



でラクラク分散分析

三中信宏

フリーの統計言語<R>を用いて例題【Box1】～【Box5】を解くソースプログラムを下記に示します。
<R>についての総論・参考図書・適用例などについては、私の下記ウェブサイトも参照して下さい：

租界Rの門前にて：統計言語「R」との極私的格闘記録

<http://cse.niaes.affrc.go.jp/minaka/R/R-top.html>

下記で用いたデータファイルは上記サイトからダウンロードできます。

===== Box-1: 1 要因完全無作為化法 =====

●データ読みこみ

> mm <- read.table("Box1_R.txt", header=T) # 「Box1_R.txt」の内容を「mm」に格納する。

> mm

```
TRT DATA
1 DM1 2537
2 DM1 2069
3 DM1 2104
4 DM1 1797
5 DM2 3366
6 DM2 2591
7 DM2 2211
8 DM2 2544
9 DDT 2536
10 DDT 2459
11 DDT 2827
12 DDT 2385
13 AZO 2387
14 AZO 2453
15 AZO 1556
16 AZO 2116
17 DB 1997
18 DB 1679
19 DB 1649
20 DB 1859
21 DK 1796
22 DK 1704
23 DK 1904
24 DK 1320
25 Con 1401
26 Con 1516
27 Con 1270
28 Con 1077
```

> attach(mm) # データ「mm」を明示的指定する。以降、デフォルトで「mm」が参照される。

●因子指定

```
> TRT <- factor(TRT) # 「mm」の「TRT」列が実験処理要因であることを指定する.
```

● Bartlett 検定 (実験処理要因に関する「等分散性」の検定)

```
> bartlett.test(DATA ~ TRT)
```

```
Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by TRT
Bartlett's K-squared = 5.559, df = 6, p-value = 0.4744
```

Bartlett 検定によって「等分散性」が棄却された際には、`<aov>` コマンドを用いた分散分析ではなく、下記の Welch 検定を用いることができる:

```
> fn <- oneway.test(DATA ~ TRT)
```

```
> fn
```

```
One-way analysis of means (not assuming equal variances)
data: DATA and TRT
F = 12.4826, num df = 6.00, denom df = 9.23, p-value = 0.0005726
```

● Shapiro-Wilk 検定 (誤差に関する「正規性」の検定)

```
> shapiro.test(DATA)
```

```
Shapiro-Wilk normality test
data: DATA
W = 0.978, p-value = 0.7999
```

Shapiro-Wilk 検定によって「正規性」が棄却された際には、`<aov>` コマンドを用いた分散分析ではなく、下記の Kruskal-Wallis 検定を用いることができる:

```
> fn <- kruskal.test(DATA ~ TRT)
```

```
> fn
```

```
Kruskal-Wallis rank sum test
data: DATA by TRT
Kruskal-Wallis chi-squared = 20.8522, df = 6, p-value = 0.001950
```

● 1 要因完全無作為法の分散分析 (正規性と等分散性の仮定が満たされているものとして)

```
> fm <- aov(DATA ~ TRT) # 「DATA ~ TRT」をモデルとする「aov」による分散分析
```

```
> summary(fm) # 「aov」による分散分析表の表示
```

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
TRT      6 5587175   931196   9.8255 3.329e-05 ***
Residuals 21 1990237    94773
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

● 多重比較 (Holm 補正 [デフォルト] と Bonferroni 補正. さらに TukeyHSD 法による信頼区間)

```
> pairwise.t.test(DATA, TRT, p.adj="holm") #Holm 補正をした多重比較
```

```
Pairwise comparisons using t tests with pooled SD
```

```
data: DATA and TRT
```

