

1つの被験者間要因がある場合(1B)

独立変数の型変換

```
独立変数 <- as.factor(独立変数)
```

【重要！！】

独立変数をfactor型と言われる形式にしておかなければならない関数が多いので、まずこれをやっておく。
factor型にしていないと、間違った分散分析をした結果を出力してしまう。
間違っているかどうかは、独立変数の自由度Dfの値が「水準数-1」になっているか否かなどでわかる。

1つの被験者間要因の分散分析

aovを使う方法

```
aov(従属変数 ~ 独立変数, データフレーム名)
```

anovaを使う方法

```
anova(lm(従属変数 ~ 独立変数, データフレーム名))
```

Anovaを使う方法

```
library(car)
```

```
オブジェクト名 <- lm(従属変数 ~ 独立変数, データフレーム名)
```

```
Anova(オブジェクト名)
```

oneway.testを使う方法(等分散性を仮定する)

```
oneway.test(従属変数 ~ 独立変数, データフレーム名, var.equal=TRUE)
```

oneway.testを使う方法(等分散性を仮定しない)

```
oneway.test(従属変数 ~ 独立変数, データフレーム名)
```

上記のうち、Anova, aov, anova(lm()) は等分散性を仮定して分析する。oneway.testは等分散性を仮定することも、仮定しないことも指定できる。

多重比較

テューキー法

```
TukeyHSD(aov(従属変数 ~ 独立変数, データフレーム名))
```

または

```
TukeyHSD(aovの出力結果)
```

シェッフェ方法

```
library(agricolae)
```

```
scheffe.test(aov(従属変数 ~ 独立変数, データフレーム名), "要因名")
```

または

```
scheffe.test(aovかlmの出力結果, "要因名")
```

あらかじめagricolaeパッケージをインストールしておく必要がある。
group=FALSE を指定すると、対比較の検定をする。

ボンフェロニ法

```
pairwise.t.test(従属変数, 独立変数, p.adjust.method="bonferroni")
```

p.adjusted.method: "holm", "hochberg", "hommel", "bonferroni", "BH", "BY", "fdr"

```
> setwd("i:\Rdocuments\scripts")
> d1 <- read.table("1B平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  番号 group utsu
1    1    60   23
2    2    50   24
3    3    50   28
4    4    40   29
5    5    60   36
6    6    50   22
>
```

	A	B	C
1	番号	group	utsu
2	1	60	23
3	2	50	24
4	3	50	28
5	4	40	29
6	5	60	36
7	6	50	22
8	7	60	36
9	8	50	23
10	9	60	28
11	10	60	27
12	11	60	27
13	12	50	36
14	13	50	33
15	14	40	32
16	15	40	22
17	16	60	44
18	17	50	25
19	18	60	32
20	19	60	20
21	20	40	28

```
> # 各群の記述統計量
> library(psych)
> describeBy(d1$utsu, d1$group)
group: 40
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
1    1 73 26.56 5.71    26   26.59 5.93  14  41    27 0.08   -0.38 0.67
-----
group: 50
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
1    1 81 29.26 7.09    29   29.25 7.41  13  47    34 0.03   -0.3 0.79
-----
group: 60
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
1    1 84 27.51 6.69    27   27.43 7.41  11  44    33 0.1   -0.53 0.73
>
> # 全体の記述統計量
> describe(d1$utsu)
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
1    1 238 27.82 6.62    27   27.74 7.41  11  47    36 0.14   -0.27 0.43
>
```

```
> # まとめて出力
> dtmp <- NULL
> dtmp$x <- d1$utsu
> dtmp$group <- d1$group
>
> dtmp <- data.frame(dtmp)
> ntmp <- as.matrix(table(dtmp$group))
> mtmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, mean)
> stmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, sd)
> itmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, min)
> etmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, median)
> atmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, max)
> nta <- nrow(dtmp)
> mta <- mean(dtmp$x)
> sta <- sd(dtmp$x)
> ita <- min(dtmp$x)
> eta <- median(dtmp$x)
> ata <- max(dtmp$x)
> otmp <- round(data.frame(ntmp, mtmp, stmp, itmp, etmp, atmp), 2)
> ota <- round(data.frame(nta, mta, sta, ita, eta, ata), 2)
> rownames(ota) <- "Total"
> colnames(otmp) <- colnames(ota) <- c("N", "Mean", "SD", "Min", "Median", "Max")
> otmp <- rbind(otmp, ota)
> otmp
```

```
      N Mean  SD Min Median Max
40    73 26.56 5.71  14    26   41
50    81 29.26 7.09  13    29   47
60    84 27.51 6.69  11    27   44
Total 238 27.82 6.62  11    27   47
>
```

```
> #分散分析
> #aovを使う方法
> d1$group <- as.factor(d1$group)
> result.aov <- aov(utsu ~ group, data=d1)
> summary(result.aov)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
group           2     291   145.67    3.392 0.0353 *
Residuals      235   10093    42.95
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

```
> #anovaを使う方法
> d1$group <- as.factor(d1$group)
> mod.1 <- lm(utsu ~ group, data=d1)
> (result.anova <- anova(mod.1))

Analysis of Variance Table

Response: utsu
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
group           2     291.3   145.675    3.392 0.0353 *
Residuals      235   10092.5    42.947
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

```
> #Anovaを使う方法
> library(car)
> d1$group <- as.factor(d1$group)
> mod.1 <- lm(utsu ~ group, data=d1)
> (result.Anova <- Anova(mod.1))

Anova Table (Type II tests)

Response: utsu
              Sum Sq Df F value Pr(>F)
group           291.3  2    3.392 0.0353 *
Residuals      10092.5 235
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

```
> #oneway.testを使う方法（等分散性を仮定する）
> d1$group <- as.factor(d1$group)
> result.oneway.equal <- oneway.test(utsu ~ group, data=d1, var.equal=TRUE)
> result.oneway.equal

One-way analysis of means

data:  utsu and group
F = 3.392, num df = 2, denom df = 235, p-value = 0.0353
>
```

```
> #oneway.testを使う方法（等分散性を仮定しない）
> d1$group <- as.factor(d1$group)
> (result.oneway <- oneway.test(utsu ~ group, data=d1))

One-way analysis of means (not assuming equal variances)

data:  utsu and group
F = 3.4125, num df = 2.000, denom df = 156.372, p-value = 0.03543
>
>
```

```

> #多重比較
> #テューキーの方法
> (mc.tukey <- TukeyHSD(result.aov))

Tukey multiple comparisons of means
 95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = utsu ~ group, data = dl)

$group
      diff      lwr      upr    p adj
50-40  2.6976154  0.2030911  5.1921398 0.0304917
60-40  0.9502609 -1.5230578  3.4235796 0.6369201
60-50 -1.7473545 -4.1544379  0.6597289 0.2027422

>

> #シェッフェの方法
> library(agricolae)
> (mc.scheffe <- scheffe.test(result.aov, "group"))
$statistics
      Mean      CV MSerror CriticalDifference
27.81513 23.56051 42.94688          2.5678

$parameters
      Df ntr      F Scheffe
235    3 3.034248 2.463432

$means
      utsu      std  r Min Max
40 26.56164 5.710581 73  14  41
50 29.25926 7.093620 81  13  47
60 27.51190 6.693809 84  11  44

$comparison
NULL

$groups
      trt  means M
1   50 29.25926 a
2   60 27.51190 ab
3   40 26.56164 b

>

> # group=FALSE を指定したシェッフェの方法
> (mc.scheffe <- scheffe.test(result.aov, "group", group=FALSE))
$statistics
      Mean      CV MSerror CriticalDifference
27.81513 23.56051 42.94688          2.5678

$parameters
      Df ntr      F Scheffe
235    3 3.034248 2.463432

$means
      utsu      std  r Min Max
40 26.56164 5.710581 73  14  41
50 29.25926 7.093620 81  13  47
60 27.51190 6.693809 84  11  44

$comparison
      Difference  pvalue sig      LCL      UCL
40 - 50 -2.6976154 0.040405 * -5.0451256 -0.3501053
40 - 60 -0.9502609 0.663722  -3.2778152  1.3772933
50 - 60  1.7473545 0.232992  -0.5178681  4.0125771

