

4-1 分散分析とは

4-1-1 検定の多重性

t検定⇒2 群の平均値を比較する場合の手法

分散分析⇒3 群以上の平均を比較する場合の手法

★**t検定**の反復 (e.g., A, B, C の 3 群の比較を A-B 間、B-C 間、A-C 間の t 検定で行う) は**分散分析**と同様の分析を行うことができるが、**検定の多重性**による**第 1 種の過誤** (ほんとうは差がないのに誤って差があると判断してしまうこと) の問題が生じる。(p50 の表 4.1 参照)
⇒そのため可能な限り何度も分けて検定を行わないようにし、どうしても必要な場合は**ボンフェローニ** (Bonferroni) による有意水準の調整を行う必要がある。

4-1-2 分散分析の前提

① 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。変量とも呼ぶ。
- **要因** (factor) : 独立変数であり、従属変数に影響を与える。
- **水準** (level) : 要因に設定するグループ
 - ・**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** (within-subjects factor) のこと。その要因で構成された計画を**被験者内計画** (within-subjects design)、反復測定と呼ぶ。
 - ・**対応なし要因** : 異なる水準に異なる被験者を割り当てた**被験者間要因** (between-subjects factor) のこと。その要因で構成された計画を**被験者間計画** (between-subjects design) 呼ぶ。
- **混合計画** (mixed design) : 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** (source of variance) : 変動する (分散が生じる) 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。

② 分散分析の前提

⇒分散分析は F 分布を使用して行うパラメトリック検定（母集団の特定の分布の仮説を設ける検定）であり、間隔尺度または比率尺度の連続データを使用する。

(1) **正規性**：標本平均の分布が正規分布に従うこと。

(2) **等分散性**：比較する3群以上のデータの分散が等しいこと。

○ 等分散性の検定方法

・ルビーン (Levene) の検定：対応なし要因の分析の際に、従属変数の分散がグループ間で等しいことを、帰無仮説を用いて行う検定。

○ 等分散性が棄却された場合（ルビーンの見定結果が5%水準で有意であった場合）の対処法

・ウェルチ (Welch) の検定 or ブラウン・フォーサイス (Brown-Forsythe) の検定

→ 修正された F 値が算出される。(1元配置分散分析のみで指定可能)

・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の使用

→クラスカル・ウォリス検定 (対応なし分散分析) or フリードマン検定 (対応あり分散分析) を使用する。

(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ること。(第1種の過誤を防ぐため)

(4) **球面性**：対応あり要因の水準間の差の分散が等しいということ。対応あり要因 (同一被験者に対して異なる水準を割り当てた要因) はデータの独立性を保つのが困難になるため、対応あり要因の水準間の差の分散が等しいという前提を満たす必要がある。

○ **モークリー (Mauchly) の球面性検定**：(対応あり分散分析時) 有意であれば球面性が成り立っていないと判断する。成り立たない場合は**グリーンハウス・ガイサー (Greenhouse-Geisser)** または**ホイン・フェルト (Huynh-Feldt)** の調整した F 値とその有意確率を参照する。

4-1-3 分散分析の実験計画

(1) 分散分析のデザイン

実験計画＝要因数と対応なし・対応ありの組み合わせで決定。

表 1 分散分析のデザイン (詳しくは p53 の表 4.2 参照)

分散分析 (ANOVA)	要因数	実験計画	備考
1 元配置分散分析 (One-way)	1 つ	被験者間計画	
		被験者内計画	
2 元配置分散分析 (Two-way)	2 つ	被験者間計画	第 5 章で説明
		混合計画	
		被験者内計画	
3 元配置分散分析 (Three-way)	3 つ	被験者間計画	
		混合計画	
		混合計画	
		被験者内計画	

(2) 分散分析の仕組みについては具体的にデータを扱う段階の時に説明を行います。

(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。対応ありは各水準のデータは同じ行に入力し横並びにする (p56 の図 4.3・図 4.4 参照)。

