

R と RStudio の使い方

芳賀敏郎（2014）医薬品開発のための統計解析 第2部 実験計画法
6 多因子実験
6.1 多因子実験の基礎

テキストと利用上の注意

●テキスト

芳賀敏郎（2011）医薬品開発のための統計解析

第2部 実験計画法 改訂版、サイエンティスト社、p.294

（サイトへアップすることに対して、サイエンティスト社の了解を得ています）

●Rによる解析事例を紹介

R スクリプトの出力結果を紹介します（tidyverse 系には次期バージョンで対応します）

R スクリプト（文字コードUTF-8に設定）を、このサイトから[ダウンロード](#)できます

R スクリプトを [Compile Report] することにより、Word または HTML で見ることができます

R と RStudio の設定と基本的な使い方は「[R と RStudio の使い方](#)」を参照してください

R の出力結果の見方は、テキストとそれを解説した [PDF ファイル](#) を参照してください

グラフ表示は、解析手段として、必要最小限の表現に止めています

●自己責任で利用

上記のことを理解した上で、自己責任により利用してください

第2部 実験計画法

- 1 因子実験 質的因子
 - 1.1 繰り返し数が等しい場合、1.2 繰り返し数が異なる場合
 - 1.3 多重比較、1.4 ばらつきを特性値とする実験
 - 1.5 ノンパラメトリック検定
- 量的因子
 - 2.1 直線関係の場合、2.2 非直線関係の場合
 - 2.3 ダミー変数による質的因子の効果の推定
- 乱塊法 3.1 質的因子の乱塊法、3.2 量的因子の乱塊法、3.3 欠測値のある場合
- 共分散分析 4.1 共分散分析の目的、4.2 解析手順、4.3 医薬品開発における共分散分析の例
- 2 因子実験 5.1 2 因子実験の基礎、5.2 質的因子×質的因子、5.3 質的因子×量的因子
- 5.4 質的因子×量的因子（変形）、5.5 量的因子×量的因子
- 多因子実験 6.1 多因子実験の基礎、6.2 スクリーニング計画、6.3 応答曲面計画**
- 変量モデルほか . . . 7.1 1 因子実験、7.2 枝分れ実験、7.3 乱塊法の拡張、7.4 経時データ、7.5 交差試験



多因子実験

- 表示6.1.2 分散分析表
スクリプトファイル

Green2-6-1.R

利用した関数

lm、car::Anova、anova、
summary

```
> df1
  A  B  C  y
1 A1 B1 C1  4
2 A1 B1 C2  8
3 A1 B2 C1  8
4 A1 B2 C2 14
5 A2 B1 C1  8
6 A2 B1 C2 15
7 A2 B2 C1  9
8 A2 B2 C2 14
```

```
lm_out1 <- lm(y ~ A + B + C + A:B + A:C + B:C,
              data = df1,
              contrasts = list(A = "contr.sum",
                              B = "contr.sum",
                              C = "contr.sum"))
```

平方和タイプ III

```
Anova(lm_out1, type = 3)
##              Sum Sq Df F value Pr(>F)
## (Intercept)  800.0  1  400.00 0.0318 *
## A              18.0  1    9.00 0.2048
## B              12.5  1    6.25 0.2422
## C              60.5  1   30.25 0.1145
## A:B            12.5  1    6.25 0.2422
## A:C              0.5  1    0.25 0.7048
## B:C              0.0  1    0.00 1.0000
## Residuals      2.0  1
```

効果の
和が0

平方和タイプIII 効果の和が0については[§2.3](#)を参照



多因子実験

- 表示6.1.2 分散分析表

スクリプトファイル

Green2-6-1.R

利用した関数

lm、car::Anova、anova、

summary

```
> df1
  A  B  C  y
1 A1 B1 C1  4
2 A1 B1 C2  8
3 A1 B2 C1  8
4 A1 B2 C2 14
5 A2 B1 C1  8
6 A2 B1 C2 15
7 A2 B2 C1  9
8 A2 B2 C2 14
```

A * B * C - A:B:C
 (A + B + C)^2

```
lm_out1 <- lm(y ~ A + B + C + A:B + A:C + B:C,
              data = df1,
              contrasts = list(A = "contr.sum",
                              B = "contr.sum",
                              C = "contr.sum"))

summary(lm_out1)
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  1.00e+01   5.00e-01   20.0    0.0318
*
## A1           -1.50e+00   5.00e-01   -3.0    0.2048
## B1           -1.25e+00   5.00e-01   -2.5    0.2422
## C1           -2.75e+00   5.00e-01   -5.5    0.1145
## A1:B1        -1.25e+00   5.00e-01   -2.5    0.2422
## A1:C1         2.50e-01   5.00e-01    0.5    0.7048
## B1:C1        -3.31e-16   5.00e-01    0.0    1.0000
```