$groups
NULL

```

```
>
> #ボンフェロニの方法
> (mc.bon <- pairwise.t.test(d1$utsu, d1$group, p.adjust.method="bonferroni"))
```

Pairwise comparisons using t tests with pooled SD

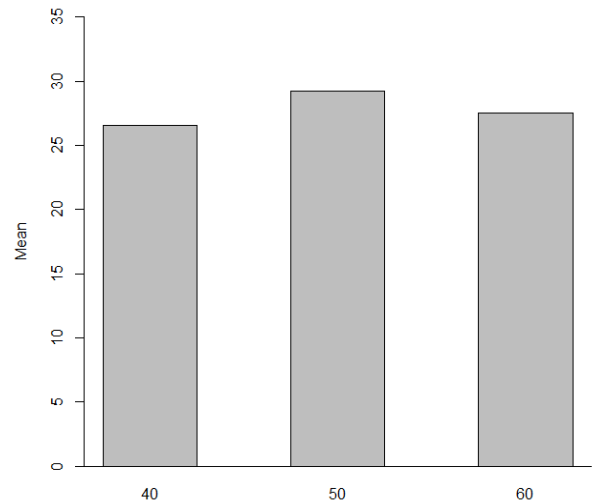
data: d1\$utsu and d1\$group

```
      40      50
50 0.034 -
60 1.000 0.265
```

P value adjustment method: bonferroni

```
>
>
>
```

```
> #平均値を比較する棒グラフの作成
> barplot(mtemp, ylim=c(0, 35), ylab="Mean", space=1)
> segments(0, 0, 7, 0)
>
>
```



1つの被験者間要因がある場合の効果量の推定

MBESSパッケージにある`conf.limits.ncf`関数を利用したオリジナル関数を使うので、あらかじめMBESSパッケージをインストールしておく必要がある。

分散分析を実行し、要因の自由度、残差の自由度、要因の平方和、残差平方和をそれぞれ、`dfa`, `dfe`, `ssa`, `sse`として代入する。

信頼係数を`conf.level`オプションで指定できる。デフォルトは0.95。

η^2 , ε^2 , ω^2 の推定値と信頼区間を推定する。

関数を利用する前に、関数部分を一度実行しておく必要がある。

```
# -----
# Effect Size 1B ANOVA

effect1B <- function(dfa, dfe, ssa, sse, conf.level=0.95){
  library(MBESS)
  a <- dfa + 1
  n <- dfe + a
  eta <- ssa/(ssa+sse)
  eps <- 1 - (n-1)/(dfe)*(1-eta)
  ma <- ssa/dfa
  me <- sse/dfe
  va <- dfa*(ma-me)/n
  omega <- va/(va+me)
  F <- ma/me
  escl <- conf.limits.ncf(F.value=F, df.1=dfa, df.2=dfe, conf.level=conf.level)
  eslow <- max(escl$Lower.Limit/(n+escl$Lower.Limit), 0, na.rm=T)
  esup <- escl$Upper.Limit/(n+escl$Upper.Limit)
  op <- round(c(eta, eps, omega, eslow, esup), 2)
  esout <- round(c(F, dfa, dfe, op), 2)
  names(esout) <- c("F", "dfa", "dfe", "Eta2", "Epsilon2", "Omega2", "Lower", "Upper")
  return(esout)
  detach("package:MBESS")
}
```

```
# -----
```

```
> setwd("i:¥¥documents¥¥scripts")
> d1 <- read.table("1B平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  番号 group utsu
1    1    60   23
2    2    50   24
3    3    50   28
4    4    40   29
5    5    60   36
6    6    50   22
>
```

```
> # 各群の記述統計量
```

```
> library(psych)
> describeBy(d1$utsu, d1$group)
group: 40
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
1    1 73 26.56 5.71    26  26.59 5.93  14  41   27 0.08  -0.38 0.67
-----
group: 50
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
1    1 81 29.26 7.09    29  29.25 7.41  13  47   34 0.03  -0.3 0.79
-----
group: 60
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
1    1 84 27.51 6.69    27  27.43 7.41  11  44   33 0.1  -0.53 0.73
```

	A	B	C
1	番号	group	utsu
2	1	60	23
3	2	50	24
4	3	50	28
5	4	40	29
6	5	60	36
7	6	50	22
8	7	60	36
9	8	50	23
10	9	60	28
11	10	60	27
12	11	60	27
13	12	50	36
14	13	50	33
15	14	40	32
16	15	40	22
17	16	60	44
18	17	50	25
19	18	60	32
20	19	60	20
21	20	40	28

```

>
> # 全体の記述統計量
> describe(d1$utsu)
  vars    n  mean   sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
1     1 238 27.82 6.62     27   27.74 7.41  11  47    36 0.14   -0.27 0.43
>
>
> # まとめて出力
> dtmp <- NULL
> dtmp$x <- d1$utsu
> dtmp$group <- d1$group
>
> dtmp <- data.frame(dtmp)
> ntmp <- as.matrix(table(dtmp$group))
> mtmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, mean)
> stmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, sd)
> itmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, min)
> etmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, median)
> atmp <- tapply(dtmp$x, dtmp$group, max)
> nta <- nrow(dtmp)
> mta <- mean(dtmp$x)
> sta <- sd(dtmp$x)
> ita <- min(dtmp$x)
> eta <- median(dtmp$x)
> ata <- max(dtmp$x)
> otmp <- round(data.frame(ntmp, mtmp, stmp, itmp, etmp, atmp), 2)
> ota <- round(data.frame(nta, mta, sta, ita, eta, ata), 2)
> rownames(ota) <- "Total"
> colnames(otmp) <- colnames(ota) <- c("N", "Mean", "SD", "Min", "Median", "Max")
> otmp <- rbind(otmp, ota)
> otmp

```

```

      N Mean  SD Min Median Max
40    73 26.56 5.71 14     26  41
50    81 29.26 7.09 13     29  47
60    84 27.51 6.69 11     27  44
Total 238 27.82 6.62 11     27  47
>

```

```

>
> #分散分析
> #anovaを使う方法
> d1$group <- as.factor(d1$group)
> mod.1 <- lm(utsu ~ group, data=d1)
> result.anova <- anova(mod.1)
> result.anova
Analysis of Variance Table

Response: utsu
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
group    2   291.3  145.675    3.392 0.0353 *
Residuals 235 10092.5   42.947
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
>

```

```

> # 効果量
> effect1B(dfa=2, dfe=235, ssa=291.3, sse=10092.5)
      F      dfa    dfe    Eta2 Epsilon2  Omega2  Lower  Upper
1  3.39      2.00 235.00    0.03    0.02    0.02    0.00    0.08
>

```

dfa, dfe, 及びF値が、分散分析表と一致していることをまず確認する。
 # 一致していなかったら、代入している値に誤りがある可能性が大きい。

1つの被験者内要因がある場合(1W)

aovを使う方法

まずstackデータを作成

```
d3 <- stack(被験者内要因の各水準を列とするデータだけのデータフレーム名)
d4 <- data.frame(d3, 被験者IDの変数名)
colnames(d4) <- c("y", "x", "id")
d4$x <- as.factor(d4$x)
d4$id <- as.factor(d4$id)
```

```
aov(y ~ x + id, data=d4)
```

「球面性の仮定」が満たされることを前提としている。

【重要！！】

独立変数をfactor型と言われる形式にしておかなければならない関数が多いので、まずこれをやっておく。
factor型にしていないと、間違った分散分析をした結果を出力してしまう。
間違っているかどうかは、「独立変数の自由度Dfの値が“水準数-1”になっているか否か」などでわかる。

Anovaを使う方法

```
library(car)
lmオブジェクト名 <- lm(cbind(条件1の従属変数, 条件2の従属変数, 条件3の従属変数, ...) ~ 1, データフレーム名)
被験者内要因名 <- c("条件1", "条件2", "条件3", ...)
被験者内要因名 <- data.frame(被験者内要因名)
Anovaオブジェクト名 <- Anova(lmオブジェクト名, idata=被験者内要因名, idesign=~被験者内要因名)
summary(Anovaオブジェクト名, multivariate=FALSE)
```

「球面性の仮定」の検討をして、修正した結果も表示する。

あらかじめcarパッケージをインストールしておく必要がある。

被験者間要因はないので、線形モデル(lm)の独立変数(~の右側)は固定値 1 にしておく。

summary で multivariate=TRUE としておくと、多変量分散分析の結果も表示してくれる。

多重比較

ボンフェロニ法

```
pairwise.t.test(従属変数, 独立変数, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)
```

p.adjusted.method: “holm”, “hochberg”, “hommel”, “bonferroni”, “BH”, “BY”, “fdr”
の値を変えれば、他の方法での多重比較も行える

