

GraphPad Prism 9

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 9 統計ガイドへようこそ	11
第2章 Prismによる分析の習得	11
第3章 ページの引用について	11
第4章 統計の原理	12
1 全体概要	13
いつ統計は必要となるか.....	13
統計の本質的な概念.....	13
『標本』から『母集団』を推定する.....	16
なぜ統計学を学ぶのは難しいか.....	17
P-ハッカーにならないために.....	18
分析結果の発表について.....	23
順序変数、区間変数、比変数.....	27
独立標本の必要性.....	28
Intuitive Biostatistics (著書).....	29
Essential Biostatistics(著書).....	29
2 ガウス分布	31
ガウス分布の重要性.....	31
ガウス分布の由来.....	32
統計学の中心極限定理.....	34
3 平均の標準偏差と標準誤差	34
基本概念：標準偏差(SD).....	34
SDの計算.....	37
SDはどれくらい正確にバラツキを定量化するか.....	39
基本概念：標準誤差(SEM).....	41
SEMの算出.....	42
SDとSEMは同一ではない.....	43
助言：SDとSEMの使い分け.....	43
SD/SEM表示の代わりとして.....	44
4 対数正規分布と幾何平均値とSD	45
対数正規分布.....	45
幾何平均値と幾何標準偏差要因.....	47
5 信頼区間	48
基本概念：平均値の信頼区間(CI).....	49
平均値の信頼区間の解釈.....	51
他の信頼区間.....	53
助言：P値についての信頼区間を強調する.....	54
片側信頼区間.....	54
信頼区間、予測区間及び許容区間の比較.....	55
標準偏差の信頼区間.....	56
6 P値	58
P値の意味.....	58
P値に対する一般に最もよくある誤解.....	59
P値に対するさらなる誤解.....	59
P値はどの程度再現可能でしょう。(あまりできません).....	61
片側 P値、両側 P値.....	63
助言：両側P値を使用する.....	65

助言：小さいP値の解釈方法	65
助言：大きなP値の解釈方法	66
P値の小数形式	67
Prismが統計学的比率からP値を計算する方法	68
7 仮説検定と統計的有意性	70
統計的仮説検定	70
アスタリスク"*"の意味はなんでしょう	70
偽陽性率(FDR)と統計的有意性	71
法律との類似：有罪か有罪でないか？	73
助言：可能な限り「統計的に有意」という概念を避ける	73
助言：「有意である」という言葉を避ける	74
助言：P-ハックをしない	74
助言：サンプルサイズを変更してはならない	76
助言：「結果を見てから仮説を立てない」"Don't HARK"	78
8 検出力	80
基本概念：検出力	80
検出力を理解するためのアナロジー	81
第1、2(そして、3)種の過誤	82
`有意でない'結果を検討するための検出力の使用法	83
なぜ、Prismは検定の検出力を計算しないのでしょうか	86
助言：より多くの検出力を得る方法	88
9 サンプルサイズを選択	88
サンプルサイズの決定についての概要	89
どうして事前にてサンプルサイズをえらぶのか	90
サンプルサイズの計算のために α と β を選ぶ	92
効果量(ES)はどのようにして標準の値ではだめなのか	94
ノンパラメトリック検定でのサンプルサイズ	95
10 「多重比較」 [Multiple Comparisons]	96
多重比較の問題	96
多重比較の問題	96
専門用語：多重比較検定	98
多重比較処理についての3つのアプローチ	99
アプローチ1：多重比較を修正しない	99
多重比較を修正しないことに意味がある場合	99
例：事前比較	101
Fisherの最少有意差(LSD)	105
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	105
ファミリーのType Iエラーを制御する目的	106
多重性調整済みP値	107
Bonferroni及びSidakの手法	108
多重比較へのHolm-Sidakアプローチ	110
Tukey及びDunnettの手法	111
ノンパラメトリックなANOVAの後のDunnの多重比較	112
Newman-Keulsの手法	113
アプローチ3：False Discovery Rate (FDR)の制御	113
FDRの制御が意味するもの	113
FDRの制御についての鍵となる事実	115
FDRの制御に関して使用される3つの手法の賛否	116
11 同等性の検定	118
基本概念：同等性	118
信頼区間、P値による同等性検定	119
12 ノンパラメトリック検定	122
基本概念：ノンパラメトリック検定	122
助言：ノンパラメトリック検定の利用について	123
ノンパラメトリック検定の検出力	124
ノンパラメトリック検定とサンプルサイズ	125

