

# 目 次

## 第 I 部 データ・誤差解析

1. はじめに	3
2. 誤差を含めて物理量を表す	6
2・1 一連の測定値をどう表現するか	6
2・2 数値の表し方	10
2・3 誤差の表し方	12
2・4 単位の使い方	15
2・5 実験データの図示	17
3. 誤差：分類とその伝播	21
3・1 誤差の分類	21
3・2 誤差の伝播	23
4. 確率分布	31
4・1 はじめに	31
4・2 確率分布に関するさまざまな特性値	33
4・3 二項分布	36
4・4 ポアソン分布	40
4・5 正規分布	41
4・6 中心極限定理	45
4・7 その他の確率分布	46

5. 実験データの処理	57
5・1 データ系列の分布関数	58
5・2 データ系列の平均値と平均二乗偏差	61
5・3 平均と分散の推定値	62
5・4 平均の精度とスチューデントの $t$ 分布	63
5・5 分散の精度	65
5・6 重みの異なるデータの扱い方	66
5・7 ロバストな推定	68
6. 誤差を含むデータのグラフ化	77
6・1 はじめに	77
6・2 関数の線形化	79
6・3 グラフを使ったパラメーターの精度の推定	83
6・4 較正データの利用	86
7. 関数によるデータのフィッティング	91
7・1 はじめに	91
7・2 線形回帰	94
7・3 最小二乗法による一般的な当てはめ	99
7・4 カイ二乗検定	102
7・5 パラメーターの精度	105
7・6 フィッティングの有意性についての $F$ 検定	113
8. ベイズに帰る：確率分布としての知識	118
8・1 直接および逆の確率	118
8・2 ベイズ登場	120
8・3 事前確率をどう選ぶか	121
8・4 ベイズ推論の三つの例	122
8・5 結論	128
参考文献	131
練習問題の解答	133

## 第Ⅱ部 付 録

A1 誤差の結合	141
A2 ランダム誤差による系統的な偏移	144
A3 特性関数	147
A4 二項分布から正規分布へ	149
A4・1 二項分布	149
A4・2 多項分布	150
A4・3 ポアソン分布	150
A4・4 正規分布	152
A5 中心極限定理	154
A6 分散の推定	157
A6・1 相関のないデータ点	157
A6・2 相関のあるデータ点	158
A7 平均値の標準偏差	160
A7・1 $n$ 個の独立なデータの平均 $\langle x \rangle$ の分散が $x$ 自体の分散 を $n$ で割った値に等しいのはなぜか	160
A7・2 データに相関があると結果はどう影響されるか	160
A7・3 標準偏差の推定値はどれだけ正確か	163
A8 分散が等しくない場合の重み因子	164
A8・1 期待値が同じ $\mu$ で標準偏差 $\sigma_i$ が異なるいくつかのデータ $x_i$ の平均値を決める“最もよい”方法は何か	164
A8・2 $\langle x \rangle$ の分散の大きさはどれくらいか	165
A9 最小二乗法によるフィッティング	166
A9・1 $y \approx ax + b$ の最良パラメーター $a$ と $b$ はどう見つけたらよいか	166

A9・2	一般的な線形回帰	167
A9・3	パラメーターの関数としての SSQ	168
A9・4	パラメーターの共分散	169

### 第Ⅲ部 Python コード

#### 第Ⅳ部 データシート

C・1	カイ二乗分布	209
C・2	F 分布	211
C・3	最小二乗法フィッティング	213
C・4	正規分布	215
C・5	物理定数	219
C・6	確率分布	221
C・7	スチューデントの t 分布	223
C・8	単 位	225
索 引		233