

## 第4章 分散分析

### はじめに

- ・2群の平均値を比較する場合 t 検定を用いるのに対し、一度に3群以上のグループを比較する場合の手法を分散分析という。また、最も広く使用されている検定手法の1つである。

### 分散分析とは

#### 検定の多重性

- ・t 検定を複数回行うと分散分析と同様の分析を行うことが可能であるが、検定の多重性による第1種の過誤（有意水準）の問題により使用することはない。

#### 分散分析の前提

##### 分散分析の基本用語

- ・従属変数：要因から影響を受ける変数。
- ・要因：独立変数、従属変数に影響を与える。
- ・水準：要因に設定する条件グループ。
  - 対応あり要因：異なる水準に同じ被験者を割り当てた被験者内要因。  
その要因で構成された計画を被験者内計画（反復測定）とよぶ。
  - 対応なし要因：異なる水準ごとに異なる被験者を割り当てた被験者間要因。  
その要因で構成された計画を被験者間計画とよぶ。
- ・混合計画：対応あり要因と対応なし要因が含まれる実験計画。
- ・変動要因：変動する因子。分散分析によっていくつかの変動要因に分けられる。

#### 分散分析の前提

- ・分散分析は F 分布を使って行うパラメトリック検定である前提として、ランダム・サンプリングした、間隔尺度または比率尺度の連続データを扱う。
- ・加えて①分布の正規性、②分散の等質性、③観測値の独立性を仮定する。
- ・対応あり要因にのみ④球面性の前提がある。

##### ②分散の等質性

##### ●分散分析で利用しやすい等分散性の検定方法

- ◎ルビーン検定：対応なし要因の分析の際、従属変数の分散がグループ間で等しいという帰無仮説を検定する。
- ◎ハートレイ検定：分散比の検定または F 検定とよばれ（分散分析に使われる F 検定とは異なる）最大分散グループを最小の分散グループで割って求める方法である。

●等分散性が棄却された場合の対処法

各グループのサンプルサイズが異なり、ルビーンの検定結果が5%水準で優位であれば、等質性が満たされていないと判断し以下の対処をとる。

◎ウェルチの検定あるいはブラウン・フォーサイスの検定：1元配置分析のみで指定でき、指定されたF値が算出される。

◎対数変換：データを変換して歪みをやわらげる。

◎ノンパラメトリック検定：サンプルサイズが少ない場合、外れ値を削除したくない場合、および修正できない極端なデータの崩れがある場合などは、間隔尺度データを順序尺度データとして扱うノンパラメトリック検定に変更する。

対応なし分散分析→クラスカル・ウォリス検定

対応あり分散分析→フリードマン検定

③観測値の独立性：異なった被験者のデータが独立していないと、第1種の過誤が起こる可能性が非常に高くなる。(Scariano & Davenport, 1987)。

④球面性：対応ありの要因の水準間の差の分散が人良いという前提を満たす必要がある。

●モークリーの球面性検定：対応あり分散分析で算出され、この検定結果が有意であれば球面性が成り立っていないと判断する。

分散分析の実験計画

① 分散分析のデザイン

- ・実験計画は要因の数とその種類の組み合わせで決定する。
- ・要因の数により、1つが1元配置分散分析、2つが2元配置分散分析と表現し対応あり・なしの組み合わせにより、被験者間計画・被験者内計画・混合計画等のデザインを立てることができる。

② 分散分析の仕組み (P.54 図 4.2)

- ・ここで検証する帰無仮説は「異なった指導法を受けたグループ間のスピーキング得点は等しい： $A=B=C$ 」である。
- ・図では点線が各グループの平均、実践が全体の平均である。
- ・各グループの平均と全体の平均のずれは指導効果により生じたと考えられ、生徒間の得点のばらつきは誤差として扱われる。
- ・全体の変動（平方和）は以下の変動から構成されている。

全体の平方和=被験者間の平方和+被験者内の平方和

- ・平方和とは各データと平均の差の2乗を足した値で、平均の変動を表している。
- ・平方和をそれぞれ自由度で割った平均を平均平方といい不偏分散にあたる。
- ・効果によって変動した被験者間の分散が被験者内分散の何倍大きいかという分散の比(F)をとる。

- ・ F 値が 1 より小さい場合有意になることはなく、F 値の 5.12 で 2.5%の確立で起こる現象のため帰無仮説を棄却し、グループ間に有意差があると結論づける。

### ③ データの並べ方

- ・異なる被験者によるデータは同じ行には入れず、対応するデータを縦に並べる。
- ・対応ありでは各水準のデータは同じ行に入力され横並びにする。

### ④ デザインの決定

実験デザインは以下のように立てる。

- ・要因の決定:対象とする要因を複雑化を避けるため3要因までに留め決定する。
- ・水準数の決定：要素内に比較したい条件グループを設定する。
- ・被験者間・被験者内計画の決定：

同一被験者の時系列的データ＝被験者内（対応あり）要因

異なる被験者からデータ＝被験者間（対応なし）要因

また双方を混ぜた混合計画も可能である。被験者内の性質を考慮し実験デザインを立てる必要がある。

- ・サンプルサイズの決定：ある程度検定力をもったサンプルサイズで、効果量及び生データを見て、意味のある差であるか見極める必要がある。

要因及び水準が多い場合は対応あり要因にする。

各グループのサンプルサイズをそろえることで頑健性を保てる。

### 事前比較と事後比較

- ・どの水準間に有意差があるか特定するため事前比較（先験的比較）がある。
- ・また全ての水準間の組み合わせの差を検証する事後比較（多重比較）がある。
- ・多重比較の時は第 1 種の過誤を避けるため、全体の有意水準が 5%になるよう調整される。
- ・多重比較検定で等分散の仮定が満たされている場合はテューキを(磯田、2004)、仮定できない時はゲイムズ・ハウエルを選ぶことが推奨される(Field, 2009)。