助言：ノンパラメトリック検定の使用基準	126
用語：「ノンパラメトリック」	127
13 外れ値	128
外れ値の意味	129
助言：外れ値の特定には要注意	130
助言：対数正規分布に注意	131
Grubbの検定による外れ値の検出	132
ROUT手法について	134
マスキングの問題	136
Grubbs手法とROUT手法の比較シミュレーション	137
14 分析チェックリスト	141
対応のない t 検定	142
対応のある t 検定	144
比率による t 検定	145
Mann-Whitney 検定	147
Wilcoxon符号付順位検定	148
1-way ANOVA	149
繰り返し測定1-way ANOVA	152
Kruskal-Wallis 検定	154
Friedman 検定	155
2-way ANOVA	156
繰り返し測定 2-way ANOVA	158
「分割表」[Contingency]テーブル	159
生存分析	161
外れ値	163

第5章 Prism 9 統計分析

165

1 Prismでの統計機能	165
「列の統計」[Column statistics]分析での変更について	165
Prismによる統計分析	165
例題ガイド：統計分析	167
2 記述統計	168
操作手順：記述統計	169
分析チェックリスト：記述統計	171
結果の解釈：四分位数と四分位範囲	172
結果の解釈：平均、SD、SEM	174
結果の解釈：中央値とその信頼区間(CI)	175
結果の解釈：変動係数	175
結果の解釈：幾何平均とその信頼区間(CI)	176
結果の解釈：歪度	178
結果の解釈：尖度	179
調和平均、二次平均平方、トリム平均、ウィンザー化平均	181
3 行の統計量	182
概要：横方向の複製	182
行の平均/合計	184
4 度数分布	186
度数分布無しでの正規性のバラツキの可視化と検定	187
操作手順：度数分布	188
グラフ作成のヒント：度数分布	191
度数分布へのガウス分布のフィット	193
5 曲線の分析	197
曲線のスムージング、微分、積分	197
曲線下の面積(AUC)	200
6 正規性検定と対数正規性検定	205
正規性検定の方法	205

正規性検定の選択	207
対数正規検定	208
正規分布と対数正規分布の比較	208
QQプロット	209
結果の解釈：正規性検定	209
Q&A:「正規性検定」[Normality tests]	210
7 外れ値の特定	214
操作手順：外れ値の特定	214
分析チェックリスト：外れ値	217
8 1標本 t 検定及びWilcoxon符号付き順位検定	219
操作手順：1標本 t 検定とWilcoxon符号付き順位検定	219
「実験意図」[Experimental design] タブ	219
「オプション」[Options] タブ：	220
結果の解釈：1標本 t 検定	220
結果の解釈：Wilcoxonの符号付き順位検定	222
9 t 検定、Mann-WhitneyとWilcoxon符号付順位和検定	225
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	225
t 検定の入力データ	225
「実験意図」[Experimental design] タブ：t 検定	227
「残差」[Residuals] タブ：t 検定	229
「オプション」[Options] タブ：t 検定	230
「推定プロット」[Estimation Plot]	232
Q&A：2つのグループを比較するための検定選択	233
ペアリングの利点	235
「対応のない t 検定」[Unpaired t test]	238
操作手順：生データを用いた対応のない t 検定	238
操作手順：計算済みデータを用いた対応のない t 検定	239
結果の解釈：対応のない t 検定	241
群の標準偏差が異なる場合、どうすべきか？	243
不等分散 Welch t 検定	246
グラフ作成のヒント：対応のない t 検定	248
助言：エラーバーの重なりについて	250
分析チェックリスト：対応のない t 検定	253
対応のある t 検定、或いは比率による対応のある t 検定	255
操作手順：対応のある t 検定	255
ガウス分布に従うかどうかの検定	257
結果の解釈：対応のある t 検定	258
解析チェックリスト：対応のある t 検定	259
グラフ作成のヒント：対応のある t 検定	261
対応のある t 検定か、比率による対応のある t 検定か？	263
操作手順：比率による t 検定	264
結果の解釈：比率による t 検定	265
分析チェックリスト：比率による t 検定	266
Mann-Whitney検定、又はKolmogorov-Smirnov検定	267
Mann-Whitney検定、或いはKolmogorov-Smirnov検定の選択	267
操作手順：Mann-Whitney検定、Kolmogorov-Smirnov検定	268
結果の解釈：Mann-Whitney検定	271
Mann-Whitney検定で比較するもの	275
分析チェックリスト：Mann-Whitney検定	277
Mann-Whitney検定の結果が以前のバージョンと異なる理由	278
結果の解釈：Kolmogorov-Smirnov検定	279
分析チェックリスト：Kolmogorov-Smirnov検定	281
Wilcoxon符号付順位検定	282
“Wilcoxon検定”を言及する統計検定もある	282
操作手順：Wilcoxon符号付順位和検定	283
結果：Wilcoxon符号付順位和検定	285
分析チェックリスト：Wilcoxon符号付順位和検定	288