```
> setwd("i:\\Rdocuments\\scripts\\")
> d1 <- read.table("1W平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  Team Rank Cooperate
1   13   15         14
2   15   15         10
3   11   13         13
4   14   14         18
5   15   10         14
6   11   11         14
>
>
>
> # 各群の人数・平均値・標準偏差
> dtmp <- d1
> ntmp <- nrow(dtmp)
> mtmp <- colMeans(dtmp)
> stmp <- apply(dtmp, 2, sd)
> ctmp <- cor(dtmp)
> ktmp <- round(data.frame(ntmp, mtmp, stmp, ctmp), 2)
> colnames(ktmp) <- c("N", "Mean", "SD", colnames(ctmp))
```

```

> ktmp
      N Mean  SD Team Rank Cooperate
Team   164 12.42 1.63 1.00 0.21      0.20
Rank   164 12.12 1.57 0.21 1.00      0.21
Cooperate 164 13.30 1.63 0.20 0.21      1.00
>

> #stackデータの作成
> d3 <- stack(dtmp)
> did <- c(1:nrow(dtmp))
> d4 <- data.frame(d3, did)
> colnames(d4) <- c("y", "x", "id")
> d4$x <- as.factor(d4$x)
> d4$id <- as.factor(d4$id)
> head(d4)
      y      x id
1 13 Team  1
2 15 Team  2
3 11 Team  3
4 14 Team  4
5 15 Team  5
6 11 Team  6
>
>
> #分散分析
> #aovを使う方法
> result.1 <- aov(y ~ x + id, data=d4)
> summary(result.1)

          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
x             2   124.1    62.05   30.229 9.05e-13 ***
id            163   595.1     3.65    1.778 6.35e-06 ***
Residuals    326   669.2     2.05
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
>
> # Anovaを使う方法
> library(car)
> mod.2 <- lm(cbind(Team, Rank, Cooperate)~1, d1)
> gun <- c("Team", "Rank", "Cooperate")
> gun <- data.frame(gun)
> result.2 <- Anova(mod.2, idata=gun, idesign=~gun)

Note: model has only an intercept; equivalent type-III tests substituted.
> summary(result.2, multivariate=FALSE)

Univariate Type III Repeated-Measures ANOVA Assuming Sphericity

          SS num Df Error SS den Df          F    Pr(>F)
(Intercept) 78307      1   595.06   163 21449.790 < 2.2e-16 ***
gun          124      2   669.22   326   30.229 9.054e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Mauchly Tests for Sphericity

      Test statistic p-value
gun      0.99895 0.91826

Greenhouse-Geisser and Huynh-Feldt Corrections
for Departure from Sphericity

      GG eps Pr(>F[GG])
gun 0.99895 9.284e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

      HF eps    Pr(>F[HF])
gun 1.011338 9.053813e-13
警告メッセージ:
In summary.Anova.mlm(result.2, multivariate = FALSE) :
  HF eps > 1 treated as 1
>
>

> # 多重比較
> pairwise.t.test(d4$y, d4$x, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)

      Pairwise comparisons using paired t tests

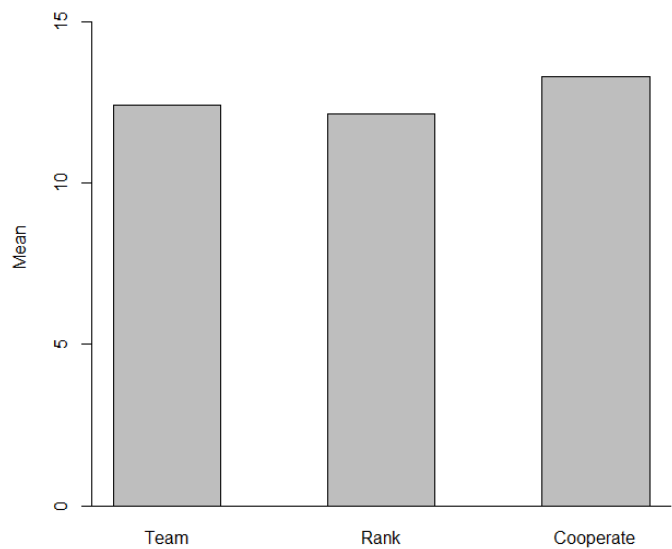
data:  d4$y and d4$x

      Cooperate Rank
Rank 1.0e-11    -
Team 4.3e-07    0.17

P value adjustment method: bonferroni
>
>

> #平均値を比較するグラフ
> barplot(colMeans(dtmp), ylim=c(0, 16), ylab="Mean", space=1)
> segments(0,0, 7,0)
>
>

```



2つの被験者間要因がある場合(2B)

```

データフレーム名 : d1
被験者ID : id
被験者間要因1 : x1
被験者間要因2 : x2
従属変数 : y

```

独立変数の型変換

```

d1$x1 <- as.factor(d1$d1)
d1$x2 <- as.factor(d1$x2)

```

【重要!!】

独立変数をfactor型と言われる形式にしておかなければならない関数が多いので、まずこれをやっておく。
factor型にしていないと、間違った分散分析をした結果を出力してしまう。
間違っているかどうかは、独立変数の自由度Dfの値が「水準数-1」になっているか否かなどでわかる。

aovを使う方法

```

lmオブジェクト名 <- lm(y ~ x1 * x2, data=d1)
aovオブジェクト名 <- aov(lmオブジェクト名)
summary(aovオブジェクト名)

```

anovaを使う方法

```

lmオブジェクト名 <- lm(y ~ x1 * x2, data=d1)
anovaオブジェクト名 <- anova(lmオブジェクト名)
anovaオブジェクト名

```

Anovaを使う方法

```

library(car)
lmオブジェクト名 <- lm(y ~ x1 * x2, d1)
Anova オブジェクト名 <- Anova(mo1mオブジェクト名)
Anova オブジェクト名

```

あらかじめcarパッケージをインストールしておく必要がある。

被験者間要因が2つあるので、線形モデル(lm)の独立変数を「独立変数1 * 独立変数2」とする。

多重比較 テューキー法

```
TukeyHSD(aov(y ~ x1 * x2, d1) または TukeyHSD(aovの出力結果))
```

単純効果の検定

```
library(phia)
```

```
testInteractions(lmオブジェクト名, fixed="変数名1", across="変数名2")
```

または

```
testInteractions(lmオブジェクト名, fixed="変数名1", pairwise="変数名2")
```

あらかじめphiaパッケージをインストールしておく必要がある。

fixedで指定した変数の水準ごとに、acrossで指定した変数の単純主効果の検定、pairwiseで指定した変数の任意の2水準間の効果の検定を行う。

調整済み平均値の推定と作図

```

(オブジェクト名 <- interactionMeans(lmオブジェクト名))
plot(オブジェクト名)

```

一方の変数の各水準における、他方の変数の平均値を比較した折れ線グラフを作図する

```

> setwd("i:\\Rdocuments\\scripts")
> d1 <- read.table("2B平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  id work  furture tekiou
1  1 few  shushoku    10
2  2 many shingaku    12
3  3 many shushoku    12
4  4 few  shushoku    12
5  5 few   mitei    13
6  6 many shushoku     9
>
>
> # 独立変数をfactor型に変換
> d1$work <- factor(d1$work, levels=c("many", "few"), labels=c("Many", "Few"))
> d1$furture <- factor(d1$furture, levels=c("shingaku", "shushoku", "mitei"),
+                       labels=c("Shingaku", "Shushoku", "Mitei"))

```

```

> head(d1)
  id work  furture tekiou
1  1 Few  Shushoku    10
2  2 Many Shingaku    12
3  3 Many Shushoku    12
4  4 Few  Shushoku    12
5  5 Few   Mitei    13
6  6 Many Shushoku     9
>

```

