



# 目 次

1 共 通 理 論	1
1.1 差分法と有限要素法 (村田健郎)	1
1.1.1 物理の保存則と移流拡散方程式	2
1.1.2 離散化された方程式の性質	9
1.1.3 直接解法によって現状でどの程度の問題が解けるか	16
1.1.4 リッツ式有限要素法とガレルキン式有限要素法——付記——	17
1.2 算法, Fortran プログラムとハードウェアとの関わり合い (村田健郎)	19
1.2.1 密行列に対するガウスの消去法の系統 (いわゆるクラウト法を含む)	20
1.2.2 アンローリング	24
1.2.3 帯行列に対するガウスの消去法の系統	32
1.3 Boundary-Fit 法 (三木一克)	36
1.3.1 曲線座標格子生成法	38
1.3.2 Boundary-Fit 曲線座標系	39
1.3.3 偏微分方程式の変換	42
1.3.4 電位計算への応用	44
1.4 乱数生成とモンテカルロ法 (小柳義夫)	46
1.4.1 算 術 乱 数	47
1.4.2 合 同 法 乱 数	47
1.4.3 混 合 合 同 法	48
1.4.4 合同法乱数の多次元分布の格子構造	49
1.4.5 乱 数 の 変 換	49
1.4.6 離 散 分 布	50
1.4.7 乗算合同法乱数のベクトル化	50
1.4.8 正規乱数の生成	52

1.4.9	有限離散分布	53
1.4.10	高次元超球面上の一様分布 (渋谷の方法)	54
1.4.11	球面上のボルツマン分布	55
1.4.12	モンテカルロ法のベクトル化	56
1.4.13	ま と め	57
1.5	並列計算機への適用 (小柳義夫)	58
1.5.1	アーキテクチャ	58
1.5.2	カスケード加算	59
1.5.3	recursive doubling	61
1.5.4	密行列の演算	61
1.5.5	疎行列の計算	63
1.5.6	連立一次方程式の解法	64
1.5.7	モンテカルロ法——スピン系	66
1.5.8	プラズマ粒子シミュレーション	66
1.5.9	並列計算機の効率	67
1.5.10	ま と め	68
2	構 造 解 析	71
2.1	有限要素法 (三好俊郎)	71
2.1.1	有限要素法の概要	71
2.1.2	スーパーコンピュータにおける高速化の手法 (スカイライン法の場合)	81
2.1.3	スーパーコンピュータにおける大規模化の手法 (ICCG 法の場合)	88
2.2	境界要素法 (三好俊郎)	93
2.2.1	境界要素法の概要	93
2.2.2	境界要素法における高速化手法	99
2.3	大規模非弾性解析 (坂田信二)	105
2.3.1	剛性マトリックスの作成	105
2.3.2	連立一次方程式の解法	107
2.3.3	応力・ひずみの計算	109
2.3.4	解 析 例	109
2.3.5	既存プログラムのチューニングによる高速化の例	113

3 電磁界解析	119
3.1 デバイスシミュレーション (鳥谷部達)	119
3.1.1 はじめに	119
3.1.2 基本方程式	120
3.1.3 物理パラメータのモデル	122
3.1.4 境界条件	125
3.1.5 交流解析への拡張	126
3.1.6 離散化	126
3.1.7 時間積分	128
3.1.8 巡回解法と一括解法	129
3.1.9 行列解法	130
3.1.10 MOSFET 特性	135
3.1.11 まとめ	135
3.2 回路シミュレーション (矢島章夫)	136
3.2.1 回路シミュレーションの目的	136
3.2.2 回路シミュレーションの定式化	137
3.2.3 回路解析における数値シミュレーション	140
3.2.4 スーパーコンピュータによる回路シミュレーション	143
3.2.5 適用結果と評価	148
3.2.6 今後の課題	151
3.3 ポテンシャル場解析 (境界要素法) (宇多村元昭)	151
3.3.1 はじめに	151
3.3.2 基礎式	152
3.3.3 積分方程式の解法	153
3.3.4 数値積分の高精度化	156
3.3.5 高速化手法	158
3.3.6 大規模演算のための工夫	160
3.3.7 原子力分野への適用	161
3.3.8 高電圧機器への適用	162
3.3.9 まとめ	165
3.4 荷電粒子の軌道解析 (三木一克)	166
3.4.1 定式化	166