前後値が等しい行の取扱い	289
多重 t 検定	290
操作手順：多重 t 検定	290
多重 t 検定のオプション	293
結果の解釈：多重 t 検定	300
多重 t 検定結果からのボルカノプロット	301
10 ネスト化 t 検定とANOVA	303
ネスト化要因の概要	303
2つの処置によるネストデザインの例	303
3つの処置によるネストデザインの例	305
用語：ネスト t 検定とネスト 1-way ANOVA	307
Prismによるネスト t 検定とネスト 1-way ANOVAの実行について	308
Pが大きい場合、プールすべきか。	308
ネスト t 検定	309
操作手順：ネスト t 検定	309
結果の解釈：ネスト t 検定	313
ネスト t 検定の他の例	314
分析チェックリスト：ネスト t 検定	317
ネスト 1-way ANOVA	318
操作手順：ネスト 1-way ANOVA	318
結果の解釈：ネスト 1-way ANOVA	320
分析チェックリスト：ネスト 1-way ANOVA	322
11 ANOVA後の多重比較	323
ANOVA後のフォローアップ検定の概要	323
Prismで行う多重比較検定は？	323
多重比較検定の結果	326
群の全てを対象とするANOVAと多重比較検定の関係	328
多重比較検定と t 検定の関係	329
多重比較のための主なANOVA P値の修正	331
ANOVA後の多重比較の結果の解釈	331
多重比較からの統計的有意	332
多重比較検定からの信頼区間	332
多重比較検定からの厳密なP値	333
多重比較へのFalse Discovery Rateアプローチ	334
いろいろな多重比較手法の計算ロジック	335
プールされた標準偏差	335
平均間の差異のSE	335
TukeyとDunnnettの手法の計算ロジック	336
Fisher LSD手法の計算ロジック	337
Holm-Sidakの手法の計算ロジック	338
BonferroniとSidak手法の計算ロジック	339
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	341
Dunnnett T3, Games and Howell, Tamhane T2 検定の仕組み	342
FDRの制御に手法はどのように使用されるでしょう	344
数学的な詳細	346
12 繰返し測定ANOVAと複合モデル分析	347
繰返し測定実験デザインとは何でしょう	347
繰返し測定ANOVAでの欠測値	348
繰返し測定データ分析への複合モデルアプローチ	349
球面性と複合対称性	352
球面性の違反を ϵ で数値化する	355
混合モデルのフィットの詳細	356
混合モデル分析で使用される手法を報告する方法	357
“正定値でない”とは	358
13 1-way ANOVA Kruskal-Wallis検定及びFriedman検定	359
操作手順：1-way ANOVAと混合モデル	359
1-way ANOVAのデータ入力と関連した検定	359