```

> # 各群の人数・平均値・標準偏差

```

```

> desc2 <- function(data, x1, x2, y){
+   dtmp <- data
+   nc <- as.matrix(table(dtmp[,x1], dtmp[,x2]))
+   nm1 <- as.matrix(margin.table(nc, 1))
+   nm2 <- as.matrix(margin.table(nc, 2))
+   nm <- as.matrix(margin.table(nc))
+   ndtmp <- rbind(cbind(nc, nm1), c(nm2, nm))
+   rownames(ndtmp) <- c(rownames(nc), "Total")
+   colnames(ndtmp) <- c(colnames(nc), "Total")
+
+   mc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), mean)
+   mm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), mean)
+   mm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), mean)
+   mm <- mean(dtmp[,y])
+   mdtmp <- rbind(cbind(mc, mm1), c(mm2, mm))
+   mdtmp <- round(mdtmp, 2)
+   mcbar <-<- mc
+
+   sc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), sd)
+   sm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), sd)
+   sm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), sd)
+   sm <- sd(dtmp[,y])
+   sdtmp <- rbind(cbind(sc, sm1), c(sm2, sm))
+   sdtmp <- round(sdtmp, 2)
+
+   vr <- NULL
+   ddesc2 <- matrix(c(""), (nrow(ndtmp)*4), ncol(ndtmp), byrow=T)
+   for(i in 1:nrow(ndtmp)){
+     ic <- 4*(i-1)+1
+     iN <- ic+1
+     im <- iN+1
+     is <- im+1
+     ddesc2[iN,] <- ndtmp[i,]
+     ddesc2[im,] <- mdtmp[i,]
+     ddesc2[is,] <- sdtmp[i,]
+     vr <- c(vr, c(rownames(ndtmp)[i], "N", "Mean", "SD"))
+   }
+   ddesc2 <- data.frame(vr, ddesc2)
+   colnames(ddesc2) <- c("", colnames(ndtmp))
+   print(ddesc2, quote=F)
+ }
>

```

1	id	work	furture	tekiou
2	1	few	shushoku	10
3	2	many	shingaku	12
4	3	many	shushoku	12
5	4	few	shushoku	12
6	5	few	mitei	13
7	6	many	shushoku	9
8	7	few	shushoku	12
9	8	few	shushoku	11
10	9	few	shushoku	14
11	10	many	shushoku	12
12	11	many	shingaku	15
13	12	few	shushoku	14
14	13	many	shushoku	12
15	14	few	shushoku	14
16	15	many	mitei	11
17	16	few	shushoku	13
18	17	few	shingaku	17
19	18	many	mitei	10
20	19	few	shushoku	9
21	20	few	shushoku	19

```
> desc2(data=d1, x1="work", x2="furture", y="tekiou")
```

```

      Shingaku Shushoku Mitei Total
1  Many
2  N      24      63      25      112
3  Mean   14.38   12.83   10.4   12.62
4  SD     1.61    1.77    1.96    2.22
5  Few
6  N      16      81      17      114
7  Mean   14.19   12.31   12.06   12.54
8  SD     2.48    2.06    1.82    2.18
9  Total
10 N      40     144     42     226
11 Mean   14.3    12.53   11.07   12.58
12 SD     1.98    1.95    2.05    2.19
>
>
>
>

```

```
> #分散分析
```

```
> # aovを使う方法
```

```
> mod.2 <- lm(tekiou~work*furture, data=d1)
```

```
> result.aov <- aov(mod.2)
```

```
> summary(result.aov)
```

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
work      1    0.4    0.37   0.098  0.75448
furture    2 214.0  107.02  28.320 1.14e-11 ***
work:furture 2   37.4   18.72   4.954  0.00786 **
Residuals 220 831.4    3.78
---

```

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

```
>
>

```

```
> # anovaを使う方法
```

```
> mod.2 <- lm(tekiou~work*furture, data=d1)
```

```
> result.1 <- anova(mod.2)
```

```
> result.1
```

```
Analysis of Variance Table
```

```
Response: tekiou
```

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
work      1    0.37    0.371   0.0980  0.75448
furture    2 214.04  107.020  28.3200 1.137e-11 ***
work:furture 2   37.44   18.722   4.9544  0.00786 **
Residuals 220 831.37    3.779
---

```

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

```
>
>

```

```
> # Anovaを使う方法
```

```
> library(car)
```

```
> mod.2 <- lm(tekiou~work*furture, data=d1)
```

```
> result.2 <- Anova(mod.2)
```

```
> result.2
```

```
Anova Table (Type II tests)
```

```
Response: tekiou
```

```

      Sum Sq Df F value    Pr(>F)
work      0.20  1  0.0531  0.81797
furture   214.04  2 28.3200 1.137e-11 ***
work:furture 37.44  2  4.9544  0.00786 **
Residuals 831.37 220
---

```

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

```
>
>

```

```
> #多重比較
```

```
> #チューキーの方法
```

```
> (mc.tukey <- TukeyHSD(result.aov))
```

```
Tukey multiple comparisons of means
```

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

```
Fit: aov(formula = mod.2)
```

```
$work
      diff      lwr      upr      p adj
Few-Many -0.08098371 -0.5906919 0.4287245 0.7544812

$furture
      diff      lwr      upr      p adj
Shushoku-Shingaku -1.752118 -2.571973 -0.9322629 2.90e-06
Mitei-Shingaku    -3.228186 -4.241611 -2.2147606 0.00e+00
Mitei-Shushoku    -1.476068 -2.280501 -0.6716346 6.71e-05
```

```
$`work:furture`
      diff      lwr      upr      p adj
Few:Shingaku-Many:Shingaku -0.1875000 -1.99130120 1.6163012 0.9996773
Many:Shushoku-Many:Shingaku -1.5496032 -2.89023035 -0.2089760 0.0131701
Few:Shushoku-Many:Shingaku -2.0663580 -3.36524334 -0.7674727 0.0001158
Many:Mitei-Many:Shingaku    -3.9750000 -5.57215366 -2.3778463 0.0000000
Few:Mitei-Many:Shingaku    -2.3161765 -4.08785994 -0.5444930 0.0029676
Many:Shushoku-Few:Shingaku -1.3621032 -2.92671845 0.2025121 0.1277130
Few:Shushoku-Few:Shingaku -1.8788580 -3.40785862 -0.3498574 0.0065731
Many:Mitei-Few:Shingaku    -3.7875000 -5.57681260 -1.9981874 0.0000001
Few:Mitei-Few:Shingaku    -2.1286765 -4.07536650 -0.1819864 0.0230446
Few:Shushoku-Many:Shushoku -0.5167549 -1.45559737 0.4220877 0.6110024
Many:Mitei-Many:Shushoku   -2.4253968 -3.74646535 -1.1043283 0.0000046
Few:Mitei-Many:Shushoku    -0.7665733 -2.29404982 0.7609032 0.7007676
Many:Mitei-Few:Shushoku    -1.9086420 -3.18733032 -0.6299536 0.0003792
Few:Mitei-Few:Shushoku    -0.2498184 -1.74079342 1.2411565 0.9967583
Few:Mitei-Many:Mitei       1.6588235 -0.09810651 3.4157536 0.0764349
```

```
>
>
> #シェッフェの方法
> library(agricolae)
> (mc.scheffe <- scheffe.test(result.aov, "work"))
$statistics
      Mean      CV MSerror CriticalDifference
12.57522 15.45857 3.778941      0.5097082
```

```
$parameters
      Df ntr      F Scheffe
220    2 3.884075 1.970806
```

```
$means
      tekiou      std      r Min Max
Few 12.53509 2.178657 114    9 19
Many 12.61607 2.218861 112    6 18
```

```
$comparison
NULL
```

```
$groups
      trt      means M
1 Many 12.61607 a
2 Few 12.53509 a
```

```
> (mc.scheffe <- scheffe.test(result.aov, "furture"))
$statistics
      Mean      CV MSerror CriticalDifference
12.57522 15.45857 3.778941      0.9236499
```

```
$parameters
      Df ntr      F Scheffe
220    3 3.036898 2.464507
```

```
$means
      tekiou      std      r Min Max
Mitei 11.07143 2.052873 42    6 15
Shingaku 14.30000 1.976788 40    9 18
Shushoku 12.53472 1.950124 144    9 19
```

```

$comparison
NULL

$groups
      trt      means M
1 Shingaku 14.30000 a
2 Shushoku 12.53472 b
3 Mitei    11.07143 c

>

> # group=FALSE を指定したシェッフェの方法
> (mc.scheffe <- scheffe.test(result.aov, "work", group=FALSE))
$statistics
      Mean      CV  MSerror CriticalDifference
12.57522 15.45857 3.778941      0.5097082

$parameters
      Df ntr      F Scheffe
220    2 3.884075 1.970806

$means
      tekiou      std  r Min Max
Few 12.53509 2.178657 114  9 19
Many 12.61607 2.218861 112  6 18

$comparison
      Difference  pvalue sig      LCL      UCL
Few - Many -0.08098371 0.754481 -0.4440615 0.2820941

$groups
NULL

> (mc.scheffe <- scheffe.test(result.aov, "furture", group=FALSE))
$statistics
      Mean      CV  MSerror CriticalDifference
12.57522 15.45857 3.778941      0.9236499

$parameters
      Df ntr      F Scheffe
220    3 3.036898 2.464507

$means
      tekiou      std  r Min Max
Mitei 11.07143 2.052873 42  6 15
Shingaku 14.30000 1.976788 40  9 18
Shushoku 12.53472 1.950124 144  9 19

$comparison
      Difference  pvalue sig      LCL      UCL
Mitei - Shingaku -3.228571 0.000000 *** -4.1820641 -2.2750787
Mitei - Shushoku -1.463294 0.000144 *** -2.2201539 -0.7064334
Shingaku - Shushoku 1.765278 0.000005 *** 0.9939077 2.5366478

