

GraphPad Prism 8

統計ガイド

有限会社エムデーエフ
www.mdf-soft.com

© 1995-2020 有限会社エムデーエフ

このガイドの内容は、Prism 8 のヘルプに準じております。

目次

	0
第1章 Prism 8 統計ガイドへようこそ	10
第2章 Prismによる分析の習得	10
第3章 ページの引用について	10
第4章 統計の原理	11
1 全体概要	12
いつ統計は必要となるか.....	12
統計の本質的な概念.....	12
『標本』から『母集団』を推定する.....	15
なぜ統計学を学ぶのは難しいか.....	16
P-ハッカーにならないために.....	17
分析結果の発表について.....	22
順序変数、区間変数、比変数.....	26
独立標本の必要性.....	27
Intuitive Biostatistics (著書).....	28
Essential Biostatistics(著書).....	28
2 ガウス分布	30
ガウス分布の重要性.....	30
ガウス分布の由来.....	31
統計学の中心極限定理.....	33
3 平均の標準偏差と標準誤差	33
基本概念：標準偏差(SD).....	33
SDの計算.....	36
SDはどれくらい正確にバラツキを定量化するか.....	38
基本概念：標準誤差(SEM).....	40
SEMの算出.....	41
SDとSEMは同一ではない.....	42
助言：SDとSEMの使い分け.....	42
SD/SEM表示の代わりとして.....	43
4 対数正規分布と幾何平均値とSD	44
対数正規分布.....	44
幾何平均値と幾何標準偏差要因.....	46
5 信頼区間	47
基本概念：平均値の信頼区間(CI).....	48
平均値の信頼区間の解釈.....	50
他の信頼区間.....	52
助言：P値についての信頼区間を強調する.....	53
片側信頼区間.....	53
信頼区間、予測区間及び許容区間の比較.....	54
標準偏差の信頼区間.....	55
6 P値	57
P値の意味.....	57
P値に対する一般に最もよくある誤解.....	58
P値に対するさらなる誤解.....	58
P値はどの程度再現可能でしょう。(あまりできません).....	60
片側P値、両側P値.....	62
助言：両側P値を使用する.....	64

助言：小さいP値の解釈方法	64
助言：大きなP値の解釈方法	65
P値の小数形式	66
Prismが統計学的比率からP値を計算する方法	67
7 仮説検定と統計的有意性	69
統計的仮説検定	69
アスタリスク"*"の意味はなんでしょう	69
偽陽性率(FDR)と統計的有意性	70
法律との類似：有罪か有罪でないか？	72
助言：可能な限り「統計的に有意」という概念を避ける	72
助言：「有意である」という言葉を避ける	73
助言：P-ハックをしない	73
助言：サンプルサイズを変更してはならない	75
助言：「結果を見てから仮説を立てない」"Don't HARK"	77
8 検出力	79
基本概念：検出力	79
検出力を理解するためのアナロジー	80
第1、2(そして、3)種の過誤	81
`有意でない'結果を検討するための検出力の使用法	82
なぜ、Prismは検定の検出力を計算しないのでしょうか	85
助言：より多くの検出力を得る方法	87
9 サンプルサイズを選択	87
サンプルサイズの決定についての概要	88
どうして事前にてサンプルサイズをえらぶのか	89
サンプルサイズの計算のために α と β を選ぶ	91
効果量(ES)はどのようにして標準の値ではだめなのか	93
ノンパラメトリック検定でのサンプルサイズ	94
10 「多重比較」 [Multiple Comparisons]	95
多重比較の問題	95
多重比較の問題	95
専門用語：多重比較検定	97
多重比較処理についての3つのアプローチ	98
アプローチ1：多重比較を修正しない	98
多重比較を修正しないことに意味がある場合	98
例：事前比較	100
Fisherの最少有意差(LSD)	104
アプローチ2：比較のファミリーについて、Type Iエラー率を制御する	104
ファミリーのType Iエラーを制御する目的	105
多重性調整済みP値	106
Bonferroni及びSidakの手法	107
多重比較へのHolm-Sidakアプローチ	109
Tukey及びDunnettの手法	110
ノンパラメトリックなANOVAの後のDunnの多重比較	111
Newman-Keulsの手法	112
アプローチ3：False Discovery Rate (FDR)の制御	112
FDRの制御が意味するもの	112
FDRの制御についての鍵となる事実	114
FDRの制御に関して使用される3つの手法の賛否	115
11 同等性の検定	117
基本概念：同等性	117
信頼区間、P値による同等性検定	118
12 ノンパラメトリック検定	121
基本概念：ノンパラメトリック検定	121
助言：ノンパラメトリック検定の利用について	122
ノンパラメトリック検定の検出力	123
ノンパラメトリック検定とサンプルサイズ	124