「実験意図」 [Experimental Design] タブ： 1-way ANOVA.....	361
「繰返し測定」 [Repeated Measures] タブ.....	364
「多重比較」 [Multiple Comparisons] タブ： 1-way ANOVA.....	366
「オプション」 [Options] タブ： 「多重比較」 [Multiple comparisons] : 1-way ANOVA	368
オプションタブ： グラフ作成と出力： 1-way ANOVA.....	371
「残差」 [Residuals] タブ： 1-way ANOVA.....	372
Q&A： 1-way ANOVA.....	375
1-way ANOVA の結果.....	377
結果の解釈： 1-way ANOVA.....	377
分析チェックリスト： 1-way ANOVA.....	380
Welch および Browne-Forsythe 検定(ANOVA).....	383
結果の解釈： Welch 検定 と Browne-Forsythe検定.....	383
分析チェックリスト： Welch検定 と Browne-Forsythe 検定.....	385
繰返し測定1-way ANOVAまたは複合モデル.....	386
繰返し測定とは、何ですか？.....	387
繰返し測定1-way ANOVAの後の多重比較.....	387
結果の解釈： 繰返し測定1-way ANOVA.....	388
結果の解釈： 混合モデル 1-way.....	390
結果の解釈： 傾向の検定.....	392
概要：線形傾向の検定/Test for linear trend.....	392
傾向の検定の結果.....	393
傾向性の検定の計算ロジック.....	394
分析チェックリスト： 繰返し測定1-way ANOVA.....	395
Kruskal-Wallis検定.....	397
結果の解釈： Kruskal-Wallis検定.....	398
分析チェックリスト： Kruskal-Wallis検定.....	399
Friedman 検定.....	401
結果の解釈： Friedman 検定.....	401
分析チェックリスト： Friedman 検定.....	402
14 2-way ANOVA	404
操作手順： 2-way ANOVA.....	404
統計学初心者のための注意メモ.....	405
どちらの要因を行にしてどちらの要因を列にするか？.....	405
繰返し測定でない 2-way ANOVAでの入力データ.....	407
繰返し測定データの入力.....	409
欠測値と2-way ANOVA.....	412
混乱のポイント：量的要因によるANOVA.....	413
「モデル」 [Model] タブ： 2-way ANOVA.....	416
「繰返し測定分析」 [RM Analysis] タブ.....	418
「要因の名称」 [Factor Names] タブ： 2-way ANOVA.....	420
「多重比較」 [Multiple Comparisons] タブ： 2-way ANOVA.....	421
オプションタブ： 多重比較： 2-way ANOVA.....	425
利用可能な多重比較のサマリー (2-way).....	428
「オプション」 [Options] タブ： 他の選択.....	429
「残差」 [Residual] タブ： 2-way ANOVA.....	430
Q&A： 2-way ANOVA.....	431
通常の(繰返し測定でない)2-way ANOVA の結果の解釈.....	432
結果の解釈： 2-way ANOVA.....	433
繰返しのない 2-way ANOVA.....	436
グラフ作成のヒント： 2-way ANOVA.....	439
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.....	440
Prismでの2-way ANOVAの計算方法.....	442
平均値(あるいは、予測平均値)の表.....	443
2つのデータセット列しかないとき.....	444
行が2つしかないとき.....	445
2つの行と2つの列があるとき.....	446
分析チェックリスト： 2-way ANOVA.....	447

繰返し測定 2-way ANOVA の結果の解釈	448
結果の解釈：繰返し測定 2-way ANOVA	448
繰返し測定 2-way ANOVAのANOVAテーブル	450
結果の解釈：複合モデル 2-way ANOVA	454
グラフ作成のヒント：繰返し測定 2-way ANOVA	455
平均値(あるいは、推定平均値)の表	457
分析チェックリスト：繰返し測定2-way ANOVA(と混合モデル)	458
15 3-way ANOVA	460
操作手順：3-way ANOVA	460
統計学初心者のための注意	460
何のために、3-way ANOVAは使用されるのでしょうか。	461
3-way ANOVAは、科学的な質問に答えないかもしれません	462
3-way ANOVAのデータ入力	465
「繰返し測定デザイン」[RM Design]タブ：3-way ANOVA	467
「繰返し測定分析」[RM Analysis]タブ	469
「要因名」[Factor names] タブ：3-way ANOVA	470
「多重比較」[Multiple comparisons]タブ：3-way ANOVA	470
「オプション」[Options]タブ：多重比較：3-way ANOVA	472
「オプション」[Options] タブ：グラフ作成と出力：3-way ANOVA	474
「残差」[Residuals] タブ：3-way ANOVA	475
「データ連結」[Consolidate Data] タブ：3-way ANOVA	476
結果の解釈：3-way ANOVA	477
結果の解釈：3-way ANOVA	477
分析チェックリスト：3-way ANOVA	477
16 分類別のアウトカム	479
比率の信頼区間	479
Prismでの比率の信頼区間の計算	479
比率のCIを計算するための3つの手法	481
分子がゼロであるときの“95%の信頼区間”の意味	482
二項変数とは	482
「分割表」[Contingency]テーブル	483
基本概念：「分割表」[Contingency]テーブル	483
操作手順：分割表分析	484
Fisher検定かカイ2乗検定か？	488
結果の解釈：分割表からのP値	490
結果の解釈：寄与危険度	492
結果の解釈：相対危険度	493
結果の解釈：オッズ比	495
結果の解釈：感度と特異性	496
分析チェックリスト：分割表	497
グラフ作成のヒント：分割表	498
観測された分布と予測される分布の比較	498
操作手順：観測された分布と予測される分布の比較	499
カイ二乗適合度検定の計算	501
二項検定	502
McNemarの検定	504
関連した解析と混乱しないこと	506
分析チェックリスト：観測分布と予測分布の比較	507
17 生存分析	507
操作手順：生存率分析	507
基本概念：生存曲線	507
操作手順：生存率分析	509
Q & A：生存データの入力	511
臨床研究からのデータ例	512
動物実験からのデータ例	514
生存分析用機能の選択	514
生存データをグラフにする	518