3.4.2	電位計算法	167
3.4.3	六面体分割法	169
3.4.4	軌道計算法	170
3.4.5	適用例	171
4	流体解析	179
4.1	非圧縮性流体 (有限差分法)	(山川正剛, 大塚雅哉) 179
4.1.1	非圧縮性流体のモデル化	179
4.1.2	計算全体のフロー	181
4.1.3	空間差分格子と離散化法	182
4.1.4	圧力の計算手法	185
4.1.5	計算の定定性	186
4.1.6	計算誤差	189
4.1.7	計算時間	191
4.1.8	解析例	192
4.1.9	今後の課題	194
4.2	非圧縮性流体 (有限要素法)	(池川昌弘) 194
4.2.1	SMAC 法	195
4.2.2	有限要素法による定式化	197
4.2.3	ベクトル化手法ならびに解析結果	200
4.2.4	むすび	202
4.3	圧縮性流体 (差分法)	(池川昌弘) 203
4.3.1	圧縮性流体解析の概要	203
4.3.2	支配方程式と境界条件	203
4.3.3	安定性の考察	207
4.3.4	離散化解析手法	207
4.3.5	ベクトル化手法ならびに解析結果	210
4.4	希薄気体モンテカルロシミュレーション	(池川正人) 212
4.4.1	希薄気体とは	212
4.4.2	希薄気体の支配方程式とその解法	214
4.4.3	直接シミュレーションモンテカルロ法 (DSMC 法)	216
4.4.4	具体的な計算例——クエット (Couette) 流	225
4.4.5	ベクトル化とラン結果	228

4.4.6	将来の方向	229
5	周辺技術	235
5.1	コンピュータグラフィクス (矢島章夫)	235
5.1.1	スーパーコンピュータとコンピュータグラフィクス	235
5.1.2	コンピュータグラフィクスの処理内容	236
5.1.3	適用結果	244
5.1.4	今後に残された課題	245
5.2	画像処理 (吉原郁夫)	245
5.2.1	画像処理と基本演算	245
5.2.2	合成開口レーダ	247
5.2.3	SAR 画像再生処理の手順	248
5.2.4	高速化	250
5.2.5	スーパーコンピュータによる画像再生時間	252
5.2.6	むすび	253
5.3	数値シミュレーション用高水準言語 DEQSOL (梅谷征雄, 金野千里)	254
5.3.1	はじめに	254
5.3.2	DEQSOL の概要	256
5.3.3	実問題の適用例	261
5.3.4	Fortran コードの自動生成方式	267
5.3.5	評価	270
5.3.6	将来方向	272
5.4	数値シミュレーションの入出力プログラム S-GRAF (矢島章夫)	272
5.4.1	背景と目的	272
5.4.2	システムの概要	273
5.4.3	ファイル機能	274
5.4.4	作画機能	278
5.4.5	処理性能, 表示例	280
5.4.6	おわりに	281
5.5	最小二乗解法とその周辺 (村田健郎)	281
5.5.1	標準的最小二乗解法 (正規方程式の解法に帰着されるもの)	281
5.5.2	縦ブロック化ハウスホルダ QR 法	289
5.5.3	制約つき最小二乗問題; 制約つき最大・最小問題	289

5.6	アルゴリズムとプログラム技法 (まとめ).....(小国 力)	295
5.6.1	行列の形とアルゴリズム .....	296
5.6.2	ハードウェアとプログラム技法 .....	299
5.6.3	アルゴリズムとプログラム技法 .....	304
5.6.4	ハードウェアとアルゴリズム .....	308
5.6.5	既存のプログラムの改善 .....	312
索 引	.....	317