$groups
NULL

>
>
> #ボンフェロニの方法
> (mc.bon.tekiou <- pairwise.t.test(d1$tekiou, d1$work, p.adjust.method="bonferroni"))

      Pairwise comparisons using t tests with pooled SD

data: d1$tekiou and d1$work

      Many
Few 0.78

P value adjustment method: bonferroni

```

```
> (mc.bon.gakunen <- pairwise.t.test(d1$tekiou, d1$furture, p.adjust.method="bonferroni"))
```

Pairwise comparisons using t tests with pooled SD

data: d1\$tekiou and d1\$furture

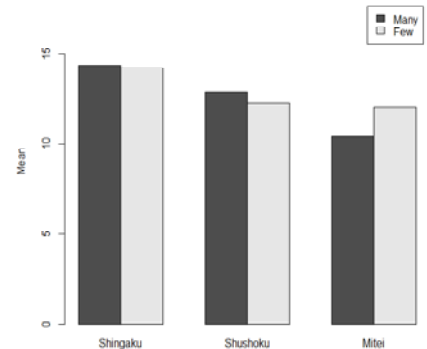
```
      Shingaku Shushoku
Shushoku 3.4e-06 -
Mitei    8.1e-12 1e-04
```

P value adjustment method: bonferroni

```
> # 平均値を比較する棒グラフの作成
```

```
> barplot(mcbars, beside=TRUE, legend=TRUE, ylim=c(0,18), ylab="Mean")
```

```
>
>
>
```



```
> # 単純効果
```

```
> library(phia)
```

```
>
```

```
> # workの各水準におけるfurtureの主効果
```

```
> testInteractions(mod.2, fixed="work", across="furture")
```

F Test:

P-value adjustment method: holm

	furture1	furture2	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
Many	3.9750	2.42540	2	199.79	26.4342	1.03e-10 ***
Few	2.1287	0.24982	2	51.70	6.8401	0.001312 **
Residuals			220	831.37		

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

```
>
```

```
> # workの各水準におけるfurture2水準間の効果
```

```
> testInteractions(mod.2, fixed="work", pairwise="furture")
```

F Test:

P-value adjustment method: holm

	Value	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
Shingaku-Shushoku : Many	1.5496	1	41.73	11.0434	0.003127 **
Shingaku-Mitei : Many	3.9750	1	193.48	51.1987	7.366e-11 ***
Shushoku-Mitei : Many	2.4254	1	105.28	27.8608	1.560e-06 ***
Shingaku-Shushoku : Few	1.8789	1	47.17	12.4810	0.002003 **
Shingaku-Mitei : Few	2.1287	1	37.35	9.8834	0.003795 **
Shushoku-Mitei : Few	0.2498	1	0.88	0.2321	0.630485
Residuals		220	831.37		

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

```
>
```

```
> # furtureの各水準におけるworkの主効果
```

```
> testInteractions(mod.2, fixed="furture", across="work")
```

F Test:

P-value adjustment method: holm

	Value	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
Shingaku	0.18750	1	0.34	0.0893	0.76534
Shushoku	0.51675	1	9.46	2.5042	0.22997
Mitei	-1.65882	1	27.84	7.3683	0.02149 *
Residuals		220	831.37		

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

```
>
```

```
> # furtureの各水準におけるwork2水準間の効果
```

```
> testInteractions(mod.2, fixed="furture", pairwise="work")
```

F Test:

P-value adjustment method: holm

	Value	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
Many-Few : Shingaku	0.18750	1	0.34	0.0893	0.76534
Many-Few : Shushoku	0.51675	1	9.46	2.5042	0.22997

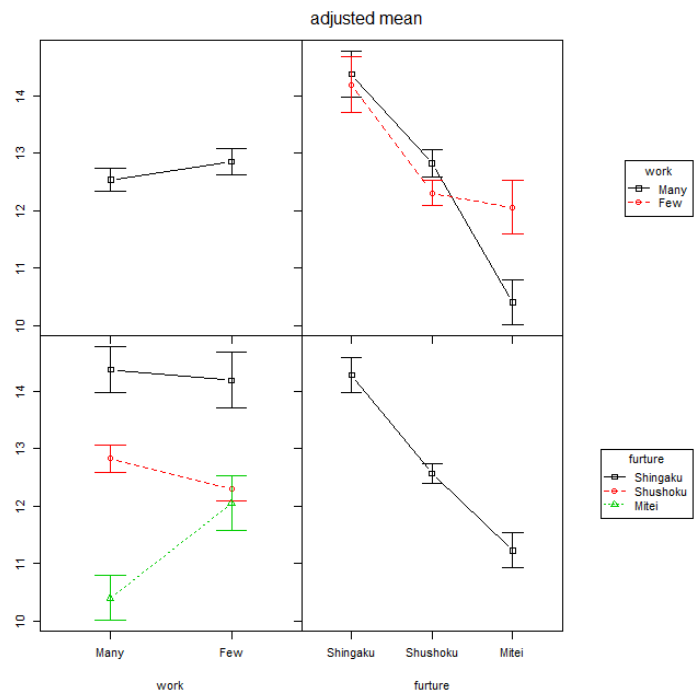
```
Many-Few :      Mitei -1.65882      1      27.84 7.3683 0.02149 *
Residuals                220      831.37
```

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

```
> # モデルによって調整された各セルの平均値とその概観
```

```
> (mn.dladj <- interactionMeans(mod.2))
work furture adjusted mean std. error
1 Many Shingaku      14.37500  0.3968071
2 Few Shingaku       14.18750  0.4859875
3 Many Shushoku      12.82540  0.2449147
4 Few Shushoku       12.30864  0.2159944
5 Many Mitei         10.40000  0.3887900
6 Few Mitei          12.05882  0.4714771
> plot(mn.dladj)
```

```
>
>
>
```



2つの被験者間要因がある場合の効果量の推定

MBESSパッケージにある`conf.limits.ncf`関数を利用したオリジナル関数を使うので、あらかじめMBESSパッケージをインストールしておく必要がある。

分散分析を実行し、各効果の自由度、残差の自由度、各効果の平方和、残差平方和をそれぞれ、`dfa`, `dfb`, `dfab`, `dfe`, `ssa`, `ssb`, `ssab`, `sse`として代入する。

信頼係数を`conf.level`オプションで指定できる。デフォルトは0.95。

`partial  $\eta^2$` の推定値と信頼区間を推定する。

関数を利用する前に、関数部分を一度実行しておく必要がある。

```
# -----
# Effect Size 2B ANOVA

effect2B <- function(dfa, dfb, dfab=dfa*dfb, dfe, ssa, ssb, ssab, sse, conf.level=0.95) {
  library(MBESS)
  a <- dfa + 1
  b <- dfb + 1
  n <- dfa + dfb + dfab + dfe + 1
  sst <- ssa + ssb + ssab + sse
  ss <- ssa + ssb + ssab
  eta <- ss/sst
  eta.a <- (ss-ssa)/sst
  eta.b <- (ss-ssb)/sst
  eta.ab <- (ss-ssab)/sst
  pl.eta.a <- (eta-eta.a)/(1-eta.a)
  pl.eta.b <- (eta-eta.b)/(1-eta.b)
  pl.eta.ab <- (eta-eta.ab)/(1-eta.ab)
  ma <- ssa/dfa
  mb <- ssb/dfb
  mab <- ssab/dfab
  me <- sse/dfe
  Fa <- ma/me
  Fb <- mb/me
  Fab <- mab/me
  escl.a <- conf.limits.ncf(F.value=Fa, df.1=dfa, df.2=dfe, conf.level=conf.level)
  escl.b <- conf.limits.ncf(F.value=Fb, df.1=dfb, df.2=dfe, conf.level=conf.level)
  escl.ab <- conf.limits.ncf(F.value=Fab, df.1=dfab, df.2=dfe, conf.level=conf.level)
  eslow.a <- max(escl.a$Lower.Limit/(n+escl.a$Lower.Limit), 0, na.rm=T)
  esup.a <- escl.a$Upper.Limit/(n+escl.a$Upper.Limit)
  eslow.b <- max(escl.b$Lower.Limit/(n+escl.b$Lower.Limit), 0, na.rm=T)
  esup.b <- escl.b$Upper.Limit/(n+escl.b$Upper.Limit)
  eslow.ab <- max(escl.ab$Lower.Limit/(n+escl.ab$Lower.Limit), 0, na.rm=T)
  esup.ab <- escl.ab$Upper.Limit/(n+escl.ab$Upper.Limit)
  esout <- round(matrix(c(Fa, Fb, Fab, dfa, dfb, dfab, pl.eta.a, pl.eta.b, pl.eta.ab,
                        eslow.a, eslow.b, eslow.ab, esup.a, esup.b, esup.ab), 3, 5), 2)
  colnames(esout) <- c("F", "df", "prt.eta2", "Lower", "Upper")
  rownames(esout) <- c("A", "B", "AxB")
  return(esout)
  detach("package:MBESS")
}
```

