

心理データ解析演習 (2010/4/21)

反復測定分散分析における効果量

PD 井関龍太

効果量

- **効果量** といえは・・・
 - 検定の効果の大きさを表す概念・指標
 - 最近の論文では、記載することが推奨されている
 - **分散分析**の効果量
 - 最も一般的に効果量が求められる分析
 - いろんな指標があって、どれを選べばよいのかわかりにくい
- **新しい分散分析の効果量**について紹介

η^2 と ω^2

- 分散分析の効果量の基本的な指標：

$$\eta^2 = \frac{SS_{Effect}}{SS_{Total}} \quad (\text{分散説明率})$$

$$\omega^2 = \frac{SS_{Effect} - df_{Effect} \times MS_{Error}}{SS_{Total} + MS_{Error}} \quad (\text{より正確な母集団推定値})$$

ここで、

- **SS** = 平方和, **MS** = 平均平方
- **Effect** = 効果量を知りたい効果, **Error** = 対応する誤差項, **Total** = すべての効果の総計

偏 η^2 と偏 ω^2

- 他の独立変数の個数やそれらの有意性による影響を除いた指標

$$\eta_p^2 = \frac{SS_{Effect}}{SS_{Effect} + SS_{Error}}$$

$$\omega_p^2 = \frac{SS_{Effect} - df_{Effect} \times MS_{Error}}{SS_{Effect} + (N - df_{Effect}) \times MS_{Error}}$$

ここで、

- N = データ数
- 被験者内と被験者間の要因を比べるとき、**被験者内要因の効果量**を不当に高く推定

一般化 η^2 と一般化 ω^2

- 特定の効果に関わる **すべての個人差による変動**を考慮した指標 (Olejnik & Algina, 2003)

$$\eta_G^2 = \frac{SS_{Effect}}{\delta \times SS_{Effect} + \sum_{Meas} SS_{Meas} + \sum_K SS_K}$$

$$MS_{s/Cells} = \frac{\sum SS_K}{\sum df_K}$$

$$\omega_G^2 = \frac{SS_{Effect} - df_{Effect} \times MS_{Error}}{\delta \times (SS_{Effect} - df_{Effect} \times MS_{Error}) + \sum_{Meas} (SS_{Meas} - df_{Meas} \times MS_{Meas}) + N \times MS_{s/Cells}}$$

- δ = Effectが測定要因なら 0, そうでないときは 1
- K = 分析に含まれるすべての誤差項の数
- $Meas$ = 分析に含まれるすべての測定要因
- $s/Cells$ = 分析に含まれるすべての誤差項を合成したもの

被験者内計画における 偏効果量と一般化効果量の違い

● 1 要因の場合

$$\bullet \eta_p^2 = \frac{SS_A}{SS_A + SS_{s \times A}} = \frac{83.1250}{83.1250 + 153.3750} = .3515$$

$$\bullet \eta_G^2 = \frac{SS_A}{SS_A + \underbrace{SS_s}_{\text{red circle}} + SS_{s \times A}} = \frac{83.1250}{83.1250 + 17.375 + 153.3750} = .3274$$

● 2 要因の場合

$$\bullet \eta_p^2 = \frac{SS_A}{SS_A + SS_{s \times A}}$$

$$\bullet \eta_G^2 = \frac{SS_A}{SS_A + \underbrace{SS_s + SS_{s \times A} + SS_{s \times B} + SS_{s \times A \times B}}_{\text{red circles}}}$$

すべての誤差項

被験者内計画における違いの まとめ

- **偏効果量**

- 効果量を知ろうとしている効果の誤差項のみ使用

- **一般化効果量**

- 特定の効果だけでなく、デザイン中に含まれるすべての誤差項を使用

→ **被験者内計画**と**被験者間計画**の効果の
大きさを適切に比較・評価

(一般に、被験者内計画では、
偏効果量 > 一般化効果量)

操作要因と測定要因

- データにおける**分散のソース**
 - = 操作した要因による変動 + 個人差
 - = 操作した要因による変動 + (測定した要因による変動 + その他の変動)
- **操作要因 (manipulated factor)** : 研究において実験者が操作した変数 (条件)
- **測定要因 (measured factor)** : 参加者の特性を測定したもの (ジェンダー, 記憶容量など)
 - 測定要因との交互作用はすべて測定要因と見なす
 - 被験者内要因は, 定義から, すべて操作要因

