

Rによる心理学研究法入門

3章 心理学における分散分析

教育学研究科
修士課程一回
石黒 翔

1

研究の概略1

井関(2003)を題材に分散分析を行う

文章を読んでいる際に起こるオンライン推論が
単語ユニットか、命題ユニットかのいずれの活性化ユニット
で生じているのかを検討した研究

2要因被験者内計画の分散分析

2(文章: 推論・統制) × 3(ターゲット文: 命題・名詞一致・動詞一致)

文章読解後にターゲット文が有意味かの判断を行う

従属変数は判断の反応時間とし、条件(の組み合わせ)による
プライミング効果の様相を検討

(交互作用の有無に主眼が置かれた)

2

研究の概略2

実験材料の例(井関,2003より)

推論文章:「魚屋は朝一番に仕入れに出かけた。手頃な値段の生きのいい魚がたくさん見つかった。」

統制文章:「魚屋をしている友人に魚をもらった。仕入れの値段をきいたが、笑って教えてくれなかった。」

命題ターゲット文:「魚を買った」

名詞一致ターゲット文:「魚を食べた」

動詞一致ターゲット文:「卵を買った」

手続き: 文章読解 → ターゲット文の有意味判断

読解中の推論が単語単位で起きるのならば、どのターゲット文でも文章の要因によるプライミング効果が起きるであろう
(交互作用なし)

読解中の推論が命題単位で起こるのならば、命題ターゲット文でのみ文章の要因によるプライミング効果が起きるであろう
(文章とターゲット文間に交互作用あり)³

ANOVA君

ANOVA君: 井関龍太先生が作成された関数のセット

c.f. 関数は自分でも作ることができる!

```
tasu <- function(n1,n2){  
  print( n1 + n2 )  
}  
  
tasu(1,2)  
3 出力
```

今回は、井関先生が作成された関数を使わせていただく

source()で関数のセットの読み込み

⇒ 井関先生作成の関数が見えるようになる!

```
> source("anovakun_462.txt", encoding = "CP932")  
4
```

データの読み込み

```
dat <- read.csv("responsetimes.csv", header = F)
# header = T にすると先頭行が列名として使用されてしまう。
# つまり、参加者1の反応時間が列名となってしまいます！
```

データの形式

A 文章	a1 推論			a2 統制		
B ターゲット文	b1 命題	b2 名詞一致	b3 動詞一致	b1 命題	b2 名詞一致	b3 動詞一致
参加者1	639.99	771.86	765.84	637.87	725.79	765.24
参加者2	708.86	732.17	736.58	775.37	790.26	717.07
.....						
参加者18	544.66	650.07	620.23	578.9	639.15	648.76

※A,Bは参加者内要因なので、参加者は全ての条件に取り組み⁵

anovakun関数の利用

```
> anovakun(データ, "要因計画の型", 各要因の水準数...)
```

要因計画の型

各要因: A~Zの大文字アルファベットで表記

被験者内計画: sA

被験者間計画: As



今回は2要因被験者内計画なので、"sAB"と指定
また、要因の水準数は2, 3と指定

```
> anovakun(dat, "sAB", 2, 3)
```

anovakun関数の出力1

```
[ sAB-Type Design ]
```

```
This output was generated by anovakun 4.6.2 under R  
version 3.1.3.
```

```
It was executed on Mon May 18 17:03:20 2015.
```

```
<< DESCRIPTIVE STATISTICS >>
```

```
-----  
A B   n      Mean      S.D.  
-----  
a1 b1  18  707.5556  184.8883  
a1 b2  18  816.9900  211.9680  
a1 b3  18  793.9378  208.9555  
a2 b1  18  741.5622  196.4353  
a2 b2  18  807.5950  211.9831  
a2 b3  18  794.6667  193.3539  
-----
```

実験デザイン
sABと表示

条件ごとの
記述統計量
も算出

7

anovakun関数の出力2 球面性

対応のある分散分析では、球面性を仮定している
球面性が仮定できないとp値に歪みが生じる

```
<< SPHERICITY INDICES >>
```

```
== Mendoza's Multisample Sphericity Test and Epsilons ==
```

```
-----  
Effect  Lambda  approx.Chi    df    p      LB      GG      HF      CM  
-----  
Global  0.0000  35.7691        14  0.0013 **  0.2000  0.5926  0.7314  0.7027  
A        1.0000  -0.0000         0                1.0000  1.0000  1.0000  1.0000  
B        0.5832  1.0151         2  0.6020 ns  0.5000  0.9421  1.0557  1.0144  
A x B    0.0009  13.1954         2  0.0014 **  0.5000  0.6404  0.6696  0.6434  
-----
```