多因子実験：ダミー変数の利用

- 表示6.1.3 LINESST 関数で解析するための計算表、表示6.1.4 LINESST 関数の解

スクリプトファイル

Green2-6-1.R

利用した関数

lm、car::Anova、anova、

summary

使っていない

```
> df2
```

A	B	C	AB	AC	BC	y
1	1	1	1	1	1	4
1	1	-1	1	-1	-1	8
1	-1	1	-1	1	-1	8
1	-1	-1	-1	-1	1	14
-1	1	1	-1	-1	1	8
-1	1	-1	-1	1	-1	15
-1	-1	1	1	-1	-1	9
-1	-1	-1	1	1	1	14

```
lm_out2 <- lm(y ~ A + B + C + A:B + A:C + B:C,  
              data = df2)
```

```
anova(lm_out2)
```

AB列、AC列、BC列を
使っていない

```
## Response: y  
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)  
## A           1   18.0    18.0    9.00 0.2048  
## B           1   12.5    12.5    6.25 0.2422  
## C           1   60.5    60.5   30.25 0.1145  
## A:B          1   12.5    12.5    6.25 0.2422  
## A:C          1    0.5     0.5    0.25 0.7048  
## B:C          1    0.0     0.0    0.00 1.0000  
## Residuals   1    2.0     2.0
```

ダミー変数については [§2.3](#) を参照



多因子実験：ダミー変数の利用

- 表示6.1.3 LINST 関数で解析するための計算表、表示6.1.4 LINST 関数の解

スクリプトファイル

Green2-6-1.R

利用した関数

lm、car::Anova、anova、summary

```
> df2
  A  B  C AB AC BC  y
  1  1  1  1  1  1  4
  1  1 -1  1 -1 -1  8
  1 -1  1 -1  1 -1  8
  1 -1 -1 -1 -1  1 14
 -1  1  1 -1 -1  1  8
 -1  1 -1 -1  1 -1 15
 -1 -1  1  1 -1 -1  9
 -1 -1 -1  1  1  1 14
```

```
lm_out2 <- lm(y ~ A + B + C + A:B + A:C + B:C,
              data = df2)
summary(lm_out2)

## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  1.00e+01   5.00e-01   20.0    0.0318 *
## A            -1.50e+00   5.00e-01   -3.0    0.2048
## B            -1.25e+00   5.00e-01   -2.5    0.2422
## C            -2.75e+00   5.00e-01   -5.5    0.1145
## A:B          -1.25e+00   5.00e-01   -2.5    0.2422
## A:C           2.50e-01   5.00e-01    0.5    0.7048
## B:C          -3.31e-16   5.00e-01    0.0    1.0000
```

t 値の 2 乗値 = F 値
9.00, 6.25, 30.25, 6.25, 0.25, 0

多因子実験：計算方法

p.214

- 補足 (p.214 下から 2 行)

スクリプトファイル

Green2-6-1.R

利用した関数

length、sum、

方法 [PDF ファイル](#)

```
> df2
  A  B  C AB AC BC  y
  1  1  1  1  1  1  4
  1  1 -1  1 -1 -1  8
  1 -1  1 -1  1 -1  8
  1 -1 -1 -1 -1  1 14
 -1  1  1 -1 -1  1  8
 -1  1 -1 -1  1 -1 15
 -1 -1  1  1 -1 -1  9
 -1 -1 -1  1  1  1 14
```

```
nn <- length(df2$y)           # データ数           8
sum(df2$y * df2$A) / nn       # A の効果       -1.5
sum(df2$y * df2$A)^2 / nn     # A の平方和     18
sum(df2$y * df2$B) / nn       # B の効果       -1.25
sum(df2$y * df2$B)^2 / nn     # B の平方和     12.5
sum(df2$y * df2$A * df2$B) / nn # A*B の効果    -1.25
sum(df2$y * df2$A * df2$B)^2 / nn # A*B の平方和  12.5
```

```
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## A          -1.50e+00  5.00e-01   -3.0    0.2048
## B          -1.25e+00  5.00e-01   -2.5    0.2422
## A:B         -1.25e+00  5.00e-01   -2.5    0.2422

##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## A            1  18.0    18.0    9.00 0.2048
## B            1  12.5    12.5    6.25 0.2422
## A:B           1  12.5    12.5    6.25 0.2422
```




- 参考文献

三輪哲久（2015）実健計画法と分散分析、朝倉書店
p.216.

- 作成

片瀬雅彦

- 作成時期

2021年8月8日