	AZO	Con	DB	DDT	DK	DM1
Con	0.01978	-	-	-	-	-
DB	0.71072	0.42611	-	-	-	-
DDT	0.52695	0.00025	0.03191	-	-	-
DK	0.52695	0.65051	1.00000	0.01104	-	-
DM1	1.00000	0.01978	0.71072	0.52695	0.52695	-
DM2	0.25185	7e-05	0.01033	1.00000	0.00309	0.25185

```
P value adjustment method: holm
```

```
> pairwise.t.test(DATA, TRT, p.adj="bonferroni") #Bonferroni 補正をした多重比較
```

```
Pairwise comparisons using t tests with pooled SD
```

```
data: DATA and TRT
```

	AZO	Con	DB	DDT	DK	DM1
Con	0.02596	-	-	-	-	-
DB	1.00000	0.81348	-	-	-	-
DDT	1.00000	0.00026	0.04786	-	-	-
DK	1.00000	1.00000	1.00000	0.01364	-	-
DM1	1.00000	0.02632	1.00000	1.00000	1.00000	-
DM2	0.41194	7e-05	0.01206	1.00000	0.00341	0.40684

```
P value adjustment method: bonferroni
```

```
> interval <- TukeyHSD(fm, "TRT", ordered=F, conf.level=0.95)
```

```
#TukeyHSD 法による処理平均間の差に関するステューデント化された 95%信頼区間の計算
```

```
> interval #TukeyHSD 法による処理平均間の差の 95%信頼区間
```

```
Tukey multiple comparisons of means
```

```
95% family-wise confidence level
```

```
Fit: aov(formula = DATA ~ TRT)
```

```
$TRT
```

	diff	lwr	upr	p adj
Con-AZO	-812.00	-1519.64561	-104.3544	0.0178988
DB-AZO	-332.00	-1039.64561	375.6456	0.7275292
DDT-AZO	423.75	-283.89561	1131.3956	0.4741363

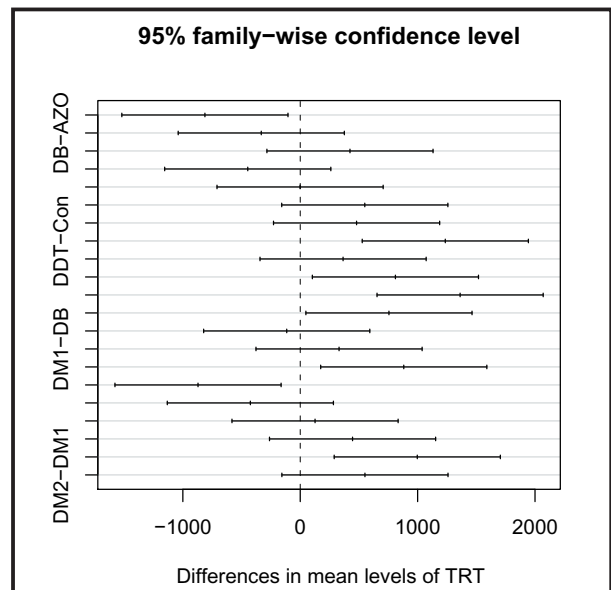
DK-AZO	-447.00	-1154.64561	260.6456	0.4132643
DM1-AZO	-1.25	-708.89561	706.3956	1.0000000
DM2-AZO	550.00	-157.64561	1257.6456	0.1998333
DB-Con	480.00	-227.64561	1187.6456	0.3339813
DDT-Con	1235.75	528.10439	1943.3956	0.0002162
DK-Con	365.00	-342.64561	1072.6456	0.6375421
DM1-Con	810.75	103.10439	1518.3956	0.0181263
DM2-Con	1362.00	654.35439	2069.6456	0.0000595
DDT-DB	755.75	48.10439	1463.3956	0.0313774
DK-DB	-115.00	-822.64561	592.6456	0.9980704
DM1-DB	330.75	-376.89561	1038.3956	0.7308104
DM2-DB	882.00	174.35439	1589.6456	0.0087440
DK-DDT	-870.75	-1578.39561	-163.1044	0.0098210
DM1-DDT	-425.00	-1132.64561	282.6456	0.4707779
DM2-DDT	126.25	-581.39561	833.8956	0.9967712
DM1-DK	445.75	-261.89561	1153.3956	0.4164428
DM2-DK	997.00	289.35439	1704.6456	0.0026313
DM2-DM1	551.25	-156.39561	1258.8956	0.1978741