```
# -----

> setwd("i:\\Rdocuments\\scripts")
> d1 <- read.table("2B平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  id work furture tekiou
1  1  few shushoku    10
2  2 many shingaku    12
3  3 many shushoku    12
4  4  few shushoku    12
5  5  few mitei      13
6  6 many shushoku     9
>
>
```

```
> # 独立変数をfactor型に変換
```

```
> d1$work <- factor(d1$work, levels=c("many", "few"), labels=c("Many", "Few"))
```

```
> d1$furture <- factor(d1$furture, levels=c("shingaku", "shushoku", "mitei"),  
+ labels=c("Shingaku", "Shushoku", "Mitei"))
```

```
> head(d1)
```

```
  id work furture tekiou  
1  1 Few Shushoku    10  
2  2 Many Shingaku    12  
3  3 Many Shushoku    12  
4  4 Few Shushoku    12  
5  5 Few Mitei    13  
6  6 Many Shushoku     9
```

1	id	work	furture	tekiou
2	1	few	shushoku	10
3	2	many	shingaku	12
4	3	many	shushoku	12
5	4	few	shushoku	12
6	5	few	mitei	13
7	6	many	shushoku	9
8	7	few	shushoku	12
9	8	few	shushoku	11
10	9	few	shushoku	14
11	10	many	shushoku	12
12	11	many	shingaku	15
13	12	few	shushoku	14
14	13	many	shushoku	12
15	14	few	shushoku	14
16	15	many	mitei	11
17	16	few	shushoku	13
18	17	few	shingaku	17
19	18	many	mitei	10
20	19	few	shushoku	9
21	20	few	shushoku	19

```
> # 各群の人数・平均値・標準偏差
```

```
> desc2 <- function(data, x1, x2, y){  
+   dtmp <- data  
+   nc <- as.matrix(table(dtmp[,x1], dtmp[,x2]))  
+   nm1 <- as.matrix(margin.table(nc, 1))  
+   nm2 <- as.matrix(margin.table(nc, 2))  
+   nm <- as.matrix(margin.table(nc))  
+   ndtmp <- rbind(cbind(nc, nm1), c(nm2, nm))  
+   rownames(ndtmp) <- c(rownames(nc), "Total")  
+   colnames(ndtmp) <- c(colnames(nc), "Total")  
+  
+   mc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), mean)  
+   mm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), mean)  
+   mm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), mean)  
+   mm <- mean(dtmp[,y])  
+   mdtmp <- rbind(cbind(mc, mm1), c(mm2, mm))  
+   mdtmp <- round(mdtmp, 2)  
+   mcbar <- mc  
+  
+   sc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), sd)  
+   sm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), sd)  
+   sm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), sd)  
+   sm <- sd(dtmp[,y])  
+   sdtmp <- rbind(cbind(sc, sm1), c(sm2, sm))  
+   sdtmp <- round(sdtmp, 2)  
+  
+   vr <- NULL  
+   ddesc2 <- matrix(c(""), (nrow(ndtmp)*4), ncol(ndtmp), byrow=T)  
+   for(i in 1:nrow(ndtmp)){  
+     ic <- 4*(i-1)+1  
+     iN <- ic+1  
+     im <- iN+1  
+     is <- im+1  
+     ddesc2[iN,] <- ndtmp[i,]  
+     ddesc2[im,] <- mdtmp[i,]  
+     ddesc2[is,] <- sdtmp[i,]  
+     vr <- c(vr, c(rownames(ndtmp)[i], "N", "Mean", "SD"))  
+   }  
+   ddesc2 <- data.frame(vr, ddesc2)  
+   colnames(ddesc2) <- c("", colnames(ndtmp))  
+   print(ddesc2, quote=F)  
+ }
```

```
> desc2(data=d1, x1="work", x2="furture", y="tekiou")
```

```
  Shingaku Shushoku Mitei Total  
1  Many  
2  N      24      63      25    112  
3  Mean   14.38   12.83   10.4   12.62  
4  SD     1.61     1.77     1.96   2.22  
5  Few  
6  N      16      81      17    114  
7  Mean   14.19   12.31   12.06  12.54  
8  SD     2.48     2.06     1.82   2.18  
9  Total  
10 N      40     144      42    226  
11 Mean   14.3    12.53  11.07  12.58  
12 SD     1.98     1.95     2.05   2.19
```

```

>
> #分散分析
> # anovaを使う方法
> mod.2 <- lm(tekiou~work*furture, data=d1)
> result.1 <- anova(mod.2)
> result.1
Analysis of Variance Table

Response: tekiou
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
work         1    0.37    0.371    0.0980    0.75448
furture       2 214.04 107.020  28.3200 1.137e-11 ***
work:furture   2  37.44  18.722   4.9544  0.00786 **
Residuals    220 831.37    3.779
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
>

> # 効果量
> effect2B(dfa=1, dfb=2, dfab=2, dfe=220, ssa=0.37, ssb=214.04, ssab=37.44, sse=831.37)

          F df prt1.eta2 Lower Upper
A      0.10  1      0.00  0.00  0.02
B     28.32  2      0.20  0.11  0.29
AxB     4.95  2      0.04  0.00  0.10
>

# dfやF値が分散分析表と一致していることをまず確認する.
# 一致していなかったら、代入している値に誤りがある可能性が大きい.

```

2つの被験者内要因がある場合(2W)

stackデータの作成

条件の組合せごとに各被験者の反応を縦にならべる。すべての条件の組合せについて縦に繋げる。

```
d2 <- d1[-1]
d3 <- stack(d2)
d3$x1 <- substr(d3$ind, 1, 2)
d3$x2 <- substr(d3$ind, 3, 4)
d3$id <- d1$id
d4 <- d3[, c("id", "values", "x1", "x2")]
colnames(d4) <- c("id", "y", "x1", "x2")
d4$id <- as.factor(d4$id)
d4$x1 <- as.factor(d4$x1)
d4$x2 <- as.factor(d4$x2)
```

独立変数をfactor型に変換

```
データフレーム名 : d4
被験者ID : id
被験者内要因1 : x1
被験者内要因2 : x2
従属変数 : y
```

分散分析

aovを使う方法

```
result.aov <- aov(y ~ x1 * x2 + Error(id + id:x1 + id:x2 + id:x1:x2), data=d4)
summary(result.aov)
```

【重要!!】

独立変数をfactor型と言われる形式にしておかなければならない関数が多いので、まずこれをやっておく。
factor型にしていないと、間違った分散分析をした結果を出力してしまう。
間違っているかどうかは、「独立変数の自由度Dfの値が“水準数-1”になっているか否か」などでわかる。
「球面性の仮定」が満たされることを前提としている。

Anovaを使う方法

```
データフレーム名 : d1
被験者ID : id
被験者内要因名1と水準名1 : fac.a <- c(a1, a2)
被験者内要因名2と水準名2 : fac.b <- c(b1, b2, b3)
被験者内要因の変数指定 : youin
従属変数 : y
```

```
library(car)
mod.2 <- lm(cbind(a1b1, a1b2, a1b3, a2b1, a2b2, a2b3)~1, d1)
fac.a <- c("a1", "a1", "a1", "a2", "a2", "a2")
fac.b <- c("b1", "b2", "b3", "b1", "b2", "b3")
youin <- data.frame(fac.a, fac.b)
result.2 <- Anova(mod.2, idata=youin, idesign=~fac.a*fac.b)
summary(result.2, multivariate=FALSE)
```

「球面性の仮定」の検討をして、修正した結果も表示する。

あらかじめ car パッケージをインストールしておく必要がある。

multivariate=TRUE としておく、多変量分散分析の結果も表示してくれる。

多重比較

被験者内要因

```
pairwise.t.test(d4$y, d4$x1, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)
pairwise.t.test(d4$y, d4$x2, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)
```

p.adjusted.method: "holm", "hochberg", "hommel", "bonferroni", "BH", "BY", "fdr"