助言：ノンパラメトリック検定の使用基準	125
用語：「ノンパラメトリック」	126
13 外れ値	127
外れ値の意味	128
助言：外れ値の特定には要注意	129
助言：対数正規分布に注意	130
Grubbの検定による外れ値の検出	131
ROUT手法について	133
マスキングの問題	135
Grubbs手法とROUT手法の比較シミュレーション	136
14 分析チェックリスト	140
対応のない t 検定	141
対応のある t 検定	143
比率による t 検定	144
Mann-Whitney 検定	146
Wilcoxon符号付順位検定	147
1-way ANOVA	148
繰り返し測定1-way ANOVA	151
Kruskal-Wallis 検定	153
Friedman 検定	154
2-way ANOVA	155
繰り返し測定 2-way ANOVA	157
「分割表」[Contingency]テーブル	158
生存分析	160
外れ値	162

第5章 Prism 8 統計分析

164

1 Prismでの統計機能	164
「列の統計」[Column statistics]分析での変更について	164
Prismによる統計分析	164
例題ガイド：統計分析	166
2 記述統計	167
操作手順：記述統計	168
分析チェックリスト：記述統計	170
結果の解釈：四分位数と四分位範囲	171
結果の解釈：平均、SD、SEM	173
結果の解釈：中央値とその信頼区間(CI)	174
結果の解釈：変動係数	174
結果の解釈：幾何平均とその信頼区間(CI)	175
結果の解釈：歪度	177
結果の解釈：尖度	178
調和平均、二次平均平方、トリム平均、ウィンザー化平均	180
3 行の統計量	181
概要：横方向の複製	181
行の平均/合計	182
4 度数分布	183
度数分布無しでの正規性のバラツキの可視化と検定	183
操作手順：度数分布	184
グラフ作成のヒント：度数分布	188
度数分布へのガウス分布のフィット	190
5 曲線の分析	194
曲線のスムージング、微分、積分	194
曲線下の面積(AUC)	197
6 正規性検定と対数正規性検定	202
正規性検定の方法	202