> **plot(interval)** #TukeyHSD 法による処理平均間の差の 95%信頼区間のグラフ表示

●計算終了後の後始末（「清掃作業」）

> **detach()** # 「detach」したものをすべてはずす。

> **rm(list=ls())** # すべてのオブジェクトを消去する。



===== Box-2: 1 要因乱塊法 =====

●データ読みこみ

> **mm <- read.table("Box2_R.txt", header=T)**

> **mm**

REP	TRT	DATA
1	1	S25 5113
2	1	S50 5346
3	1	S75 5272
4	1	S100 5164
5	1	S125 4804

```

6  1 S150 5254
7  2 S25 5398
8  2 S50 5952
9  2 S75 5713
10 2 S100 4831
11 2 S125 4848
12 2 S150 4542
13 3 S25 5307
14 3 S50 4719
15 3 S75 5483
16 3 S100 4986
17 3 S125 4432
18 3 S150 4919
19 4 S25 4678
20 4 S50 4264
21 4 S75 4749
22 4 S100 4410
23 4 S125 4748
24 4 S150 4098

```

> attach(mm)

● 因子指定

> REP <- factor(REP) # ブロック要因の指定

> TRT <- factor(TRT) # 実験処理要因の指定

● Bartlett 検定 (正規性に関する Shapiro-Wilk 検定も「Box1」にならって同様に実施しておく)

> bartlett.test(DATA ~ REP) # ブロック要因に関する等分散性の検定

```

Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by REP
Bartlett's K-squared = 5.4282, df = 3, p-value = 0.143

```

> bartlett.test(DATA ~ TRT) # 実験処理要因に関する等分散性の検定

```

Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by TRT
Bartlett's K-squared = 5.3464, df = 5, p-value = 0.3751

```

● 1 要因乱塊法の分散分析

> fm <- aov(DATA ~ REP + TRT) # 乱塊法のモデル「DATA~REP+TRT」のもとで.

> summary(fm) # 分散分析表の出力

```

          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
REP         3 1944361  648120  5.8622 0.007416 **
TRT         5 1198331  239666  2.1678 0.112809
Residuals  15 1658376  110558
---

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

●多重比較 (Holm 補正ならびに TukeyHSD 法も「TRT」と「REP」のそれぞれについて適用できる.)

```
> pairwise.t.test(DATA, TRT, p.adj="bonferroni") # 処理要因に関する多重比較
```

Pairwise comparisons using t tests with pooled SD

data: DATA and TRT

```
      S100 S125 S150 S25 S50
S125 1    -    -    -    -
S150 1    1    -    -    -
S25  1    1    1    -    -
S50  1    1    1    1    -
S75  1    1    1    1    1
```

P value adjustment method: bonferroni

```
> pairwise.t.test(DATA, REP, p.adj="bonferroni") # ブロック要因に関する多重比較
```

Pairwise comparisons using t tests with pooled SD

data: mm\$DATA and mm\$REP

```
      1      2      3
2 1.000 -      -
3 1.000 1.000 -
4 0.037 0.021 0.232
```

P value adjustment method: bonferroni

●計算終了後の後始末 (忘れずに)

```
> detach() # 「detach」したものをすべてはずす.
```

```
> rm(list=ls()) # すべてのオブジェクトを消去する.
```

=====
Box-3: 2 要因乱塊法
=====

●データ読みこみ

```
> mm <- read.table("Box3_R.txt", header=T)
```

```
> mm
```

```
      REP V N DATA
1      1 V1 N0 3.852
2      1 V1 N1 4.788
3      1 V1 N2 4.576
4      1 V1 N3 6.034
5      1 V1 N4 5.874
6      1 V2 N0 2.846
7      1 V2 N1 4.956
8      1 V2 N2 5.928
9      1 V2 N3 5.664
10     1 V2 N4 5.458
11     1 V3 N0 4.192
12     1 V3 N1 5.250
13     1 V3 N2 5.822
```

