

目次

本編	1
第1章 行列	1
1.1 行列 (matrix) とは	1
1.2 行列いろいろ (スカラー, ベクトル, 正方行列, 対称行列, 単位行列)	3
1.3 足算, 引算, スカラー×行列	5
1.4 行列×行列	7
1.5 行列×行列 (続)	9
1.6 逆行列, 行列式	11
1.7 逆行列, 行列式 (続)	13
1.8 3元1次連立方程式の逆行列による解	15
1.9 対称行列の逆行列の実践的な計算法	17
1.10 対称行列の逆行列 (例)	19
第2章 余分な観測の数 ($m - n + d$)	21
2.1 旧点, 新点, 固定点, 未知点	21
2.2 観測の数 (m), 未知数の数 (n), 網の移動の自由度 (d), $m - n + d < 0$	23
2.3 余分な観測の数, $m - n + d = 0$, $m - n + d > 0$	25
2.4 観測値に修正値 (v) を加える→最小二乗法	27
第3章 誤差論の入口	29
3.1 誤差は分散 (q) と標準偏差 (σ) で理解する	29
3.2 誤差についての経験則	31
3.3 誤差確率密度関数 (ガウスの誤差関数)	33
3.4 分散共分散行列 (Q)	35
3.5 誤差伝播	37
3.6 観測回数による重み (p), 個々の観測と算術平均値	39
3.7 標準偏差 or 分散による重み (p), 単位重み (観測, 標準偏差, 分散)	41
3.8 最小二乗法の条件式 ($p_1v_1^2 + p_2v_2^2 + \dots + p_nv_n^2 = \text{最小}$)	43
3.9 行列表現による最小二乗法の条件式 ($v^T P v = \text{最小}$)	45
3.10 分散共分散行列 (Q) と重み行列 (P) の関係: GPS と全測量	47
第4章 観測方程式の単位の統一	49
4.1 観測値 (O) と計算値 (C), 微小改良座標 (dx, dy, dh)	49
4.2 生の観測方程式 $v = \Sigma$ (関与する点の座標等から算出する係数) · 未知量 - ($O - C$) 測地線長 or 平面距離の観測方程式	51
4.3 生の観測方程式で最小二乗法の計算に入っていけるのか?	53

4.4	距離の観測方程式の単位を m から角度秒 (") に変換する	55
4.5	距離の観測方程式の両辺 $\times (\rho / D)$ の真の意味	57
4.6	観測方程式の正規化	59
4.7	行列表現による観測方程式 $v = Ax - L$	61
第5章 正規方程式		63
5.1	$v = Ax - L$ に $v^T P v = \text{最小}$ を行う	63
5.2	最小と微分, 偏微分	65
5.3	行列の微分公式	67
5.4	正規方程式 $Bx = r$	69
第6章 測量網平均		71
6.1	理想的な測量計算では網平均を繰り返す	71
6.2	網の形と大きさは一義的に決まる。では, 地球上における網の位置は?	73
6.3	網の移動の自由度 $d = 0$ だと固定網平均, 解はただ一つ $x = B^{-1}r$	75
6.4	$d \neq 0$ だと $Bx = r$ の解はどうなるか?	77
発展編		79
第7章 自由網平均		79
7.1	「3個の石」の問題 (観測値)	79
7.2	「3個の石」の $v = Ax - L, Bx = r$	81
7.3	「3個の石」の固定解 ($d = 0$)	83
7.4	一般逆行列 B^{-} による $x = B^{-}r$ ($d = 1$)	85
7.5	任意の解 x が求まる B^{-}	87
7.6	自由解 ($x^T x = \text{最小}$ の条件下における $Bx = r$ の解 $x = B(BB^{-})^{-1}r$)	89
7.7	「3個の石」の自由解	91
7.8	測量における $(BB^{-})_{\text{最小}}$ の作り方	93
7.9	測量における $x^T x = \text{最小}$ の図形的なイメージ	95
7.10	自由網平均	97
第8章 自然網平均		99
8.1	旧座標の観測方程式	99
8.2	全旧点座標の σ が同じ場合の自然網平均	101
第9章 単位重み標準偏差の実際値		103
9.1	単位重み標準偏差の実際値 ($\sigma_{0, \text{実}}$)	103
9.2	観測種別ごとの単位重み観測の標準偏差	105

