

目 次

第1章 緒 論

1.1 本書の範囲	1
1.2 予測の方法	3
1.2-1 実験的研究	3
1.2-2 理論計算	4
1.2-3 理論計算の利点	4
1.2-4 理論計算の欠点	6
1.2-5 予測法の選択	7
1.3 本書の概要	8

第2章 現象の数学的表現

2.1 支配方程式	11
2.1-1 微分方程式の意味	11
2.1-2 化学種の保存式	13
2.1-3 エネルギー方程式	13
2.1-4 運動方程式	14
2.1-5 乱流に対する時間平均方程式	14
2.1-6 乱れの運動エネルギーの方程式	15
2.1-7 一般形微分方程式	15
2.2 座標の性質	17
2.2-1 独立変数	17
2.2-2 適切な座標の選択	18
2.2-3 一方向性座標および二方向性座標	20
演習問題	23

第3章 離散化の方法

3.1 数値解法の性質	24
3.1-1 数値解法の仕事	24
3.1-2 離散化の概念	25
3.1-3 離散化方程式の構成	26

3.2 離散化方程式の誘導法	26
3.2-1 テーラー級数による定式化	27
3.2-2 変分法による定式化	28
3.2-3 重みつき残差法	28
3.2-4 コントロール・ボリュームによる定式化	29
3.3 離散化の実例	31
3.4 四つの基本ルール	36
3.5 結 び	39
演 習 問 題	40

第4章 熱 伝 導

4.1 本章の目的	42
4.2 定常一次元熱伝導	43
4.2-1 基礎式	43
4.2-2 格子配列	44
4.2-3 境界面における熱伝導率	45
4.2-4 非線形性	48
4.2-5 生成項の線形化	49
4.2-6 境界条件	51
4.2-7 線形代数方程式の解法	54
4.3 非定常一次元熱伝導	56
4.3-1 一般離散化方程式	56
4.3-2 陽解法, クランク・ニコルソン法, 完全陰解法	57
4.3-3 完全陰解法の離散化方程式	60
4.4 二次元および三次元問題	61
4.4-1 二次元に対する離散化方程式	61
4.4-2 三次元に対する離散化方程式	63
4.4-3 代数方程式の解法	64
4.5 過緩和と不足緩和	70
4.6 幾何的形狀に関する配慮	72
4.6-1 コントロール・ボリューム界面の位置	72
4.6-2 その他の座標系	76
4.7 結 び	78
演 習 問 題	78

第5章 対流と拡散

5.1	本章の目的	82
5.2	定常一次元の対流と拡散	83
5.2-1	離散化方程式の誘導	84
5.2-2	風上法	86
5.2-3	厳密解	88
5.2-4	指数法	89
5.2-5	ハイブリッド法	91
5.2-6	べき乗法	93
5.2-7	一般公式	95
5.2-8	種々の方法に関する結論	98
5.3	二次元に対する離散化方程式	99
5.3-1	誘導の詳細	100
5.3-2	離散化方程式の最終形	102
5.4	三次元に対する離散化方程式	104
5.5	一方向性空間座標	105
5.5-1	何によって空間座標が一方向性となるか	105
5.5-2	流出部境界条件	106
5.6	偽 拡 散	108
5.6-1	偽拡散に関する一般的な見解	108
5.6-2	偽拡散に関する適切な見解	109
5.7	結 び	113
	演 習 問 題	113

第6章 流れ場の計算

6.1	特別な解法の必要性	116
6.1-1	主な問題点	116
6.1-2	渦度に基づく方法	117
6.2	関連する諸問題	118
6.2-1	圧力勾配項の表し方	118
6.2-2	連続の式の表し方	120
6.3	対策：スタaggered格子	122
6.4	運 動 方 程 式	124
6.5	圧力補正および速度補正	127
6.6	圧 力 補 正 式	128

x 目 次

6.7 SIMPLE のアルゴリズム	130
6.7-1 実行手順	130
6.7-2 圧力補正式に関する考察	130
6.7-3 圧力補正式に対する境界条件	133
6.7-4 圧力の相対性	135
6.8 改良アルゴリズム : SIMPLER	136
6.8-1 動機	136
6.8-2 圧力方程式	137
6.8-3 SIMPLER のアルゴリズム	138
6.8-4 考察	138
6.9 結 び	139
演 習 問 題	139

第 7 章 ま と め

7.1 反復計算の性質	143
7.2 生成項の線形化	147
7.2-1 考 察	147
7.2-2 常に正の値をとる変数に対する生成項の線形化	150
7.3 不 規 則 形 状	150
7.3-1 直交曲線座標	151
7.3-2 遮蔽部をもつ規則的格子点配列	152
7.3-3 共役熱移動	153
7.4 コンピュータ・プログラムの作成とそのテスト	155

第 8 章 特 殊 な 問 題

8.1 二次元放物形流れ	159
8.2 三次元放物形流れ	160
8.3 準放物形流れ	161
8.4 有 限 要 素 法	162
8.4-1 動 機	162
8.4-2 問題点	163
8.4-3 コントロール・ボリュームに基づいた有限要素法	164

第9章 応用計算例

9.1	曲管内の未発達流れ	168
9.2	水平管内の複合対流	171
9.3	鉛直管周囲の溶融	173
9.4	内部フィンをもつ管内の乱流と熱移動	176
9.5	曲がり乱流噴流	177
9.6	推力増強エジェクタにおける超混合噴流	181
9.7	周期的境界条件をもつ十分に発達した管内流	185
9.8	蒸気発生機の熱と流れの解析	187
9.9	おわりに	190
参 考 文 献		191
索 引		197