正規性検定の選択	204
対数正規検定	205
正規分布と対数正規分布の比較	205
QQプロット	206
結果の解釈：正規性検定	206
Q&A:「正規性検定」[Normality tests]	207
7 外れ値の特定	211
操作手順：外れ値の特定	211
分析チェックリスト：外れ値	214
8 1標本 t 検定及びWilcoxon符号付き順位検定	216
操作手順：1標本 t 検定とWilcoxon符号付き順位検定	216
「実験意図」[Experimental design] タブ	216
「オプション」[Options] タブ	217
結果の解釈：1標本 t 検定	217
結果の解釈：Wilcoxonの符号付き順位検定	219
9 t 検定、Mann-WhitneyとWilcoxon符号付順位和検定	222
t 検定(あるいは、関連のあるノンパラメトリック検定)の実行	222
t 検定の入力データ	222
「実験意図」[Experimental design] タブ：t 検定	224
「オプション」[Options] タブ：t 検定	225
「残差」[Residuals] タブ：t 検定	227
Q&A：2つのグループを比較するための検定選択	229
ペアリングの利点	230
「対応のない t 検定」[Unpaired t test]	232
操作手順：生データを用いた対応のない t 検定	232
操作手順：計算済みデータを用いた対応のない t 検定	234
結果の解釈：対応のない t 検定	236
群の標準偏差が異なる場合、どうすべきか？	237
不等分散 Welch t 検定	240
グラフ作成のヒント：対応のない t 検定	242
助言：エラーバーの重なりについて	243
分析チェックリスト：対応のない t 検定	246
対応のある t 検定、或いは比率による対応のある t 検定	248
操作手順：対応のある t 検定	248
ガウス分布に従うかどうかの検定	250
結果の解釈：対応のある t 検定	251
解析チェックリスト：対応のある t 検定	252
グラフ作成のヒント：対応のある t 検定	254
対応のある t 検定か、比率による対応のある t 検定か？	255
操作手順：比率による t 検定	256
結果の解釈：比率による t 検定	256
分析チェックリスト：比率による t 検定	257
Mann-Whitney検定、又はKolmogorov-Smirnov検定	259
Mann-Whitney検定、或いはKolmogorov-Smirnov検定の選択	259
操作手順：Mann-Whitney検定、Kolmogorov-Smirnov検定	260
結果の解釈：Mann-Whitney検定	263
Mann-Whitney検定で比較するもの	266
分析チェックリスト：Mann-Whitney検定	268
Mann-Whitney検定の結果が以前のバージョンと異なる理由	269
結果の解釈：Kolmogorov-Smirnov検定	270
分析チェックリスト：Kolmogorov-Smirnov検定	273
Wilcoxon符号付順位検定	274
“Wilcoxon検定”を言及する統計検定もある	274
操作手順：Wilcoxon符号付順位和検定	275
結果：Wilcoxon符号付順位和検定	277
分析チェックリスト：Wilcoxon符号付順位和検定	279
前後値が等しい行の取扱い	281

多重 t 検定	282
操作手順：多重 t 検定	282
多重 t 検定のオプション	284
結果の解釈：多重 t 検定	286
多重 t 検定結果からのボルカノプロット	287
10 ネスト化 t 検定とANOVA	289
ネスト化要因の概要	289
2つの処置によるネストデザインの例	289
3つの処置によるネストデザインの例	291
用語：ネスト t 検定とネスト 1-way ANOVA	293
Prismによるネスト t 検定とネスト 1-way ANOVAの実行について	294
Pが大きい場合、プールすべきか。	294
ネスト t 検定	295
操作手順：ネスト t 検定	295
結果の解釈：ネスト t 検定	299
ネスト t 検定の他の例	300
分析チェックリスト：ネスト t 検定	303
ネスト 1-way ANOVA	304
操作手順：ネスト 1-way ANOVA	304
結果の解釈：ネスト 1-way ANOVA	306
分析チェックリスト：ネスト 1-way ANOVA	308
11 ANOVA後の多重比較	309
ANOVA後のフォローアップ検定の概要	309
Prismで行う多重比較検定は？	309
多重比較検定の結果	312
群の全てを対象とするANOVAと多重比較検定の関係	314
多重比較検定と t 検定の関係	315
多重比較のための主なANOVA P値の修正	317
ANOVA後の多重比較の結果の解釈	317
多重比較からの統計的有意	318
多重比較検定からの信頼区間	318
多重比較検定からの厳密なP値	319
多重比較へのFalse Discovery Rateアプローチ	320
いろいろな多重比較手法の計算ロジック	321
プールされた標準偏差	321
平均間の差異のSE	321
TukeyとDunnnettの手法の計算ロジック	322
Fisher LSD手法の計算ロジック	323
Holm-Sidakの手法の計算ロジック	324
BonferroniとSidak手法の計算ロジック	325
ノンパラメトリックな比較のためのDunn手法の計算ロジック	327
Dunnnett T3, Games and Howell, Tamhane T2 検定の仕組み	328
FDRの制御に手法はどのように使用されるでしょう	330
数学的な詳細	332
12 繰返し測定ANOVAと複合モデル分析	333
繰返し測定実験デザインとは何でしょう	333
繰返し測定ANOVAでの欠測値	334
繰返し測定データ分析への複合モデルアプローチ	335
球面性と複合対称性	338
球面性の違反を ϵ で数値化する	341
混合モデルのフィットの詳細	342
混合モデル分析で使用される手法を報告する方法	343
“正定値でない”とは	344
13 1-way ANOVA Kruskal-Wallis検定及びFriedman検定	345
操作手順：1-way ANOVAと混合モデル	345
1-way ANOVAのデータ入力と関連した検定	345
「実験意図」 [Experimental Design] タブ：1-way ANOVA	347