```
14 1 V3 N3 5.888
15 1 V3 N4 5.864
16 2 V1 N0 2.606
17 2 V1 N1 4.936
18 2 V1 N2 4.454
19 2 V1 N3 5.276
20 2 V1 N4 5.916
21 2 V2 N0 3.794
22 2 V2 N1 5.128
23 2 V2 N2 5.698
24 2 V2 N3 5.362
25 2 V2 N4 5.546
26 2 V3 N0 3.754
27 2 V3 N1 4.582
28 2 V3 N2 4.848
29 2 V3 N3 5.524
30 2 V3 N4 6.264
31 3 V1 N0 3.144
32 3 V1 N1 4.562
33 3 V1 N2 4.884
34 3 V1 N3 5.906
35 3 V1 N4 5.984
36 3 V2 N0 4.108
37 3 V2 N1 4.150
38 3 V2 N2 5.810
39 3 V2 N3 6.458
40 3 V2 N4 5.786
41 3 V3 N0 3.738
42 3 V3 N1 4.896
43 3 V3 N2 5.678
44 3 V3 N3 6.042
45 3 V3 N4 6.056
46 4 V1 N0 2.894
47 4 V1 N1 4.608
48 4 V1 N2 3.924
49 4 V1 N3 5.652
50 4 V1 N4 5.518
51 4 V2 N0 3.444
52 4 V2 N1 4.990
53 4 V2 N2 4.308
54 4 V2 N3 5.474
55 4 V2 N4 5.932
56 4 V3 N0 3.428
57 4 V3 N1 4.286
58 4 V3 N2 4.932
59 4 V3 N3 4.756
60 4 V3 N4 5.362
```

> attach(mm)

● 因子指定

> REP <- factor(REP)

> V <- factor(V)

> N <- factor(N)

● Bartlett 検定（正規性検定も忘れるべからず）

> bartlett.test(DATA ~ REP)

Bartlett test for homogeneity of variances

```
data: DATA by REP
Bartlett's K-squared = 0.1655, df = 3, p-value = 0.983
```

```
> bartlett.test(DATA ~ V)
```

```
Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by V
Bartlett's K-squared = 0.8044, df = 2, p-value = 0.6688
```

```
> bartlett.test(DATA ~ N)
```

```
Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by N
Bartlett's K-squared = 11.0445, df = 4, p-value = 0.02607 (ちょっとヤバいかも)
```

● 2 要因乱塊法の分散分析

```
> fm <- aov(DATA ~ REP + V + N + V:N)
```

```
# ブロック「REP」以外に、ふたつの主効果「V」および「N」と、交互作用効果「V:N」がある。
```

```
> summary(fm) # 分散分析表
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
REP	3	2.600	0.867	5.7294	0.002220	**
V	2	1.053	0.526	3.4801	0.039950	*
N	4	41.235	10.309	68.1534	< 2.2e-16	***
V:N	8	2.291	0.286	1.8931	0.086706	.
Residuals	42	6.353	0.151			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

下記は同一の分散分析（「V*N」が「V + N + V:N」と同一であることを確認するため）

```
> fm <- aov(DATA ~ REP + V*N)
```

```
> summary(fm)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
REP	3	2.600	0.867	5.7294	0.002220	**
V	2	1.053	0.526	3.4801	0.039950	*
N	4	41.235	10.309	68.1534	< 2.2e-16	***
V:N	8	2.291	0.286	1.8931	0.086706	.
Residuals	42	6.353	0.151			

● 多重比較（Holm 補正ならびに TukeyHSD も実行してみること）

