

## 統計に関する記述についてのガイドライン

一般社団法人日本環境教育学会 編集委員会

本ガイドラインは、投稿原稿における統計に関する記述について、一般的な規則を示したものです（ただし本学会の実情を考慮して取捨選択しています）。原稿の執筆において、基本的には本ガイドラインに従ってください。なお、記述を必須としている事項に従わない場合は、その理由を付記してください。

### 1. データ・記号

#### (1) 小数

- a. 絶対値で1を超えない統計量（相関係数、有意確率など）は、小数点の前の0を省略してもよい。1を超えることがある統計量（ $t$ 値、 $\chi^2$ 値など）は、1未満の場合、小数点の前に0を付す。
- b. 平均値は原則として元のデータより1桁多く記す。標準偏差または標準誤差は、必要があれば元のデータより2桁多く記してもよい。
- c. 百分率は、原則として整数または小数点以下1桁までとする。
- d. 有意確率（ $p$ 値）は、原則として小数点以下3桁まで記す。ただし、0.1より大きい場合は小数点以下2桁まででもよい。また、有意確率が0.001未満の場合は、確率ゼロと誤解されないために $p = .000$ とはせず、不等号を用いて $p < .001$ と記す。

(2) 連続変数については、代表値（平均値、中央値など）および散布度（標準偏差、四分位範囲など）を記す。

(3) 正規分布に従う連続変数の代表値と散布度には、平均値および標準偏差を用いる。正規分布ではない連続変数の場合は、原則として中央値および四分位範囲を用いる。

(4) データの事前編集（削除、変換、標準化など）を行った場合は、その旨を理由とともに記す。

(5) 欠損のあるデータについては、その頻度や件数、および対処法について記す。

(6) 平均値は $M$ 、標準偏差は $SD$ 、標準誤差は $SE$ などと英字省略してよい。ただし、 $M$ は平均値（Mean）だけでなく中央値（Median）や最頻値（Mode）にも使われるため、初出時に何を示すかを明記する（中央値は $Md$ や $Mdn$ 、最頻値は $Mo$ と記す場合もある）。

(7) 百分率は%の記号で示し、サンプルサイズ等の分母を明記する。

(8) 統計記号（ $n$ ,  $SD$ ,  $t$ ,  $F$ ,  $p$ など）は、原則としてイタリック体とする。ギリシャ文字や上付き・下付き文字（ $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\chi^2$ ,  $\eta_p^2$ など）、分析手法や関数名（ANOVA, GLM, logなど）は、標準書体とする（ $R^2$ の場合は、「 $R$ 」がイタリック体で、「 $^2$ 」が標準書体となる）。

(9) 複数の変数の統計分析結果をまとめて示したい場合は、複数形の「s」（標準書体）を付けて表すことができる。

【例】 $ps < .05$ （いずれも5%水準で有意であった）

$rs > .90$ （いずれの相関係数も0.90を上回った）

## 2. 仮説検定

- (1) 用いた検定手法の名称を記す。なお、カタカナでの表記において、「Tukey」は「テューキー」「チューキー」、「Games」は「ゲイムス」「ゲイムズ」「ゲームス」「ゲームズ」など、統一性のない場合もあるため、「Tukey の HSD 検定」「Games-Howell 法」のように英字で表記してもよい。
- (2) 通常は両側検定を用い、片側検定を用いる場合はその正当性を示す。
- (3) 対応のあるデータの場合は、第 2 種の過誤（対立仮説が正しいにも関わらず、帰無仮説を棄却しないこと）を低減するため、対応のある検定を用いる。検定名から対応があることが自明な場合（McNemar 検定、Wilcoxon の符号付順位検定など）を除き、その旨（「対応のある  $t$  検定を行った」など）を明記する。
- (4) 3 群以上の多重比較を行う場合は、第 1 種の過誤（帰無仮説が正しいにも関わらず、帰無仮説を棄却し対立仮説を採択すること）を防ぐため、補正を考慮に入れた検定手法を用い、その名称（Tukey の HSD 検定、Holm-Bonferroni 法など）を記す。
- (5) パラメトリック検定（ $t$  検定、分散分析など）は、各群のデータが正規分布に従うことを仮定するため、正規性の検証（Q-Q プロット、Shapiro-Wilk 検定など）について付記することが望ましい。特定の分布を仮定できない場合は、ノンパラメトリック検定（Wilcoxon の順位和検定、Kruskal-Wallis 検定など）を用いる。
- (6)  $t$  検定、分散分析、Tukey の HSD 検定などは、各群のデータの分散が等しいことを仮定するため、等分散性の検証（ $F$  検定、Bartlett 検定など）を行う。正規性は満たすが等分散性を満たさない場合は、等分散性を仮定しない検定（Welch の検定、Games-Howell 法など）を用い、その旨を明記する。
- (7) 独立性の検定において、分割表に期待度数 5 未満のセルが全体の 20% 以上ある場合、カイ二乗検定ではなく Fisher の正確確率検定を用いることが推奨される。なお、分割表が示されていれば、その旨（期待度数や検定法の選択過程）を記す必要はない。
- (8) 分析対象の標本について、基本統計量（サンプルサイズ、平均値、標準偏差、相関係数など）を示す。