「繰返し測定」 [Repeated Measures] タブ	350
「多重比較」 [Multiple Comparisons] タブ : 1-way ANOVA	352
「オプション」 [Options] タブ : 「多重比較」 [Multiple comparisons] : 1-way ANOVA	354
オプションタブ : グラフ作成と出力 : 1-way ANOVA	357
「残差」 [Residuals] タブ : 1-way ANOVA	358
Q&A : 1-way ANOVA	361
1-way ANOVA の結果	363
結果の解釈 : 1-way ANOVA	363
分析チェックリスト : 1-way ANOVA	366
Welch および Browne-Forsythe 検定(ANOVA)	369
結果の解釈 : Welch 検定 と Browne-Forsythe 検定	369
分析チェックリスト : Welch 検定 と Browne-Forsythe 検定	371
繰返し測定 1-way ANOVA または 複合モデル	372
繰返し測定とは、何ですか？	373
繰返し測定 1-way ANOVA の後の多重比較	373
結果の解釈 : 繰返し測定 1-way ANOVA	374
結果の解釈 : 混合モデル 1-way	376
結果の解釈 : 傾向の検定	378
概要 : 線形傾向の検定 / Test for linear trend	378
傾向の検定の結果	379
傾向性の検定の計算ロジック	380
分析チェックリスト : 繰返し測定 1-way ANOVA	381
Kruskal-Wallis 検定	383
結果の解釈 : Kruskal-Wallis 検定	384
分析チェックリスト : Kruskal-Wallis 検定	385
Friedman 検定	387
結果の解釈 : Friedman 検定	387
分析チェックリスト : Friedman 検定	388
14 2-way ANOVA	390
操作手順 : 2-way ANOVA	390
統計学初心者のための注意メモ	391
どちらの要因を行にしてどちらの要因を列にするか？	391
繰返し測定でない 2-way ANOVA での入力データ	393
繰返し測定データの入力	395
欠測値と 2-way ANOVA	398
混乱のポイント : 量的要因による ANOVA	399
「繰返し測定デザイン」 [RM Design] タブ : 2-way ANOVA	401
「繰返し測定分析」 [RM Analysis] タブ	404
「要因の名称」 [Factor Names] タブ : 2-way ANOVA	405
「多重比較」 [Multiple Comparisons] タブ : 2-way ANOVA	406
オプションタブ : 多重比較 : 2-way ANOVA	410
利用可能な多重比較のサマリー (2-way)	413
「オプション」 [Options] タブ : 他の選択	414
「残差」 [Residual] タブ : 2-way ANOVA	415
Q&A : 2-way ANOVA	416
通常の(繰返し測定でない) 2-way ANOVA の結果の解釈	417
結果の解釈 : 2-way ANOVA	418
繰返しのない 2-way ANOVA	421
グラフ作成のヒント : 2-way ANOVA	424
用量反応曲線或いは経時変化の比較に多重比較検定を使うことでの注意	425
Prism での 2-way ANOVA の計算方法	427
平均値(あるいは、予測平均値)の表	428
2つのデータセット列しかないとき	429
行が2つしかないとき	430
2つの行と2つの列があるとき	431
分析チェックリスト : 2-way ANOVA	432
繰返し測定 2-way ANOVA の結果の解釈	433