LB = lower.bound, GG = Greenhouse-Geisser
HF = Huynh-Feldt-Lecoutre, CM = Chi-Muller

帰無仮説:「球面性が成立する」

⇒棄却され、球面性なしと判断

A×Bの交互作用については球面性が成り立たなさそうである(後述)

anovakun関数の出力3 分散分析表

```
<< ANOVA TABLE >>
```

Source	SS	df	MS	F-ratio	p-value
s	3982777.2970	17	234281.0175		
A	1926.4313	1	1926.4313	2.6023	0.1251 ns
s x A	12584.5770	17	740.2692		
B	154619.6299	2	77309.8149	24.2689	0.0000 ***
s x B	108308.8699	34	3185.5550		
A x B	9280.8249	2	4640.4124	4.0465	0.0265 *
s x A x B	38989.8128	34	1146.7592		
Total	4308487.4427	107			

+p < .10, *p < .05, **p < .01, ***p < .001

要因Bの主効果及び、交互作用が有意であることがわかる
 ※計算上s x Aは被験者と要因Aの交互作用項であり、
 要因Aに対する誤差項として扱われる(B, A x Bについても同様)

anovakun関数の出力4 多重比較

```
< MULTIPLE COMPARISON for "B" >
```

Shafferの方法を使用(デフォルト)

```
== Shaffer's Modified Sequentially Rejective Bonferroni Procedure ==
== The factor < B > is analysed as dependent means. ==
== Alpha level is 0.05. ==
```

B	n	Mean	S.D.
b1	36	724.5589	188.7936
b2	36	812.2925	208.9797
b3	36	794.3022	198.4096

anovakun関数は3つ以上の水準を持つ要因の効果が有意であった場合、自動的に多重比較を行う。
 今回は、要因Bの3水準について多重比較が行われた。

Pair	Diff	t-value	df	p	adj.p	
b1-b2	-87.7336	6.5417	17	0.0000	0.0000	b1 < b2 *
b1-b3	-69.7433	4.7737	17	0.0002	0.0002	b1 < b3 *
b2-b3	17.9903	1.5336	17	0.1435	0.1435	b2 = b3

b1(命題ターゲット)に対しては他の2つのターゲット文に比べ反応が速く、
 b2(名詞一致ターゲット)とb3(動詞一致ターゲット)間に差は見られなかった。

anovakun関数の出力5 単純主効果

単純主効果の検定とは、
一方の要因の水準ごとに、他の水準の要因の効果を検討するもの

例 b1(命題ターゲット)水準での要因A(文章)の単純主効果
命題ターゲット文への有意味判断について、
文章の種類(推論,統制)の違いは影響を与えるのか？

```
< SIMPLE EFFECTS for "A x B" INTERACTION >  
~省略~
```

Source	SS	df	MS	F-ratio	p-value
A at b1	10408.0804	1	10408.0804	30.3103	0.0000 ***
s x A at b1	5837.5385	17	343.3846		

~省略~

+p < .10, *p < .05, **p < .01, ***p < .001

b1水準での要因Aの効果
(要因 at 他の要因の水準)

b1水準において、要因Aの効果は有意であった

分析のまとめ

- ・要因A(文章) × 要因B(ターゲット文)の交互作用が見られた
- ・b1(命題ターゲット)水準では、
要因A(文章)の単純主効果が有意であった
- ・b2(名詞一致ターゲット)とb3(動詞一致ターゲット)水準では、
要因Aの単純主効果は有意ではなかった
- ・b1水準での要因Aの効果について、a1(推論文章)水準でa2(統制文章)水準よりも反応時間が速かった(プライミング効果)

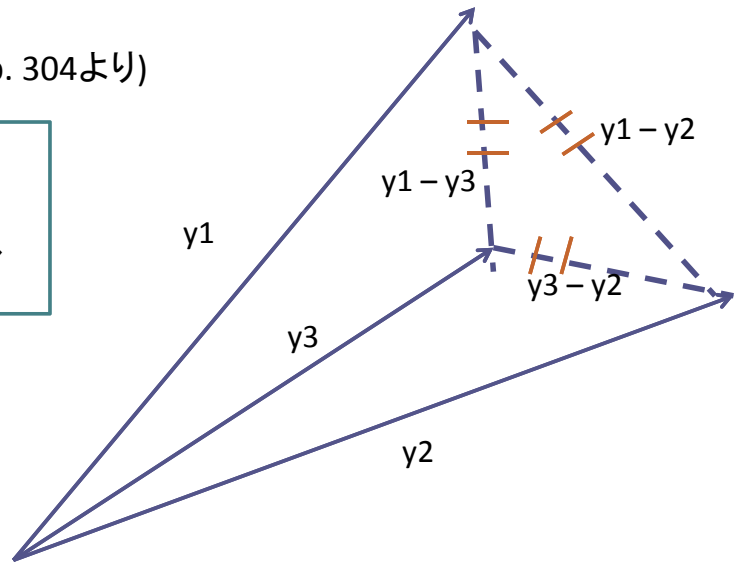
これらのことから、命題ターゲットでは推論によるプライミング効果が見られたが、名詞一致ターゲットと動詞一致ターゲットではプライミング効果は見られなかったと考えられる