【例】統制群（ $M=0.00$ ,  $SD=0.00$ ,  $n=00$ ）

- (9) 検定結果の記述においては、設定した有意水準（ $\alpha$ ）および効果の方向性（高低、大小など）を示す。

【例】 $t$  検定（ $\alpha=0.05$ ）の結果、統制群に比べて実験群の得点が有意に高かった。

$t$  検定の結果、統制群に比べて実験群の得点が 5% 水準で有意に高かった。

- (10) 検定結果のデータについては、検定統計量、自由度、有意確率を示す。

【例】 $t$  検定： $t(00)=0.00$ ,  $p=.000$

カイ二乗検定： $\chi^2(0)=0.00$ ,  $p=.000$

分散分析： $F(0, 00)=0.00$ ,  $p<.001$

- (11) 検定結果に関連する効果量や信頼区間などについては、可能な限り記すことが望ましい。また、検定力（または検出力）についても、目的に応じて（帰無仮説が棄却されなかった場合の考察、今後の研究におけるサンプルサイズの示唆など）必要であれば記す。

【例】  $t$  検定： $t(oo) = 0.00, p = .000, d = 0.00$

$t(oo) = 0.00, p = .000, d = 0.00, 95\% CI [0.00, 0.00]$

$t(oo) = 0.00, p = .000, d = 0.00, 1-\beta = .00$

$t(oo) = 0.00, p = .000, d = 0.00, 95\% CI [0.00, 0.00], 1-\beta = .00$

分散分析： $F(o, oo) = 0.00, p < .001, \eta_p^2 = 0.00$

$F(o, oo) = 0.00, p < .001, MSe = 0.00$

$F(o, oo) = 0.00, p < .001, \eta_p^2 = 0.00, MSe = 0.00$

(12) 有意水準未満を示す注はアスタリスクをつける。

【例】  $p < .05$  は「\*」、 $p < .01$  は「\*\*」、 $p < .001$  は「\*\*\*」とする。

### 3. 多変量解析

多変量解析においては、用いた手法の名称と、解釈や検証のために必要な事項を記す。代表的な例を以下に示す。

#### (1) 重回帰分析

- 変数選択法：強制投入法、変数増加法、変数減少法、変数増減法、変数減増法など
- 多重共線性の統計量：VIF、許容度など
- 偏回帰係数または標準（化）偏回帰係数
- 有意確率または有意水準
- 重相関係数または決定係数

#### (2) ロジスティック回帰分析

- 変数選択法：強制投入法、変数増加法、変数減少法、変数増減法、変数減増法など
- 多重共線性の統計量：VIF、説明変数の相関係数など
- 偏回帰係数または標準（化）偏回帰係数
- 有意確率または有意水準
- オッズ比およびその 95% 信頼区間
- モデルの有意性（オムニバス検定）、適合度（Hosmer-Lemeshow 検定）、判別の中率

#### (3) 因子分析

- 因子抽出法：最尤法、最小二乗法、主因子法など
- 因子数の決定基準：Kaiser-Guttman 基準、スクリープロットに基づく判断、適合度指標など
- 回転法：バリマックス回転、プロクラステス回転、プロマックス回転、ジェオミン回転など
- 各変数の因子負荷量（または因子パターン）および共通性
- 各因子の寄与率、内的整合性（Cronbach の  $\alpha$  係数）、および因子間相関
- 因子得点を用いる場合は、その算出法：回帰法、Bartlett 法、Anderson-Rubin 法など

#### (4) 共分散構造分析（構造方程式モデリング）

- モデル選択の経過
- モデルのパス図（図中に標準化係数、有意確率または有意水準、決定係数を示す）

- c. モデルの適合度： $\chi^2$  値、GFI、AGFI、NFI、CFI、SRMR、RMSEA、AIC などから複数の指標を挙げる
- (5) クラスタ分析
- a. 方法：階層的または非階層的
  - b. クラスタリング法
    - 階層的な方法：Ward 法、最近隣法（最短距離法）、最遠隣法（最長距離法）、群平均法、重心法など
    - 非階層的な方法：k-means 法、超体積法など
  - c. (階層的な方法の場合) 類似度または距離（非類似度）の測度
    - 類似度：Pearson の相関係数、コサイン類似度、一致係数、Jaccard 係数など
    - 距離：ユークリッド距離、マハラノビス距離、マンハッタン距離、チェビシェフ距離、ミンコフスキー距離、キャンベラ距離など
  - d. クラスタ数の決定方法またはその基準
    - デンドログラム（樹形図）に基づく判断、クラスタの併合段階と非類似度の関係に基づく判断、情報量基準（AIC、BIC）、エルボー法、シルエット分析、x-means 法、Jain-Dubes 法、Upper Tail 法など
- (6) 共起ネットワーク分析
- a. 共起尺度：共起頻度、Jaccard 係数、Dice 係数、Simpson 係数、コサイン類似度など
  - b. 中心性の種類：次数中心性、近接中心性、媒介中心性、固有ベクトル中心性など
  - c. コミュニティ検出法：Girvan-Newman 法、Louvain 法、ランダムウォーク法（Walktrap 法）、固有ベクトル法など
  - d. その他の設定条件：抽出語の選択条件、エッジ（共起関係）の条件など

#### 4. ベイズ統計

ベイズ統計を用いた場合は、事前分布の設定について記す。

#### 5. 文献・ソフトウェア

- (1) 一般的な統計手法については、文献を引用する必要はない。比較的新しい、あるいは特殊な手法については、引用文献を記す。
- (2) ソフトウェアを使用した場合は、その名称およびバージョンを記す。

#### 6. その他

上記以外については、アメリカ心理学会の論文作成マニュアル（Publication Manual of the American Psychological Association）の最新版に準拠する。

2022 年 11 月 4 日制定