結果の解釈：繰り返し測定 2-way ANOVA	433
繰り返し測定 2-way ANOVAのANOVAテーブル	435
結果の解釈：複合モデル 2-way ANOVA	439
グラフ作成のヒント：繰り返し測定 2-way ANOVA	440
平均値(あるいは、推定平均値)の表	442
分析チェックリスト：繰り返し測定2-way ANOVA(と混合モデル)	443
15 3-way ANOVA	445
操作手順：3-way ANOVA	445
統計学初心者のための注意	445
何のために、3-way ANOVAは使用されるのでしょうか。	446
3-way ANOVAは、科学的な質問に答えないかもしれません	447
3-way ANOVAのデータ入力	450
「繰り返し測定デザイン」 [RM Design] タブ：3-way ANOVA	452
「繰り返し測定分析」 [RM Analysis] タブ	454
「要因名」 [Factor names] タブ：3-way ANOVA	455
「多重比較」 [Multiple comparisons] タブ：3-way ANOVA	455
「オプション」 [Options] タブ：多重比較：3-way ANOVA	457
「オプション」 [Options] タブ：グラフ作成と出力：3-way ANOVA	459
「残差」 [Residuals] タブ：3-way ANOVA	460
「データ連結」 [Consolidate Data] タブ：3-way ANOVA	461
結果の解釈：3-way ANOVA	462
結果の解釈：3-way ANOVA	462
分析チェックリスト：3-way ANOVA	462
16 分類別のアウトカム	464
比率の信頼区間	464
Prismでの比率の信頼区間の計算	464
比率のCIを計算するための3つの手法	466
分子がゼロであるときの“95%の信頼区間”の意味	467
二項変数とは	467
「分割表」 [Contingency] テーブル	468
基本概念：「分割表」 [Contingency] テーブル	468
操作手順：分割表分析	469
Fisher検定かカイ2乗検定か？	473
結果の解釈：分割表からのP値	475
結果の解釈：寄与危険度	477
結果の解釈：相対危険度	478
結果の解釈：オッズ比	480
結果の解釈：感度と特異性	481
分析チェックリスト：分割表	482
グラフ作成のヒント：分割表	483
観測された分布と予測される分布の比較	483
操作手順：観測された分布と予測される分布の比較	484
カイ二乗適合度検定の計算	486
二項検定	487
McNemarの検定	489
関連した解析と混乱しないこと	491
分析チェックリスト：観測分布と予測分布の比較	492
17 生存分析	492
操作手順：生存率分析	492
基本概念：生存曲線	492
操作手順：生存率分析	494
Q & A：生存データの入力	496
臨床研究からのデータ例	497
動物実験からのデータ例	499
生存分析用機能の選択	499
生存データをグラフにする	503
生存曲線グラフのカスタマイズ	503

累積発生率グラフ	504
結果の解釈：生存分析	505
結果の解釈：生存率	506
何によって生存曲線が下がるかが決まるのでしょうか？	508
結果の解釈：At riskの数	509
結果の解釈：P 値	510
結果の解釈：ハザード比	511
結果の解釈：生存時間の中央値	515
結果の解釈：生存期間の中央値比	516
結果の解釈：比較 > 2つの生存曲線	517
傾向についてのログランク検定	519
生存曲線の多重比較	520
分析チェックリスト：生存分析	522
グラフ作成のヒント：生存曲線	524
Q&A：生存分析	525
追跡期間中央値の判定	531
18 相関	532
基本概念：相関	532
操作手順：相関	533
結果の解釈：相関	534
分析チェックリスト：相関	537
相関行列	537
相関と回帰の間の違い	538
19 診断ラボ分析	539
ROC 曲線	539
基本概念：受信者動作特性(ROC)曲線	540
操作手順：ROC曲線	541
結果の解釈：ROC曲線	543
分析チェックリスト：ROC曲線	545
ROC曲線の計算詳細	546
ROC曲線から適中率を計算	547
ROC曲線の比較	548
Bland-Altman プロットによる手法の比較	549
操作手順：Bland-Altmanプロット	549
結果の解釈：Bland-Altman	552
分析チェックリスト：Bland-Altman	553
20 収集したP値の分析	554
基本概念：収集したP値の分析	554
操作手順：収集したP値の分析	555
結果の解釈：収集したP値の分析	557
21 データのシミュレーションと Monte Carlo	
シミュレーション	560
XYデータテーブルのシミュレーション	561
「カラムプロット」[Column]データテーブルのシミュレーション	561
「分割表」[Contingency] データテーブルのシミュレーション	562
Monte Carlo シミュレーションの方法	562
Monte Carlo シミュレーション例：信頼区間の精度	564
Monte Carloシミュレーション例：対応のない t 検定の検出力	567
スクリプトによるデータセットのシミュレーション	572
Prism での乱数の生成方法	573