

## 目 次

## 1. 流体の運動

§ 1.1	はじめに	1	§ 1.5	2次元の流体運動	10
§ 1.2	運動と場	2	§ 1.6	渦度と渦	17
§ 1.3	運動の記述	3	§ 1.7	3次元の相対運動	21
§ 1.4	ラグランジュ微分	7	問 題		29

## 2. 流体の性質

§ 2.1	連続体表現および輸送現象	31	§ 2.4	応力 (圧力と粘性応力)	43
§ 2.2	ニュートン流体と完全流体	37	問 題		44
§ 2.3	体積力と面積力	39			

## 3. 基礎方程式

§ 3.1	質量の保存	47	§ 3.3	エネルギーの保存	60
§ 3.2	運動量の保存	51	問 題		67

## 4. 完全流体の運動

§ 4.1 ベルヌーイの定理 . . . . . 70	§ 4.4 非圧縮流体の運動 . . . . . 80
§ 4.2 ケルヴィンの循環定理 . . . . . 72	§ 4.5 非圧縮・渦なしの流れ . . . . . 83
§ 4.3 渦なしの流れ (ポテンシャル流) . . . . . 77	§ 4.6 渦糸と渦なしの性質 . . . . . 92
	問 題 . . . . . 93

## 5. 2次元の非圧縮・渦なしの流れ

§ 5.1 流れの関数 . . . . . 97	§ 5.5 ジューコフスキー変換 . . . . . 114
§ 5.2 複素速度ポテンシャル . . . . . 99	§ 5.6 循環と物体への力 . . . . . 118
§ 5.3 流れ場の例 . . . . . 102	問 題 . . . . . 120
§ 5.4 等角写像 . . . . . 112	

## 6. 水 波

§ 6.1 水波および静水圧 . . . . . 122	§ 6.4 位相速度と群速度 . . . . . 129
§ 6.2 深い水の表面波 . . . . . 123	§ 6.5 有限深さの表面波 . . . . . 131
§ 6.3 微小振幅の波 . . . . . 126	問 題 . . . . . 132

## 7. 渦 運 動

§ 7.1 渦度方程式 . . . . . 136	§ 7.5 粘性渦の解(オセーンの拡散渦) . . . . . 148
§ 7.2 ヘルムホルツの渦定理 . . . . . 138	
§ 7.3 2次元渦運動 (渦領域) . . . . . 140	§ 7.6 渦 輪 . . . . . 149
§ 7.4 渦糸群の運動 . . . . . 144	問 題 . . . . . 151

## 8. 音波と衝撃波

§ 8.1 音 波 . . . . . 156	. . . . . 164
§ 8.2 平面波 . . . . . 160	§ 8.5 衝撃波 . . . . . 165
§ 8.3 高速の定常流 . . . . . 162	問 題 . . . . . 167
§ 8.4 有限振幅の波(リーマン不変量)	

## 9. 粘性流体の流れ

§ 9.1 粘性流の方程式 . . . . . 170	§ 9.5 低レイノルズ数の流れ . . . . . 184
§ 9.2 レイノルズ数 . . . . . 171	§ 9.6 高レイノルズ数の流れ(境界層)
§ 9.3 平行流 . . . . . 176	. . . . . 188
§ 9.4 回転流 . . . . . 181	問 題 . . . . . 190

## 10. 流れの安定性

§ 10.1 定常流の安定性 . . . . . 196	§ 10.4 平行流の安定性 . . . . . 204
§ 10.2 ケルヴィン-ヘルムホルツ不安定性 . . . . . 198	§ 10.5 熱対流 . . . . . 208
§ 10.3 レイリー-テイラー不安定および内部重力波 . . . . . 202	§ 10.6 カオス . . . . . 212
	問 題 . . . . . 215

## 11. 弾性体の基礎方程式

§ 11.1 はじめに . . . . . 218	§ 11.4 応力と歪みの関係 . . . . . 227
§ 11.2 応力と運動方程式 . . . . . 220	§ 11.5 フックの法則 . . . . . 230
§ 11.3 歪 み . . . . . 222	問 題 . . . . . 234

## 12. 弾 性 波

§ 12.1 連続体の運動方程式	235	§ 12.4 表面波	241
§ 12.2 弾性波	236	問 題	246
§ 12.3 弾性体中を伝わる波	238		

## 13. 弾 性 体 静 力 学

§ 13.1 基本的な性質	247	§ 13.3 曲げの変形 (棒を曲げること)	
§ 13.2 捻れのある変形 (棒を捻ること)	249		253
		問 題	256

## 付 録

A. 積分の諸公式	259	C. 直交曲線座標系での諸公式	262
B. $\delta$ 関数(ディラックの $\delta$ 関数)	261	D. ベクトルのヘルムホルツ分解	265

問題解答	267
あとがき	282
索 引	284

## コ ラ ム

1 A. 内積と外積	9
1 B. 極座標系での公式	19
2 A. 完全流体と理想気体	46
3 A. 三重積	53
3 B. ベクトル恒等式	60
6 A. KdV 方程式	133
7 A. 渦	136
7 B. 渦 輪	154
9 A. レイノルズ数と相似法則	174
9 B. 円柱座標系での方程式	182
9 C. 紅茶の葉と流体力学	191
9 D. 円柱の周りの流れ	194
10 A. テイラー渦	216
11 A. 弾性定数	229
13 A. 細い棒の曲げ (エラスチカ)	257