```

> setwd("i:\\Rdocuments\\scripts\\")
> d1 <- read.table("2w平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> d2 <- d1[-1]
> head(d2)
  cs cd ns nd
1 34 22 36 22
2 36 21 33 17
3 34 25 36 23
4 36 29 32 21
5 36 25 34 21
6 37 23 33 24
>
>
> #stackデータの作成
> d3 <- stack(d2)
> d3$x1 <- substr(d3$ind, 1, 1)
> d3$x2 <- substr(d3$ind, 2, 2)
> d3$id <- d1$id
> d4 <- d3[, c("id", "values", "x1", "x2")]
> colnames(d4) <- c("id", "y", "x1", "x2")
> d4$id <- as.factor(d4$id)
> d4$x1 <- as.factor(d4$x1)
> d4$x2 <- as.factor(d4$x2)
> head(d4)
  id y x1 x2
1  1 34  c  s
2  2 36  c  s
3  3 34  c  s
4  4 36  c  s
5  5 36  c  s
6  6 37  c  s
>
>
> # 各群の人数・平均値・標準偏差
> desc2 <- function(data, x1, x2, y){
+   dtmp <- data
+   nc <- as.matrix(table(dtmp[,x1], dtmp[,x2]))
+   nm1 <- as.matrix(margin.table(nc, 1))
+   nm2 <- as.matrix(margin.table(nc, 2))
+   nm <- as.matrix(margin.table(nc))
+   ndtmp <- rbind(cbind(nc, nm1), c(nm2, nm))
+   rownames(ndtmp) <- c(rownames(nc), "Total")
+   colnames(ndtmp) <- c(colnames(nc), "Total")
+
+   mc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), mean)
+   mm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), mean)
+   mm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), mean)
+   mm <- mean(dtmp[,y])
+   mdtmp <- rbind(cbind(mc, mm1), c(mm2, mm))
+   mdtmp <- round(mdtmp, 2)
+   mcbars <- mc
+
+   sc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), sd)
+   sm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), sd)
+   sm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), sd)
+   sm <- sd(dtmp[,y])
+   sdtmp <- rbind(cbind(sc, sm1), c(sm2, sm))
+   sdtmp <- round(sdtmp, 2)
+
+   vr <- NULL
+   ddesc2 <- matrix(c(""), (nrow(ndtmp)*4), ncol(ndtmp), byrow=T)
+   for(i in 1:nrow(ndtmp)){
+     ic <- 4*(i-1)+1
+     iN <- ic+1
+     im <- iN+1
+     is <- im+1
+     ddesc2[iN,] <- ndtmp[i,]
+     ddesc2[im,] <- mdtmp[i,]
+     ddesc2[is,] <- sdtmp[i,]
+     vr <- c(vr, c(rownames(ndtmp)[i], "N", "Mean", "SD"))
+   }
+   ddesc2 <- data.frame(vr, ddesc2)

```

1	id	cs	cd	ns	nd
2	1	34	22	36	22
3	2	36	21	33	17
4	3	34	25	36	23
5	4	36	29	32	21
6	5	36	25	34	21
7	6	37	23	33	24
8	7	34	22	33	21
9	8	34	25	38	22
10	9	34	24	29	21
11	10	33	25	34	22
12	11	38	22	35	22
13	12	37	22	32	18
14	13	35	26	29	25
15	14	31	24	32	20
16	15	35	24	33	19
17	16	36	23	31	16
18	17	34	26	36	18
19	18	37	26	33	21
20	19	37	26	35	28
21	20	37	23	33	22

```

+ colnames(ddesc2) <- c("", colnames(ndtmp))
+ print(ddesc2, quote=F)
+ }
>
> desc2(data=d4, x1="x1", x2="x2", y="y")

```

```

      d      s Total
1      c
2      N    138    138    276
3  Mean 23.86 35.06 29.46
4      SD     2.7   2.39   6.16
5      n
6      N    138    138    276
7  Mean 21.83 33.08 27.46
8      SD     2.58   2.56   6.19
9  Total
10     N    276    276    552
11  Mean 22.84 34.07 28.46
12     SD     2.83   2.67   6.25
>

```

```

> # 分散分析
> #aovを使う方法
> result.aov <- aov(y ~ x1 * x2 + Error(id + id:x1 + id:x2 + id:x1:x2), data=d4)
> summary(result.aov)

```

```

Error: id
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Residuals 137    1461    10.66

```

```

Error: id:x1
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
x1      1     552    552.0    98.21 <2e-16 ***
Residuals 137     770      5.6
---

```

```

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

```

```

Error: id:x2
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
x2      1 17387  17387    3184 <2e-16 ***
Residuals 137    748      5
---

```

```

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

```

```

Error: id:x1:x2
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
x1:x2   1      0.1    0.065   0.014 0.905
Residuals 137 618.9    4.518
>
>

```

```

> # Anovaを使う方法
> library(car)
> mod.2 <- lm(cbind(cs, cd, ns, nd)~1, d1)
> fac.a <- c(rep("c", 2), rep("n", 2))
> fac.b <- rep(c("s", "d"), 2)
> youin <- data.frame(fac.a, fac.b)
> result.2 <- Anova(mod.2, idata=youin, idesign=~fac.a*fac.b)
Note: model has only an intercept; equivalent type-III tests substituted.
> summary(result.2, multivariate=FALSE)

```

Univariate Type III Repeated-Measures ANOVA Assuming Sphericity

```

      SS num Df Error SS den Df      F Pr(>F)
(Intercept) 446995      1 1460.96    137 41916.5937 <2e-16 ***
fac.a         552      1   770.00    137   98.2130 <2e-16 ***
fac.b        17387      1   748.04    137  3184.3565 <2e-16 ***
fac.a:fac.b      0      1   618.93    137    0.0144 0.9045
---

```

```

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

```

```

>
>
>
> #多重比較
> #ボンフェロニの方法
> mc.bon.x1 <- pairwise.t.test(d4$y, d4$x1, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)
> mc.bon.x1

```

Pairwise comparisons using paired t tests

data: d4\$y and d4\$x1

```

c
n <2e-16

```

P value adjustment method: bonferroni

```

> mc.bon.x2 <- pairwise.t.test(d4$y, d4$x2, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)
> mc.bon.x2

```

Pairwise comparisons using paired t tests

data: d4\$y and d4\$x2

```

d
s <2e-16

```

P value adjustment method: bonferroni

```

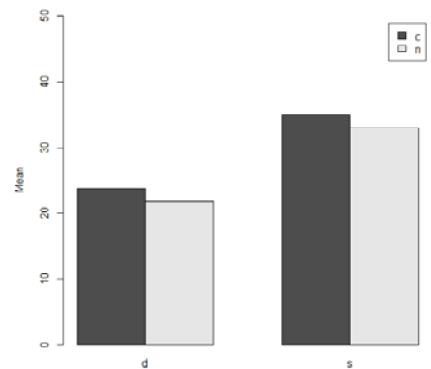
>
> #平均値を比較する棒グラフの作成

```

```

> mean.d2 <- tapply(d4$y, list(d4$x1, d4$x2), mean)
> barplot(mean.d2, beside=TRUE, legend=TRUE, ylim=c(0, 50), ylab="Mean")
>

```



1つの被験者間要因と1つの被験者内要因がある場合(1B1W)

stackデータの作成

被験者間要因の水準ごとにstackデータを作成して、最後に縦に繋げる

```
vn.x <- c("b1", "b2", "b3")

g <- 1
d2 <- d1[d1$group==g, ]
d3 <- d2[, vn.x]
d4 <- stack(d3)
d4$id <- rep(c(1:nrow(d3)))
colnames(d4) <- c("y", "x", "id")
d4$group <- rep(g)
d41 <- d4
head(d41)

g <- 2
d2 <- d1[d1$group==g, ]
d3 <- d2[, vn.x]
d4 <- stack(d3)
d4$id <- rep(c(1:nrow(d3)))
colnames(d4) <- c("y", "x", "id")
d4$group <- rep(g)
d42 <- d4
head(d42)

d4 <- rbind(d41, d42)
d4$group <- as.factor(d4$group)
d4$x <- as.factor(d4$x)
d4$id <- as.factor(d4$id)
```

データフレーム名 : d1
 被験者ID : id
 被験者間要因変数 : group
 被験者内要因変数 : x
 従属変数 : y

分散分析

aovを使う方法

```
result.aov <- aov(y ~ group * x + Error(id:group + id:group:x, d1)
summary(result.aov)
```

【重要！！】

独立変数をfactor型と言われる形式にしておかなければならない関数が多いので、まずこれをやっておく。
 factor型にしていないと、間違った分散分析をした結果を出力してしまう。
 間違っているかどうかは、独立変数の自由度Dfの値が「水準数-1」になっているか否かなどでわかる。
 「球面性の仮定」が満たされることを前提としている。

Anovaを使う方法

データフレーム名 : d1
 被験者ID : id
 被験者間要因変数 : group
 被験者内要因名と水準名 : fac.b <- c(b1, b2, b3)
 被験者内要因の変数指定 : youin
 従属変数 : y

