

目次

第 1 章 はじめに	1
1.1 乱流とはなにか	1
1.1.1 いつでもどこでも	1
1.1.2 決定論的・必然性	2
1.1.3 でたため・偶然性	2
1.1.4 敏感さ	2
1.1.5 強い非線形性と特異性	3
1.1.6 巨大自由度	3
1.1.7 多スケール	4
1.1.8 鈍感さ	5
1.1.9 散逸性・開放性	6
1.2 乱流の計算科学	6
1.2.1 計算科学の役割	6
1.2.2 コンピュータの限界	7
1.3 流体力学の基礎方程式	8
1.3.1 質量の保存則	8
1.3.2 運動量の保存則	9
1.3.3 保存形と保存則	11
1.3.4 完全流体と保存則	13
1.3.5 レイノルズの相似則とレイノルズ数	14
1.3.6 対称性と不変性	16
1.4 乱流の統計	17

1.4.1	さまざまな平均	17
1.4.2	統計的一様性と等方性	19
1.4.3	スペクトル	19
1.4.4	コルモゴロフの普遍性の考え	20
1.4.5	スペクトルダイナミクスとエネルギーカスケード	23
第 2 章	乱流の計算手法	27
2.1	差分法	28
2.1.1	差分化の方法	30
2.1.2	差分演算子と精度	31
2.1.3	コンパクト差分と結合コンパクト差分	35
2.1.4	解像度	38
2.1.5	時間発展スキームの整合性と安定性	43
2.1.6	拡散項と移流項の時間発展スキーム	47
2.1.7	保存形と非保存形	58
2.1.8	非圧縮条件	60
2.2	スペクトル法	63
2.2.1	周期的な問題	65
2.2.2	高速フーリエ変換の基礎と応用	72
2.2.3	ガラーキン法	90
2.2.4	非周期的な問題	92
2.2.5	多項式展開	93
2.2.6	チェビシェフ多項式を使った 1 次元方程式の解法	103
2.2.7	スペクトル法の応用	111
第 3 章	カノニカル乱流の計算科学	123
3.1	一様等方性乱流	123
3.1.1	一様等方性乱流の大規模 DNS	125
3.1.2	一様等方性乱流大規模 DNS のデータ解析	132
3.1.3	K41 を超えて (乱流の計算科学的現象論)	140

3.2	壁乱流	154
3.2.1	チャンネル乱流の大規模 DNS	155
3.2.2	チャンネル乱流 DNS の基礎統計量	156
3.2.3	乱流準秩序構造	161
3.2.4	乱流の準秩序構造間の力学的相互作用	168
3.3	さまざまな外力下での乱流	172
3.3.1	回転乱流	172
3.3.2	成層乱流	183
3.3.3	その他のカノニカル乱流	190
第 4 章	情報の縮約, 乱流モデル	195
4.1	ラージ・エディ・シミュレーション	195
4.1.1	LES の基礎方程式	196
4.1.2	スマゴリンスキーモデル	202
4.1.3	ダイナミック SGS モデル	206
4.1.4	スケール相似則モデル	209
4.1.5	その他のモデルと改良の試み	211
4.1.6	LES の応用例	215
4.2	ウェーブレット解析を応用した乱流シミュレーション	218
4.2.1	ウェーブレット解析	218
4.2.2	ウェーブレット解析による乱流の情報縮約手法	233
索 引		241