

目次

はじめに	iii
序章	1
I. 線形・非線形の安定性理論	
第1章 流体力学的安定性	7
1.1 レイノルズの実験	7
1.2 レイノルズの相似法則	10
1.3 流体力学的安定性の研究方法	12
1.4 参考書およびテキスト	13
演習問題1 (14)	
第2章 数学的ないとうち：定常解, 分岐および不安定性	16
2.1 定常解と分岐	16
2.2 不安定性	23
2.2.1 非線形モデル (23)	
2.2.2 ホップ分岐および安定性交代の原理 (28)	
演習問題2 (29)	
第3章 安定性理論	34
3.1 線形安定性	34
3.2 弱非線形理論	40
3.3 摂動エネルギーの方程式	47
演習問題3 (50)	

第 4 章 液体ジェットの表面張力不安定性	54
4.1 レイリー理論：ジェットの表面張力不安定性	54
演習問題 4 (58)	
第 5 章 レイリー・ベナール対流	59
5.1 発 端	59
5.2 問題の線形化	61
5.3 安定特性	63
5.4 弱非線形理論	66
5.5 エピローグ	71
演習問題 5 (72)	
第 6 章 遠心力不安定性	78
6.1 旋 回 流	78
6.2 テイラー・クエット流の不安定性	80
6.3 ゲルトラー不安定	86
演習問題 6 (88)	
第 7 章 平行流の安定性	92
A. 非粘性流体	
7.1 非圧縮・非粘性流体の平面平行流の安定性	92
7.2 レイリーの安定性問題の一般的性質	98
7.3 平面平行流の安定特性 (非圧縮・非粘性流体)	103
7.4 非線形摂動：非粘性流体の平行流	109
B. 粘性流体 (非圧縮)	
7.5 粘性流体の平面平行流の安定性	111
7.6 オーア・ゾンマーフェルト問題の一般的性質	115
7.7 粘性流体の平面平行流の安定特性	120
7.8 実験結果および非線形不安定性	124
演習問題 7 (128)	
第 8 章 カオスおよび乱流へのルート	141
8.1 第 I 部のまとめ	141
8.2 ローレンツ系の状態の遷移	142

8.2.1 ローレンツ系の導出と性質 (143)	
8.2.2 平衡点の安定性 (145)	
8.2.3 ストレンジ・アトラクター (150)	
8.2.4 リアプノフ指数 (151)	
8.2.5 ローレンツ・マップと決定論的カオス (152)	
8.3 レイノルズ数の増加と状態の遷移	156
8.4 カオスおよび乱流へのみちすじ	158
演習問題 8 (160)	

II. 乱流理論

第 9 章 レイノルズ数と状態の遷移	165
9.1 はじめに (円柱と一様流)	165
9.2 問題設定	166
9.3 レイノルズ数と流れの対称性	168
9.4 抵抗係数	171
9.5 エネルギー散逸	173
演習問題 9 (174)	
第 10 章 乱流変動の性質	178
10.1 乱流の信号	178
10.2 確率的変動とガウス分布	180
10.3 エネルギー・スペクトルとエネルギー散逸率	182
10.4 計算機シミュレーションによる乱流	186
10.5 風洞実験による乱流	189
演習問題 10 (194)	
第 11 章 スペクトル方程式とエネルギー輸送	198
11.1 ナヴィエ・ストークス方程式の変形	198
11.2 スペクトル方程式	199
11.3 三波の保存相互作用 (非粘性)	203
11.4 エネルギー輸送	203

11.5 エネルギー流束	205
演習問題 11 (209)	
第 12 章 一様等方性の乱流	211
12.1 アンサンブル平均と一様性	211
12.2 一様なランダム速度場	214
12.2.1 相関関数 (214)	
12.2.2 導関数を含む相関関数 (216)	
12.3 一様等方性乱流の相関関数	218
12.3.1 2次相関テンソル (218)	
12.3.2 3次相関テンソル (222)	
12.4 カルマン・ハワースの式	224
12.5 慣性領域と 4/5 法則	225
12.6 エネルギー・スペクトル	229
演習問題 12 (231)	
第 13 章 発達した乱流	234
13.1 コルモゴロフ・オブコフの相似法則	234
13.1.1 リチャードソン・カスケード (234)	
13.1.2 相似法則 (236)	
13.1.3 乱流の自由度 (238)	
13.2 普遍的相似性から統計的対称性へ	239
13.3 間 欠 性	242
13.4 β モデル (間欠的, 単一スケーリング)	245
13.5 多重フラクタル (多重スケーリング, 間欠的)	247
13.6 シェルモデル (カオス的, 間欠的, 多重スケーリング)	250
13.7 散逸率のフラクタル性	252
13.7.1 局所エネルギー散逸率と速度増分 (252)	
13.7.2 ランダム・カスケード (253)	
13.7.3 対数正規モデル (Log normal model) (254)	
13.8 高次のスケール指数	255

演習問題 13 (256)

第 14 章 乱流場における渦構造と統計法則	258
14.1 線要素の伸長	258
14.2 負の歪度とエンストロフィ生成	260
14.3 バーガース渦	263
14.4 乱流の中の渦	266
14.5 構造関数	268
14.6 Fokker-Planck 方程式	271
14.7 スケール指数: 対数ポアソンモデル	272
14.8 パッシブ・スカラーのスケール則	274
演習問題 14 (275)	
第 15 章 くりこみ摂動展開の理論	277
15.1 単純な摂動展開	277
15.2 統計量の摂動展開	282
15.2.1 平均速度 (282)	
15.2.2 グリーン関数 (283)	
15.2.3 2点速度相関関数 (285)	
15.3 展開のくりこみ	286
15.3.1 平均速度のくりこみ (286)	
15.3.2 ダイソン方程式 (286)	
15.3.3 ワイルド方程式 (288)	
15.3.4 くりこみ (289)	
15.3.5 物理的説明 (291)	
15.4 Belinicher-L'vov 変換 (BL 変換)	292
15.5 DIA (直接相互作用近似)	293
15.6 渦粘性とくりこみ群	295
15.6.1 渦 粘 性 (295)	
15.6.2 くりこみ群 (RG) (296)	
演習問題 15 (297)	

文 献	298
---------------	-----

付録 [A] 直交曲線座標系での諸公式	317
付録 [B] I・II 演習問題 解答	320
索 引	353