操作要因と操作要因の場合の 一般化効果量

- A = 操作要因の場合

$$\begin{aligned}\eta_G^2 &= \frac{SS_A}{1 \times SS_A + 0 + SS_{Error}} \\ &= \frac{3.125}{1 \times 3.125 + 0 + (7.25 + 4.75)} \\ &= .2066\end{aligned}$$

- A = 測定要因の場合

$$\begin{aligned}\eta_G^2 &= \frac{SS_A}{0 \times SS_A + (SS_A + SS_{A \times B} + SS_{A \times C} + SS_{A \times B \times C}) + (SS_{s \times A \times B} + SS_{s \times A \times B \times C})} \\ &= \frac{3.125}{0 \times 3.125 + (3.125 + 2 + 19.375 + 3) + (7.25 + 4.75)} \\ &= .0791\end{aligned}$$

操作要因と測定要因のまとめ

- **測定要因** . . . 一般化効果量の分母を大きくする
→ 一般化効果量の値を小さくする
(誤差に近い扱い?)
- 一般化効果量を手軽に計算するには…
 - **ANOVA君**の次期バージョン (4.2.0) にオプションとして搭載予定
<http://www11.atpages.jp/~riseki/pukiwikiplus/index.php?ANOVA%B7%AF>

使用上の注意

- 母集団の性質が異なる効果を適切に比較できるわけではない
 - 3～7歳児と8～11歳児の比較など (Bakeman, 2005)
- 釣り合い型計画を前提とした指標
 - 非釣り合い型計画には使用できない (通常の η^2 , ω^2 も同じ)
 - ただし, Yatesの非加重平均分析を用いる方法がある (Olejnik & Algina, 2003)
- η_G^2 を報告した論文: Soldan et al. (2009)

文献

- Bakeman, R. (2005). Recommended effect size statistics for repeated measures designs. *Behavior Research Methods*, **37**, 379-384.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS (3rd edition)*. Los Angeles: Sage Publications.
- Kirk, R. E. (1995). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences (3rd edition)*. Brooks/Code Publishing Company.
- Olejnik, S., & Algina, J. (2003). Generalized eta and omega squared statistics: Measures of effect size for some common research designs. *Psychological Methods*, **8**, 434-447.
- Soldan, A., Hilton, H. J., Cooper, L. A., & Stern, Y. (2009). Priming of familiar and unfamiliar visual objects over delays in young and older adults. *Psychology & Aging*, **24**, 93-104.

被験者内計画の分散分析表 (1)

- 1要因4水準の計画の例 (N=8; Field, 2009, p. 464, Table 13.2)

Source	SS	df	MS	F-ratio	p-value
s	17.3750	7	2.4821		
A	83.1250	3	27.7083	3.7938	0.0256 *
sxA	153.3750	21	7.3036		
Total	253.8750	31			+p < .10, *p < .05, **p < .01, ***p < .001

被験者内要因の分散分析表 (2)

- 2 要因の被験者内計画 (3 × 3) の例 (N = 20 ; オリジナル)

Source	SS	df	MS	F-ratio	p-value
s	3.1217	19	0.1643		
A	0.1409	2	0.0705	0.6162	0.5453 ns
sxA	4.3455	38	0.1144		
B	0.3497	2	0.1748	0.8984	0.4157 ns
sxB	7.3949	38	0.1946		
AxB	1.1643	4	0.2911	1.6990	0.1590 ns
sxAxB	13.0201	76	0.1713		
Total	29.5372	179			+p < .10, *p < .05, **p < .01, ***p < .001

混合要因計画の分散分析表

- 3要因の混合要因計画(2×2×4)の例
(Kirk, 1995, p. 542, Table 12.8-1)

Source	SS	df	MS	F-ratio	p-value	
A	3.1250	1	3.1250	1.7241	0.2594	ns
B	0.1250	1	0.1250	0.0690	0.8058	ns
AxB	2.0000	1	2.0000	1.1034	0.3528	ns
sxAxB	7.2500	4	1.8125			
C	194.500	3	64.8333	163.7895	0.0000	***
AxC	19.3750	3	6.4583	16.3158	0.0002	***
BxC	1.3750	3	0.4583	1.1579	0.3660	ns
AxBxC	3.0000	3	1.0000	2.5263	0.1068	ns
sxAxBxC	4.7500	12	0.3958			
Total	235.5000	31				

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