```
> pairwise.t.test(DATA, REP, p.adj="bonferroni")
```

```
Pairwise comparisons using t tests with pooled SD
data: DATA and REP
```

```
1 2 3
```



```
2 1.00 - -
3 1.00 1.00 -
4 0.94 1.00 0.88
```

P value adjustment method: bonferroni

```
> pairwise.t.test(DATA, N, p.adj="bonferroni")
```

Pairwise comparisons using t tests with pooled SD
data: DATA and N

```
      N0      N1      N2      N3
N1 1.6e-07 -      -      -
N2 3.7e-10 1.00000 -      -
N3 5.3e-15 0.00017 0.03075 -
N4 5.8e-16 1.7e-05 0.00420 1.00000
```

P value adjustment method: bonferroni

```
> pairwise.t.test(DATA, V, p.adj="bonferroni")
```

Pairwise comparisons using t tests with pooled SD
data: mm\$DATA and mm\$V

```
      V1 V2
V2 1 -
V3 1 1
```

P value adjustment method: bonferroni

●計算終了後のお掃除

```
> detach()      # 「detach」したものをすべてはずす。
```

```
> rm(list=ls()) # すべてのオブジェクトを消去する。
```

=====
Box-4: 2 要因分割区法 (split-plot) =====

●データ読みこみ

```
> mm <- read.table("Box4_R.txt", header=T)
```

```
> mm
```

```
  REP N V DATA
1  1 N0 V1 4430
2  1 N0 V2 3944
3  1 N0 V3 3464
4  1 N0 V4 4126
5  1 N1 V1 5418
6  1 N1 V2 6502
7  1 N1 V3 4768
8  1 N1 V4 5192
9  1 N2 V1 6076
10 1 N2 V2 6008
11 1 N2 V3 6244
```

12 1 N2 V4 4546
13 1 N3 V1 6462
14 1 N3 V2 7139
15 1 N3 V3 5792
16 1 N3 V4 2774
17 1 N4 V1 7290
18 1 N4 V2 7682
19 1 N4 V3 7080
20 1 N4 V4 1414
21 1 N5 V1 8452
22 1 N5 V2 6228
23 1 N5 V3 5594
24 1 N5 V4 2248
25 2 N0 V1 4478
26 2 N0 V2 5314
27 2 N0 V3 2944
28 2 N0 V4 4482
29 2 N1 V1 5166
30 2 N1 V2 5858
31 2 N1 V3 6004
32 2 N1 V4 4604
33 2 N2 V1 6420
34 2 N2 V2 6127
35 2 N2 V3 5724
36 2 N2 V4 5744
37 2 N3 V1 7056
38 2 N3 V2 6982
39 2 N3 V3 5880
40 2 N3 V4 5036
41 2 N4 V1 7848
42 2 N4 V2 6594
43 2 N4 V3 6662
44 2 N4 V4 1960
45 2 N5 V1 8832
46 2 N5 V2 7387
47 2 N5 V3 7122
48 2 N5 V4 1380
49 3 N0 V1 3850
50 3 N0 V2 3660
51 3 N0 V3 3142
52 3 N0 V4 4836
53 3 N1 V1 6432
54 3 N1 V2 5586
55 3 N1 V3 5556
56 3 N1 V4 4652
57 3 N2 V1 6704
58 3 N2 V2 6642
59 3 N2 V3 6014
60 3 N2 V4 4146
61 3 N3 V1 6680
62 3 N3 V2 6564
63 3 N3 V3 6370
64 3 N3 V4 3638
65 3 N4 V1 7552
66 3 N4 V2 6576
67 3 N4 V3 6320
68 3 N4 V4 2766
69 3 N5 V1 8818
70 3 N5 V2 6006
71 3 N5 V3 5480
72 3 N5 V4 2014

> attach(mm)

● 因子指定

> REP <- factor(REP)

> N <- factor(N)

> V <- factor(V)

● Bartlett 検定 (正規性も確認すること)

> bartlett.test(DATA ~ REP)

Bartlett test for homogeneity of variances

