

---

# 測定の誤差と最小二乗法

## 目 次

### 第 1 章 観測と誤差

<b>§ 1.1 観測とその種類</b> .....	13
1.1.1. 独立観測 .....	13
1.1.2. 条件付観測 .....	14
<b>§ 1.2 誤差とその種類</b> .....	14
1.2.1. 定誤差 (系統的誤差) .....	14
1.2.2. 不定誤差 (偶然誤差・偶差) .....	15
1.2.3. 過失 .....	16
1.2.4. 不定誤差の分布と誤差の 3 原則 .....	16
<b>§ 1.3 最確値と最小二乗法</b> .....	17
1.3.1. 最確値と剰余 (残差) .....	17
1.3.2. 確率曲線と最小二乗法 .....	17
1.3.3. 精度と誤差 .....	20
<b>§ 1.4 誤差の拡張 (誤差の伝播)</b> .....	23
1.4.1. 誤差拡張の意義 .....	23
1.4.2. 誤差拡張 (誤差伝播) の関係式 .....	24
<b>§ 1.5 算術平均 (算術中数)</b> .....	24
1.5.1. 算術平均 (算術中数) と剰余 .....	24
1.5.2. 算術平均の平均二乗誤差 (標準偏差) .....	26
<b>§ 1.6 一般平均 (一般中数)</b> .....	32
1.6.1. 重量と一般平均 .....	32
1.6.2. 一般平均の平均二乗誤差 .....	33
<b>§ 1.7 重量の拡張 (重量の伝播)</b> .....	35
1.7.1. 重量の拡張の意義 .....	35
1.7.2. 重量の拡張 (伝播) の関係式 .....	35
<b>問題 I</b> .....	43

---

## 第2章 観測結果の調整 (その1)

§ 2.1 観測値調整の意義	51
§ 2.2 観測方程式による調整計算の一般式	51
2.2.1. 観測方程式による調整計算式 (重量の等しい場合)	51
2.2.2. 観測方程式による調整計算式 (重量の異なる場合)	54
2.2.3. 正規方程式の解法	55
§ 2.3 条件式による調整計算の一般式	60
2.3.1. 条件式による調整計算式 (重量の等しい場合)	60
2.3.2. 条件式による調整計算式 (重量の異なる場合)	62
2.3.3. 閉合差の重量による分配	66
2.3.4. 重量平均の意義	68
§ 2.4 条件式による図形等の調整	77
2.4.1. 角条件	77
2.4.2. 辺条件	79
2.4.3. 辺長条件	82
2.4.4. 简单なる図形調整における条件式の個数	86
2.4.5. 条件式を求める分解法	87
2.4.6. 多角測量における簡易調整	89
問題 II	93

## 第3章 観測結果の調整 (その2) 及び未知量の重量と平均二乗誤差

§ 3.1 座標調整のための観測方程式の作成	97
3.1.1. 座標調整のための測角に関する観測方程式	97
3.1.2. 座標調整のための測距に関する観測方程式	100
3.1.3. 観測方程式の重量	102
§ 3.2 シュライバーの法則等	103
3.2.1. シュライバーの法則	103
3.2.2. 追加則	105
§ 3.3 間接水準測量における観測方程式	106
3.3.1. 間接水準測量の計算式	106
3.3.2. 間接水準測量における観測方程式の作成	106
§ 3.4 座標調整のための条件方程式の作成	108
3.4.1. 方向角の条件式	109
3.4.2. 座標の条件式	109

<b>§ 3.5</b>	<b>辺長測量における条件方程式</b> .....	110
<b>§ 3.6</b>	<b>観測方程式における未知量の重量と平均二乗誤差</b> .....	112
3.6.1.	観測方程式における未知量の重量 .....	112
3.6.2.	観測方程式における未知量の平均二乗誤差 .....	115
3.6.3.	$[\sigma\sigma]$ , $[\rho\sigma\sigma]$ の計算 .....	118
<b>§ 3.7</b>	<b>条件方程式の未知量の重量と平均二乗誤差</b> .....	119
3.7.1.	条件方程式の未知量の重量 .....	119
3.7.2.	条件方程式の未知量の平均二乗誤差 .....	121
<b>§ 3.8</b>	<b>観測方程式と条件方程式の同時回答（混合方式）</b> .....	123
	問題 III .....	127
	総合問題 .....	134

## 第 4 章 増 補

<b>§ 4.1</b>	<b>座標調整のための観測方程式の作成</b> .....	145
<b>§ 4.2</b>	<b>観測方程式における未知量及びその関数の重量と平均二乗誤差</b> .....	149
4.2.1.	観測方程式における未知量の重量 .....	149
4.2.2.	観測方程式における未知量の関数の重量 .....	150
4.2.3.	観測方程式における未知量の平均二乗誤差と それを求めるための $[\sigma\sigma] \cdot [\rho\sigma\sigma]$ の計算 .....	156
<b>§ 4.3</b>	<b>条件方程式における未知量の関数の重量と平均二乗誤差</b> .....	158
4.3.1.	条件方程式における未知量の重量 .....	158
4.3.2.	条件方程式により求めた未知量の平均二乗誤差 .....	159
<b>§ 4.4</b>	<b>正規方程式の解法とその点検</b> .....	168
	増補問題 .....	172
	付 録 .....	190
	1 数学公式 .....	190
	2 観測方程式関係の行列による表現 .....	195
	3 定 数 .....	198
	4 ギリシヤ文字 .....	198
	索 引 .....	