球面性の仮定

球面性の仮定とは、
「要因Aの水準を2つずつ対にして従属変数の値の差をとったとき、ブロックの母集団におけるその差の分散が、どの水準対でも同じとなる」こと(南風原,2002,p. 303)

ベクトルによる表現 (南風原,2002,p. 304より)

ある要因の水準の従属変数を
 y_1, y_2, y_3 と表現する
 $y_1 - y_2, y_1 - y_3, y_3 - y_2$ の大きさが、
同じである(分散が等しい)



例えば、ある水準の分散が、他の水準の分散と著しく異なっていたり、
ある水準の値が、他の水準と相関が低すぎたりすると、
球面性が満たされない ⇒ 球面性からの逸脱への対処が必要となる

13

球面性からの逸脱への対処

データに球面性が成立していない場合、第一種の過誤の危険性が高まる。
これを補正する手段として、自由度に ϵ (イプシロン)という統計量を使って検定
を行うことがある。今回は、Greenhouse-Geisserの ϵ を使って、自由度を調整す
る。分散分析の際に、オプションとして、`gg = T`と指定すれば実行できる。

```
> anovakun(dat, "sAB", 2, 3, gg = T)
```

```
<< ANOVA TABLE >>
```

```
== Adjusted by Greenhouse-Geisser's Epsilon ==
```

~省略~	SS	df	MS	F-ratio	p-value
A x B	9280.8249	1.28	7246.6461	4.0465	0.0480 *
s x A x B	38989.8128	21.77	1790.8232		
~省略~					

+p < .10, *p < .05, **p < .01, ***p < .001

A×Bの交互作用($p = 0.0480$)は、調整前($p = 0.0265$)に比べ、大きくなっており、
調整されている。 $p = .05$ を下回っており、球面性からの逸脱を考慮した上でも、
有意であった。

14

球面性に関する補足

①交互作用に関する球面性とは具体的に何を指すのか？

→2要因の全ての組み合わせの条件に関する検討であると考えてよい。

②ある要因で球面性が見られた際には、その要因に関するみ球面性からの逸脱に関する補正を行えば良いのか？

→球面性の仮定から逸脱の見られた要因や交互作用についてのみ、自由度の補正を行えば良い。同じ分析の中で自由度が補正されるものとされないものが共存することになる。

15

効果量 η^2

anovakun関数のオプションで指定できる！

```
例 > anovakun(dat, "sAB", 2, 3, eta = T)
```

η^2 の出力: eta = T

偏 η^2 の出力: peta = T

$$\eta^2 = \frac{SS_{\text{効果}}}{SS_{\text{全体}}} \quad \text{全体の平方和に占める、効果の割合}$$

$$\text{偏 } \eta^2 = \frac{SS_{\text{効果}}}{SS_{\text{効果}} + SS_{\text{残差}}} \quad \begin{array}{l} \text{被験者の個人差の変動による影響など} \\ \text{(他の要因で説明できる部分)を取り除いた平方和に占める、効果の割合} \end{array}$$

一般化 η^2 も geta = T で指定できるそうです

16

参考文献

Abdi, H. (2010). The Greenhouse-Geisser correction. *Encyclopedia of Research Design*. Sage Publications, 544-548.

南風原朝和 (2002). 心理統計学の基礎 —統合的理解のために 有斐閣

井関龍太 Rによる反復測定分散分析(補)

<http://www.educ.kyoto-u.ac.jp/cogpsy/personal/Kusumi/datasem09/iseki2.pdf>

井関龍太 井関龍太のページ <http://riseki.php.xdomain.jp/index.php?FrontPage>

Ligges, U. (2004) *Programmieren mit R* Berlin: Springer- Verlag.

(リゲス、U. 石田基広(訳) (2012). *Rの基礎とプログラミング技法* 丸善出版)

森敏昭・吉田寿夫(編著) (1990). *心理学のためのデータ解析テクニカルブック* 北大路書房

山田剛史(編著) (2015). *Rによる心理学研究法入門* 北大路書房