



## 目 次

記号および用語	1
第1章 電気工学の基礎方程式	5
1・1 場の分布状態の分類	5
1・2 マクスウェルの電磁方程式	7
1・3 直流場の方程式	7
1・3・1 静電界の方程式	7
1・3・2 静磁界の方程式	9
1・4 時間依存場の方程式	13
1・4・1 うず電流を含む場の方程式	13
1・4・2 熱伝導方程式	18
1・5 まとめ	18
演習問題	19
参考文献	20
第2章 有限要素法の概要	21
2・1 有限要素法の基本的な考え方	21
2・2 有限要素法の計算手順の概要	25
2・3 従来の解析方法との比較	28
2・3・1 アナログ法	28
2・3・2 理論解析法	30
2・3・3 数値解析法	31
演習問題	37
参考文献	37

第 3 章 二次元場の解析法 .....	33
3・1 変分法と重みつき残差法 .....	39
3・1・1 変分法 .....	39
3・1・2 重みつき残差法 .....	45
3・2 変分法による二次元場の解析法 .....	47
3・2・1 エネルギーの偏微分 .....	47
3・2・2 要素係数マトリクスの作成 .....	49
3・2・3 全体節点方程式の導出 .....	52
3・2・4 全体係数マトリクスの性質 .....	56
3・2・5 電界の強さまたは磁束密度 .....	60
3・3 ガラーキン法による二次元場の解析法 .....	62
演習問題 .....	63
参考文献 .....	64
第 4 章 軸対称三次元場の解析法 .....	66
4・1 軸対称三次元静電界の解析法 .....	66
4・2 軸対称三次元静磁界の解析法 .....	70
4・2・1 磁位を用いた場合 .....	70
4・2・2 磁気ベクトルポテンシャルを用いた場合 .....	70
4・2・3 磁位と磁気ベクトルポテンシャルのどちらを用いるか .....	81
演習問題 .....	83
参考文献 .....	84
第 5 章 各種要素 .....	85
5・1 概説 .....	85
5・2 ポテンシャルの近似式 .....	87
5・3 補間関数と面積座標 .....	88
5・3・1 補間関数 .....	88
5・3・2 面積座標 .....	92
5・4 高次三角形要素 .....	95

5・4・1	高次要素の概要と補間関数	95
5・4・2	有限要素法の式	101
5・4・3	高次要素の次数に関する検討	106
5・5	四辺形要素	107
5・5・1	要素の説明	107
5・5・2	有限要素法の式	111
5・6	曲線形状要素	114
5・6・1	要素の説明	114
5・6・2	有限要素法の式	118
5・6・3	具体例	120
5・7	特殊要素	122
5・7・1	4 CST 要素	122
5・7・2	エルミート要素	125
5・7・3	つながりの要素	127
	演習問題	127
	参考文献	128

## 第6章 電磁界解析時の基礎的諸問題 129

6・1	大次元行列の解法	129
6・1・1	概説	129
6・1・2	ガウスの消去法と変形コレスキー法	131
6・1・3	バンドマトリクス法	135
6・1・4	ウェーブ・フロント法	142
6・1・5	逐次過大緩和 (SOR) 法	147
6・2	境界条件	148
6・2・1	固定境界条件	149
6・2・2	自然境界条件	151
6・2・3	未知等ポテンシャル境界条件	151
6・2・4	周期境界条件	156
6・3	自動データ作成法および出力結果の表示法	160
6・3・1	要素分割における二、三の注意事項	161

6・3・2	自動分割法	169
6・3・3	節点番号の最適化	173
6・3・4	出力結果の表示法	179
6・3・5	コンピュータ・グラフィックス	184
	演習問題	192
	参考文献	194
第7章 電磁界解析への応用上の諸問題		195
7・1	非線形問題の解析法	195
7・1・1	材料特性の取扱い	195
7・1・2	反復手法および収束判定法	199
7・1・3	ニュートン・ラプソン法	201
7・1・4	数値解析の手順	206
7・2	うず電流場の解析法	208
7・2・1	各種解析法	208
7・2・2	磁気ベクトルポテンシャル法	210
7・2・3	時間微分項の取扱い	211
7・3	永久磁石を含む磁界の解析法	219
7・3・1	永久磁石の取扱いおよび基礎方程式	219
7・3・2	解析法	221
7・3・3	永久磁石の磁気特性の表示法	223
	演習問題	223
	参考文献	224
第8章 例題, プログラムの説明		226
8・1	例題	226
8・1・1	例題1 (線形問題)	226
8・1・2	例題2 (非線形問題)	233
8・2	コンピュータによる解析手順	241
8・3	有限要素法のプログラム例	242
8・3・1	変数名および配列名のリスト	243

8・3・2 プログラムの説明	245
演習問題	257
参考文献	257
演習問題の解答	258
索引	276