間違っただけで否定する確率を有意水準以下に保証しているが、その逆に、差があるときにそれを検出する確率、すなわち検出力( = 1 - 第2種の過誤の確率 ) は保証していない。

厚生省の研究班は、新製剤の平均値が標準剤の値より20%の差があるときの検出力が、80%以上となるような試験をして、それで有意差がなければ「生物学的同等性を認める」ことを一応の目安にしている。

### 検出力

母平均と母分散が未知であることから、検出力を近似的に求める。

$$= 0.2 * \mu / \sqrt{V/n}$$

非心f分布表の  $\alpha = 0.05$ 、自由度  $a = k - 1$ 、 $e = 2n - 2$  の値から、検出力  $1 - \beta$  の値を求め表値と比べる。

$\mu$  : 検出力                       $\mu$  : 旧製剤の平均                       $V$  : 残差の不偏分散                       $n$  : 人数  
 $a$  : 要因自由度                       $e$  : 誤差自由度

### 最小検出差

$$= t_{\alpha} * (2 * (k - 1)) / (\mu / (n * k)) \quad k : \text{要因水準数}$$

### 繰返し数の決定

検出力の  $n$  を増減させて検出力 0.8 以上となるよう試行錯誤に  $n$  を求める。

### 製剤の信頼区間

$$\mu \pm t(N, \alpha) * \sqrt{V/n} \quad N : 2 * n - 2 \quad n : \text{1群の標本数}$$

## 例題およびExcelシートへの検定結果出力 (HAND117.xls)

>:A:10

156	153	158	153	137	152	147	152	151
155	153	152	146	139	116	146	*	157
156	152	152	138	141	124	136	155	*
157	156	152	152	141	143	155	150	140
154	158	151	140	143	139	147	137	143
155	151	151	146	133	154	152	125	*
154	151	157	156	147	141	142	146	114
153	150	147	142	144	139	150	149	146
152	148	155	147	151	*	150	144	144
155	157	146	153	156	146	147	150	143



1-way: Completely randomized design						Next: 1	
No.	Factor	Sum of square	DF.	Mean of Variance	Fcal	Probability	
	A	2069.39302	8	258.67413	4.68139	0.00011***	
	Error	4254.70000	77	55.25584			
	Total	6324.09302	85				
Mean and confidence limit					2side	95 percent	
	Main effect	Upper confidence limit	Estimated Mean	Lower confidence limit			
A1	150.0192	154.7000	159.3808				
A2	148.2192	152.9000	157.5808				
A3	147.4192	152.1000	156.7808				
A4	142.6192	147.3000	151.9808				
A5	138.5192	143.2000	147.8808				
A6	134.3994	139.3333	144.2673				
A7	142.5192	147.2000	151.8808				
A8	140.3994	145.3333	150.2673				
A9	137.0168	142.2500	147.4832				
Bio-equivalence test with non-central f distribution						Factor : A	
Power test : 20 percent difference mean							
	Difference	Lambda	fBeta				
	30.94000	0.00000	6.82667				
Minimum detectable difference							
	Difference	Lambda	fBeta				
	13.52075	1.43798	0.79906				
Decision of repeatings							
	No.	Max.rep.	Max.1-beta	Mini.rep.	Mini.1-beta		
	1	2.00000	0.87167	2.00000	0.87167		
	2	8.00000	0.81296	6.00000	0.75545		
	3	8.00000	0.81296	7.00000	0.78972		
Condition[ Detectable difference: 1.081 Level: 9 Power:0.80 Alpha:0.05 ]							

1997 (C)Yukms corp.-

## StatLight<sup>#06</sup> 分散分析

## ユックムス株式会社 事業部

詳細パンフ

1997年5月14日 初版発行

2003年7月15日 第2版発行

Printed in Japan

(C)1997 Yukms Corp.

〒151-0053 東京都渋谷区代々木 3-26-2

新宿カメヤビル 9F

TEL 03-33378-5099

FAX 03-33378-5344

URL <http://www.yukms.com>

E-Mail [info@yukms.com](mailto:info@yukms.com)

本マニュアル記載の社名ならびに製品名は各社の商標または登録商標です。

記載内容等は改善のため予告なく変更する場合があります。