(4) デザインの決定

① **要因の決定**：どのような効果を調べたいのか、対象とする要因を決定する。(例：スピーキング指導法など) 複雑さの過度を防ぐため、3 要因に留めることが望ましい。

② **水準数の決定**：要因内に比較したい条件グループを設定する。

③ **被験者間・被験者内計画の決定**

④ サンプルサイズの決定：サンプルサイズが小さい場合検定力が低くなるため、ある程度検定

力をもったサンプルサイズが必要である。逆に大きすぎる場合は効果量（第4章 4-4 参照）及び生データを吟味し、意味のある差を見極める必要がある。

4-1-4 事前比較と事後比較

- 分散分析である要因の有意確率（ p 値）が有意であっても、どの水準間に有意差があるのか特定することが出来ない。それ特定するための方法として2つの比較が用いられる。

事前比較	ある仮説のもと、比較する水準をあらかじめ決めて行う比較である。
事後比較・多重比較	仮説を設けず、全ての水準間の組み合わせの差を検証する比較である。 第1種の過誤を避けるため、全体の有意水準が5%になるように調整されている。（よく使用される検定については p58 の表 4.5 参照）

4-2 1元配置分散分析（対応なし）

- それぞれ異なった文法指導を受けた3クラスに指導効果が見られるかを調べるために、各クラスに実施した文法テスト得点を比較する。

- ・従属変数＝文法テスト得点
- ・要因＝異なる文法指導
- ・帰無仮説＝異なった文法指導を受けた3クラス間の文法知識に有意差はない

4-3 1元配置分散分析（対応あり）

- リスニング課題文を3回聞かせ、聞く回数による理解度の変化を検証する。同じ協力者からデータを3回とっているため、**対応あり**デザインとなる。

- ・従属変数＝テスト得点
- ・要因＝聞く回数

4-4 分散分析で使用される効果量

- 分散分析においても、 t 検定と同様に、求めたい要因（主効果や交互作用）と従属変数の関連

の強さを表す効果量が考えられている。分散分析でよく使用される効果量とその長所と短所を紹介する。(詳しくは p66～71 参照)

効果量	長所	短所
イータ 2 乗 (eta squared: η^2)	全体の分散における求めたい要因の分散比で分散説明率がわかる	要因の増加につれ、他の要因の影響により、個々の要因の効果量が小さくなる。
偏イータ 2 乗 (partial eta squared: η_p^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効果量である。	被験者間要因と比較できない。 (被験者内要因の効果量を過剰に高く推定するため)
一般化イータ 2 乗 (generalized eta squared: η_G^2)	被験者間・被験者内の比較及び他の研究の効果量と比較が最も妥当に行うことができる。	母集団が異なる場合の比較は困難であり、計算が若干複雑である。
オメガ 2 乗 (omega squared: ω^2)、 偏オメガ 2 乗 (partial omega squared: ω_p^2)、 一般化オメガ 2 乗 (general omega squared: ω_G^2)	サンプルサイズが小さいときに大きくなる傾向があるイータの値より小さくなる。	各水準のサンプルサイズが同じ場合でかつ、被験者間のデザインの場合に限る。
多重比較や対比による 2 変数間の効果量: d, g, r など		

考察:

分散分析とは 3 群以上の平均を比較する時に使用される手法であることは述べた。分散分析の際、APA においても効果量を明記することが求められている。効果量とは大まかに言えば、要因の効

果を誤差で割ったものである。基本的には要因による変動（各条件の平均値差）が大きいほど、または誤差による変動（各条件の標準偏差が）小さいほど、効果量は大きくなる。効果量は実質的な差の標準化された値である。つまり効果量を用いれば単位が異なるもの同士でも、ある程度比較することができ、効果量は非常に重要であることがわかる。そのため有意差がない場合でも、効果量が大きい場合は、効果量を記載する方がよい。しかし効果量によって長所と短所が存在するため、自身の研究の際にはその点を考慮する必要がある。