```
library(car)
d1$group <- as.factor(d1$group)
mod.2 <- lm(cbind(b1, b2, b3) ~ group, c1)
fac.b <- c("b1", "b2", "b3")
youin <- data.frame(fac.b)
result.2 <- Anova(mod.2, idata=youin, idesign=~fac.b)
summary(result.2, multivariate=FALSE)
```

「球面性の仮定」の検討をして、修正した結果も表示する。
 あらかじめcarパッケージをインストールしておく必要がある。
 multivariate=TRUE としておく、多変量分散分析の結果も表示してくれる。

多重比較

被験者間要因

```
pairwise.t.test(d1$y, d1$group, p.adjust.method="bonferroni")
```

被験者内要因

```
pairwise.t.test(d1$y, d1$x, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)
```

p.adjusted.method: "holm", "hochberg", "hommel", "bonferroni", "BH", "BY", "fdr"

```
> setwd("i:¥¥Rdocuments¥¥scripts¥¥")
> d1 <- read.table("1B1W平均値データ.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
  id mh1 mh2      group
1  1  11  18 experiment
2  2  18  15 experiment
3  3  16  14   control
4  4   9  16 experiment
5  5  17  16 experiment
6  6   9  17 experiment
>
>
> # stackデータの作成
> vn.x <- c("mh1", "mh2")
> g <- "experiment"
> d2 <- d1[d1$group==g,]
> d3 <- d2[, vn.x]
> d4 <- stack(d3)
> d4$id <- rep(c(1:nrow(d3)))
> colnames(d4) <- c("y", "x", "id")
> d4$group <- rep(g)
> d41 <- d4
> head(d41)
   y  x id      group
1 11 mh1 1 experiment
2 18 mh1 2 experiment
3  9 mh1 3 experiment
4 17 mh1 4 experiment
5  9 mh1 5 experiment
6 12 mh1 6 experiment
>
> g <- "control"
> d2 <- d1[d1$group==g,]
> d3 <- d2[, vn.x]
> d4 <- stack(d3)
> d4$id <- rep(c(1:nrow(d3)))
> colnames(d4) <- c("y", "x", "id")
> d4$group <- rep(g)
> d42 <- d4
> head(d42)
   y  x id      group
1 16 mh1 1  control
2 14 mh1 2  control
3 14 mh1 3  control
4 14 mh1 4  control
5 16 mh1 5  control
6 14 mh1 6  control
>
> d4 <- rbind(d41, d42)
> d4$group <- as.factor(d4$group)
> d4$x <- as.factor(d4$x)
> d4$id <- as.factor(d4$id)
>
>
>
```

1	id	mh1	mh2	group
2	1	11	18	experiment
3	2	18	15	experiment
4	3	16	14	control
5	4	9	16	experiment
6	5	17	16	experiment
7	6	9	17	experiment
8	7	12	17	experiment
9	8	12	17	experiment
10	9	11	16	experiment
11	10	10	13	experiment
12	11	16	16	experiment
13	12	9	11	experiment
14	13	14	15	control
15	14	12	13	experiment
16	15	13	12	experiment
17	16	13	11	experiment
18	17	14	16	control
19	18	11	15	experiment
20	19	14	16	control
21	20	16	15	control

```

> #各群の人数・平均値・標準偏差
> desc2 <- function(data, x1, x2, y){
+   dtmp <- data
+   nc <- as.matrix(table(dtmp[,x1], dtmp[,x2]))
+   nm1 <- as.matrix(margin.table(nc, 1))
+   nm2 <- as.matrix(margin.table(nc, 2))
+   nm <- as.matrix(margin.table(nc))
+   ndtmp <- rbind(cbind(nc, nm1), c(nm2, nm))
+   rownames(ndtmp) <- c(rownames(nc), "Total")
+   colnames(ndtmp) <- c(colnames(nc), "Total")
+
+   mc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), mean)
+   mm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), mean)
+   mm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), mean)
+   mm <- mean(dtmp[,y])
+   mdtmp <- rbind(cbind(mc, mm1), c(mm2, mm))
+   mdtmp <- round(mdtmp, 2)
+   mcbars <- mc
+
+   sc <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1], dtmp[,x2]), sd)
+   sm1 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x1]), sd)
+   sm2 <- tapply(dtmp[,y], list(dtmp[,x2]), sd)
+   sm <- sd(dtmp[,y])
+   sdtmp <- rbind(cbind(sc, sm1), c(sm2, sm))
+   sdtmp <- round(sdtmp, 2)
+
+   vr <- NULL
+   ddesc2 <- matrix(c(""), (nrow(ndtmp)*4), ncol(ndtmp), byrow=T)
+   for(i in 1:nrow(ndtmp)){
+     ic <- 4*(i-1)+1
+     iN <- ic+1
+     im <- iN+1
+     is <- im+1
+     ddesc2[iN,] <- ndtmp[i,]
+     ddesc2[im,] <- mdtmp[i,]
+     ddesc2[is,] <- sdtmp[i,]
+     vr <- c(vr, c(rownames(ndtmp)[i], "N", "Mean", "SD"))
+   }
+   ddesc2 <- data.frame(vr, ddesc2)
+   colnames(ddesc2) <- c("", colnames(ndtmp))
+   print(ddesc2, quote=F)
+ }
>
> desc2(data=d4, x1="group", x2="x", y="y")

```

		mh1	mh2	Total
1	control			
2	N	50	50	100
3	Mean	15.48	15.32	15.4
4	SD	1.67	1.88	1.77
5	experiment			
6	N	47	47	94
7	Mean	12.26	14.53	13.39
8	SD	2.31	2.38	2.6
9	Total			
10	N	97	97	194
11	Mean	13.92	14.94	14.43
12	SD	2.57	2.16	2.42

```

>
>
>
>

```

```
> # 分散分析
```

```
> #aovを使う方法
```

```
> result.aov <- aov(y ~ group * x + Error(id:group + id:group:x), data=d4)
```

警告メッセージ:

```
In aov(y ~ group * x + Error(id:group + id:group:x), data = d4) :
  Error() モデルは特異です
```

```
> summary(result.aov)
```

```
Error: id:group
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
group	1	195.1	195.05	39.18	1.11e-08 ***
Residuals	95	472.9	4.98		

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

```
Error: id:group:x
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
x	1	50.5	50.52	14.07	0.000303 ***
group:x	1	71.9	71.92	20.03	2.12e-05 ***
Residuals	95	341.1	3.59		

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

```
>
>
```

```
> # Anovaを使う方法
```

```
> library(car)
```

```
> d1$group <- as.factor(d1$group)
```

```
> fac.b <- c("mh1", "mh2")
```

```
> mod.2 <- lm(cbind(mh1, mh2) ~ group, data=d1)
```

```
> fac.b <- c("mh1", "mh2")
```

```
> youin <- data.frame(fac.b)
```

```
> result.2 <- Anova(mod.2, idata=youin, idesign=~fac.b)
```

```
> summary(result.2, multivariate=FALSE)
```

```
Univariate Type II Repeated-Measures ANOVA Assuming Sphericity
```

	SS	num Df	Error SS	den Df	F	Pr(>F)
(Intercept)	40384	1	472.94	95	8111.948	< 2.2e-16 ***
group	195	1	472.94	95	39.181	1.111e-08 ***
fac.b	51	1	341.06	95	14.072	0.0003026 ***
group:fac.b	72	1	341.06	95	20.032	2.115e-05 ***

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

```
>
>
>
>
```

```
> #多重比較
```

```
> #ボンフェロニの方法
```

```
> mc.bon.x1 <- pairwise.t.test(d4$y, d4$group, p.adjust.method="bonferroni")
```

```
> mc.bon.x1
```

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

```
data: d4$y and d4$group
```

```
control
experiment 1.7e-09
```

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

```
> mc.bon.x2 <- pairwise.t.test(d4$y, d4$x, p.adjust.method="bonferroni", paired=TRUE)
```

```
> mc.bon.x2
```

```
Pairwise comparisons using paired t tests
```

```
data: d4$y and d4$x
```

```
mh1
mh2 9e-04
```

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

```
>
>
```

```
> #平均値を比較する棒グラフの作成  
> barplot(mcbars, beside=TRUE, legend=TRUE, ylim=c(0, 20), ylab="Mean")  
>
```

