

標本誤差・測定誤差

誤差の分類

- 系統誤差 (systematic error)
 - データ収集時の条件, 器具, データ処理法などに起因する誤差
 - 全数調査でも混入する
- 偶然誤差 (random error)
 - 偶発的に生じる誤差

標本誤差 (sampling error)

- 標本変動による標本値と母集団値のズレ
- 全数調査なら, 標本誤差は 0 になる

測定誤差 (measurement error)

- 測定精度が不完全であることによる観測値と真値のズレ
- 測定精度が完全なら, 測定誤差は 0 になる

測定標準誤差

- 測定モデル： $X = T + E$
 - 測定誤差 E の期待値は0と仮定（測定誤差は系統誤差を含まない）
 - 真の得点 T と誤差 E は無相関と仮定
- 平均値の関係： $\mu_X = \mu_T$ （真値は系統誤差を含む）， $\mu_E = 0$
- 分散の関係： $\sigma_X^2 = \sigma_T^2 + \sigma_E^2$
- 信頼性係数： $\rho_X^2 = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_X^2} = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_T^2 + \sigma_E^2} = 1 - \frac{\sigma_E^2}{\sigma_X^2}$
- 測定標準誤差
 - 測定誤差による測定値の標準的な散らばりの大きさ
 - 測定値 X の標準誤差： $\sigma_E = \sqrt{(1 - \rho_X^2)\sigma_X^2} = \sqrt{\frac{1 - \rho_X^2}{\rho_X^2}} \sigma_T$

推定の標準誤差

- 母平均 $\mu_X = \mu_T$, 母分散 $\sigma_X^2 = \sigma_T^2 + \sigma_E^2$ の正規母集団から, 大きさ n の標本を抽出
- 平均値の検定「 $H_0: \mu_X = \mu_0$ 」
- 推定の標準誤差
 - 標本誤差による推定量の標準的な散らばりの大きさ
 - 標本平均 $\bar{X}$ の標準誤差: $SE = \sqrt{\frac{\sigma_X^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sigma_T^2}{n} + \frac{\sigma_E^2}{n}}$, n : 標本サイズ
- 検定統計量: $t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\widehat{SE}} = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sqrt{\frac{(\sigma_T^2 + \sigma_E^2)}{n}}}$

測定信頼性と統計的検定の関係

	σ_X^2	σ_E^2	SE	t
式	$\sigma_T^2 + \sigma_E^2 = \frac{\sigma_T^2}{\rho^2(X)}$	$\frac{1 - \rho^2(X)}{\rho^2(X)} \sigma_T^2$	$\sqrt{\frac{\sigma_T^2 + \sigma_E^2}{n}}$	$\frac{\bar{X} - \mu_0}{\sqrt{(\widehat{\sigma_T^2 + \sigma_E^2})/n}}$
$\rho^2(X) \rightarrow 0$	大	大	大	0
$\rho^2(X) \rightarrow 1$	σ_T^2	0	$\sqrt{\frac{\sigma_X^2}{n}}$	$\frac{\bar{X} - \mu_0}{\sqrt{\widehat{\sigma_X^2}/n}}$
$n \rightarrow \text{大}$	$\sigma_T^2 + \sigma_E^2$	$\frac{1 - \rho^2(X)}{\rho^2(X)} \sigma_T^2$	0	大

- ハット(^)は推定値を表す
- 統計的検定（検定統計量）は，測定誤差（ σ_E^2 ）だけでなく，標本誤差（標準誤差， σ_T^2/n ）や標本サイズ（ n ）にも影響される

統計的検定に対する測定誤差の影響

- 測定精度は検定統計量の値に影響し、統計的検定の結果に影響を及ぼす
- しかし、信頼性係数の値を利用し検定統計量の値を補正して検定を行うということは普通しない
- 信頼性係数自体が推定値であり、検定統計量の分母が不当に小さくなる可能性があること、測定誤差よりも標本サイズのほうが、はるかに影響が大きいことなどが理由
- だからといって、信頼性が低くてよい訳ではない。信頼性が低ければ妥当性が低くなり、何を測定しているかが不明確になる

統計分析と誤差

- 統計的推測： 標本誤差 ← 推定の標準誤差
 - 母集団と標本
 - 統計的推定
 - 統計的検定
- 構成概念の測定： 測定誤差 ← 測定の標準誤差
 - テスト理論
 - 信頼性係数
 - 因子分析
 - 潜在変数モデリング
- 各分析場面においてどのような誤差を扱っているかを考える必要がある