生存曲線グラフのカスタマイズ	518
累積発生率グラフ	519
結果の解釈：生存分析	520
結果の解釈：生存率	521
何によって生存曲線が下がるかが決まるのでしょうか？	523
結果の解釈：At riskの数	524
結果の解釈：P 値	525
結果の解釈：ハザード比	526
結果の解釈：生存時間の中央値	530
結果の解釈：生存期間の中央値比	531
結果の解釈：比較 > 2つの生存曲線	532
傾向についてのログランク検定	534
生存曲線の多重比較	535
分析チェックリスト：生存分析	537
グラフ作成のヒント：生存曲線	539
Q&A：生存分析	540
追跡期間中央値の判定	546
18 相関	547
基本概念：相関	547
操作手順：相関	548
結果の解釈：相関	549
分析チェックリスト：相関	552
相関行列	553
相関と回帰の間の違い	553
19 診断ラボ分析	554
ROC 曲線	555
基本概念：受信者動作特性(ROC)曲線	555
操作手順：ROC曲線	556
結果の解釈：ROC曲線	558
分析チェックリスト：ROC曲線	560
ROC曲線の計算詳細	561
ROC曲線から適中率を計算	562
ROC曲線の比較	563
Bland-Altman プロットによる手法の比較	564
操作手順：Bland-Altmanプロット	564
結果の解釈：Bland-Altman	567
分析チェックリスト：Bland-Altman	568
20 収集したP値の分析	569
基本概念：収集したP値の分析	569
操作手順：収集したP値の分析	570
結果の解釈：収集したP値の分析	572
21 データのシミュレーションと Monte Carlo	
シミュレーション	575
XYデータテーブルのシミュレーション	576
「カラムプロット」[Column]データテーブルのシミュレーション	576
「分割表」[Contingency] データテーブルのシミュレーション	577
Monte Carlo シミュレーションの方法	577
Monte Carlo シミュレーション例：信頼区間の精度	579
Monte Carloシミュレーション例：対応のない t 検定の検出力	582
スクリプトによるデータセットのシミュレーション	587
Prism での乱数の生成方法	588
22 主成分分析 (PCA)	591
主成分分析を理解する	591
PCAの背後にある概念	592
次元縮退	593
機能の選択と機能の抽出	597

データを低い次元に投影する.....	599
主成分分析のプロセス.....	609
分析のためのデータの準備.....	610
主成分は分散を使用して定義されます.....	611
主成分は直交です.....	616
固有値と固有ベクトル.....	621
成分の選択.....	624
.....主成分を選択するための古典的な手法.....	625
.....平行分析/Parallel Analysis.....	625
完全な例.....	626
表形式の結果/Tabular results.....	627
固有値/Eigenvalues.....	628
負荷量(および、固有ベクトル).....	629
主成分スコア.....	631
「負荷量プロット」[Loadings Plot].....	633
「主成分スコア」[PC Score]プロット.....	634
「バイプロット」[Biplot].....	636
固有値(スクリー)プロット.....	636
寄与率プロット.....	637
操作手順：主成分分析(PCA).....	638
主成分分析の概要.....	638
主成分分析のための入力データ.....	639
主成分分析のための分析データを指定する.....	641
主成分分析のオプション.....	642
主成分分析で出力する追加の結果の選択.....	646
主成分分析のグラフ.....	648
主成分回帰(PCR).....	654
主成分分析の結果.....	655
主要な結果.....	656
表形式の結果.....	656
固有値.....	657
負荷量.....	658
主成分スコア.....	659
オプションの結果.....	660
標準化、あるいは中心化されたデータ.....	661
固有ベクトル.....	661
変数の寄与率行列.....	662
変数と主成分との間の相関行列.....	663
ケースの寄与率行列.....	664
変数間の相関/共分散行列.....	665
主成分回帰(PCR)の結果.....	665