```
data: DATA by REP
Bartlett's K-squared = 0.1282, df = 2, p-value = 0.938
```

```
> bartlett.test(DATA ~ N)
```

```
Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by N
Bartlett's K-squared = 38.7511, df = 5, p-value = 2.665e-07
```

```
> bartlett.test(DATA ~ V)
```

```
Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by V
Bartlett's K-squared = 2.1845, df = 3, p-value = 0.535
```

● 2 要因 Split-plot の分散分析

```
> fm <- aov(DATA ~ REP + N*N + Error(REP/N))
```

```
# 「N」は 1 次要因. その誤差項は「Error(REP/N)」である.
```

```
# 「N」は 2 次要因
```

```
> summary(fm)
```

```
Error: REP
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals  2 1082577  541288
```

```
Error: REP:N      # 1 次要因「N」に関する分散分析表.
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
N         5 30429200  6085840  42.868 1.950e-06 ***
Residuals 10  1419679   141968
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Error: Within      # 2 次要因「V」および交互作用「N:N」に関する分散分析表.
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
V         3 89888101 29962700  85.711 < 2.2e-16 ***
N:V       15 69343487  4622899  13.224 2.105e-10 ***
Residuals 36 12584873   349580
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

● 多重比較

```
> pairwise.t.test(DATA, REP, p.adj="bonferroni")
```

```
Pairwise comparisons using t tests with pooled SD
```

```
data: DATA and REP
```

```
1 2  
2 1 -  
3 1 1
```

```
P value adjustment method: bonferroni
```

```
> pairwise.t.test(DATA, N, p.adj="bonferroni")
```

```
Pairwise comparisons using t tests with pooled SD  
data: DATA and N
```

```
      N0   N1   N2   N3   N4  
N1 0.54 -    -    -    -  
N2 0.12 1.00 -    -    -  
N3 0.12 1.00 1.00 -    -  
N4 0.15 1.00 1.00 1.00 -  
N5 0.16 1.00 1.00 1.00 1.00
```

```
P value adjustment method: bonferroni
```

```
> pairwise.t.test(DATA, V, p.adj="bonferroni")
```

```
Pairwise comparisons using t tests with pooled SD  
data: DATA and V
```

```
      V1      V2      V3  
V2 1.00000 -        -  
V3 0.15331 1.00000 -  
V4 2.7e-08 1.1e-06 0.00021
```

```
P value adjustment method: bonferroni
```

●後始末

```
> detach()      # 「detach」したものをすべてはずす。  
> rm(list=ls()) # すべてのオブジェクトを消去する。
```

=====
Box-5: 2 要因細分区法 (strip-plot) =====

●データ読みこみ

```
> mm <- read.table("Box5_R.txt", header=T)
```

```
> mm
```

```
      REP V  N DATA  
1      1 V1 N1 2373  
2      1 V1 N2 4076  
3      1 V1 N3 7254
```

```
4 1 V2 N1 4007
5 1 V2 N2 5630
6 1 V2 N3 7053
7 1 V3 N1 2620
8 1 V3 N2 4676
9 1 V3 N3 7666
10 1 V4 N1 2726
11 1 V4 N2 4838
12 1 V4 N3 6881
13 1 V5 N1 4447
14 1 V5 N2 5549
15 1 V5 N3 6880
16 1 V6 N1 2572
17 1 V6 N2 3896
18 1 V6 N3 1556
19 2 V1 N1 3958
20 2 V1 N2 6431
21 2 V1 N3 6808
22 2 V2 N1 5795
23 2 V2 N2 7334
24 2 V2 N3 8284
25 2 V3 N1 4508
26 2 V3 N2 6672
27 2 V3 N3 7328
28 2 V4 N1 5630
29 2 V4 N2 7007
30 2 V4 N3 7735
31 2 V5 N1 3276
32 2 V5 N2 5340
33 2 V5 N3 5080
34 2 V6 N1 3724
35 2 V6 N2 2822
36 2 V6 N3 2706
37 3 V1 N1 4384
38 3 V1 N2 4889
39 3 V1 N3 8582
40 3 V2 N1 5001
41 3 V2 N2 7177
42 3 V2 N3 6297
43 3 V3 N1 5621
44 3 V3 N2 7019
45 3 V3 N3 8611
46 3 V4 N1 3821
47 3 V4 N2 4816
48 3 V4 N3 6667
49 3 V5 N1 4582
50 3 V5 N2 6011
51 3 V5 N3 6076
52 3 V6 N1 3326
53 3 V6 N2 4425
54 3 V6 N3 3214
```

> attach(mm)

● 因子指定

> REP <- factor(REP)

> V <- factor(V)

> N <- factor(N)

● Bartlett 検定

> bartlett.test(DATA~REP)

Bartlett test for homogeneity of variances
data: DATA by REP

Bartlett's K-squared = 0.4748, df = 2, p-value = 0.7887

> bartlett.test(DATA~V)

Bartlett test for homogeneity of variances

data: DATA by V

Bartlett's K-squared = 7.6346, df = 5, p-value = 0.1776

> bartlett.test(DATA~N)

Bartlett test for homogeneity of variances

data: DATA by N

Bartlett's K-squared = 7.0649, df = 2, p-value = 0.02923

● 2 要因 Strip-plot 分散分析

> fm <- aov(DATA ~ REP + V*N + Error(REP/V)) # 水平要因についての分散分析

> summary(fm)

Error: REP

	Df	Sum Sq	Mean Sq
REP	2	9220962	4610481

Error: REP:V

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
V	5	57100201	11420040	7.6528	0.003372 **
Residuals	10	14922619	1492262		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: Within

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
N	2	50676061	25338031	54.2579	1.245e-09 ***
V:N	10	23877979	2387798	5.1131	0.0005112 ***
Residuals	24	11207825	466993		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> fm <- aov(DATA ~ REP + V*N + Error(REP/N)) # 垂直要因についての分散分析

> summary(fm)

Error: REP

	Df	Sum Sq	Mean Sq
REP	2	9220962	4610481

Error: REP:N

```

      Df  Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
N          2 50676061 25338031  34.069 0.003075 **
Residuals  4  2974908   743727
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Error: Within

```

      Df  Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
V          5 57100201 11420040  14.7956 2.454e-07 ***
V:N        10 23877979  2387798   3.0936 0.008028 **
Residuals 30 23155536   771851
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```
> fm <- aov(DATA ~ REP + V*N + Error(REP/N*V)) # 交互作用要因についての分散分析
```

```
> summary(fm)
```

Error: REP

```

      Df  Sum Sq Mean Sq
REP    2 9220962 4610481

```

Error: V

```

      Df  Sum Sq Mean Sq
V      5 57100201 11420040

```

Error: REP:N

```

      Df  Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
N          2 50676061 25338031  34.069 0.003075 **
Residuals  4  2974908   743727
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Error: REP:V

```

      Df  Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals 10 14922619  1492262

```

Error: REP:N:V

```

      Df  Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
V:N        10 23877979  2387798   5.8006 0.0004271 ***
Residuals 20  8232917   411646
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

●分散分析表 (要約)

Error: REP

	Df	Sum Sq	Mean Sq
REP	2	9220962	4610481

Error: REP:V

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
V	5	57100201	11420040	7.6528	0.003372 **
Residuals	10	14922619	1492262		

Error: REP:N

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
N	2	50676061	25338031	34.069	0.003075 **
Residuals	4	2974908	743727		

Error: REP:N:V

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
V:N	10	23877979	2387798	5.8006	0.0004271 ***
Residuals	20	8232917	411646		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1