

# 索引

## ア行

アーチ渦 402, 403  
 圧縮性 27  
 圧縮性流体 199  
 圧力 29, 34, 64, 108, 202, 208  
   —のエネルギー 58, 63, 64, 386  
   —のなす仕事 61  
   —の発見 109  
 圧力勾配 12, 214  
 圧力水頭 64  
 圧力抵抗 126, 237, 288, 337  
 圧力方程式 62, 63, 93, 94, 122, 172  
 アナロジー 221  
 粗い管の摩擦抵抗 313  
 粗い管路 311  
 アルガン表示 99  
 アンサンブル平均 366, 381, 396, 415, 418~420, 431  
 安定渦列 166  
 安定限界 306  
 安定問題 341, 356  
 安定領域 349  
  
 イーオーリアン・トーン 167  
 イジェクション 393, 395, 398, 399  
 位相速度 175, 178, 183  
 位置エネルギー 58, 64, 184  
 一次元ベクトル 369  
 一方向流 213  
 一様流 104  
 一様流中の円柱 115  
 一定剪断応力層 303  
 一般化されたベルヌーイの定理, 方程式 63, 122  
 移流 240  
 移流拡散 433, 434  
 移流加速度 32  
 移流効果 54, 238, 435

—による拡散方程式 434  
 インクのカーテン 170  
 インターアクション 395  
  
 ウィナー-ヘンチンの(定理)公式 369, 370  
 ウォーター・ベル 6  
 渦 46, 149, 363  
   —とうず巻き 44  
   —の影響 98  
   —の回転方向 43  
   —の作用 149  
   —の寿命時間 364, 422  
   —の伸縮変形 54  
   —の層 254  
   —の不生不滅 150, 152, 254  
   —の放出 238  
   —の誘導する速度 160  
 渦あり 58, 64, 89  
   —の渦 45, 46  
 渦あり流れ 199, 246  
 渦糸 47, 54, 110, 149, 150, 152, 162  
 渦糸群  
   —が誘導する速度場 163  
   —の運動 161, 164  
   —の角運動量 165  
   —の慣性モーメント 165  
   —の重心 165  
   —の流関数 162  
 渦糸列の安定性 163  
 渦運動 43, 45  
 渦拡散係数 416  
 渦管 149, 150, 152, 153, 155  
   —の伸縮 155  
   —の強さ 154  
   —の時間的不変性 154  
   —の場所的不変性 154  
 渦径 364  
 渦線 60, 149  
 渦層 149, 156, 158, 167, 288  
   —の厚さ 157

渦素子 225  
 渦中心の低圧定理 50  
 渦定理 7, 8, 152  
 渦度 6, 42, 45, 48, 52, 59, 86, 157, 203, 238  
   —の移流 238, 240  
   —の拡散 221, 238, 240  
   —の拡散作用 240  
   —の拡散方程式 221  
   —の供給 157  
   —の生成 240  
   —の分布 227, 240  
   —のベクトル表示 43  
   —の変化 155  
   —の方程式 246  
   —の融合合体 405  
 渦動粘性係数 298, 331, 336, 339, 340  
 渦度ベクトル 44  
 渦度方程式 53, 238, 241  
 渦なし 58, 60, 64, 89, 98  
   —のうず 45~47, 111  
   —の永続性 153  
 渦なし流れ 48, 91, 199  
 渦巻き 6, 89  
 渦面 153  
 渦離脱 167  
 渦列 149  
   —の安定性 166  
 渦輪 7, 8, 408  
 うちわ 130  
 うなり 182  
 運動圧 64  
 運動エネルギー 58, 64, 184, 217, 243  
   —の圧力への変換 110  
   —の消散 241  
 運動を開始した円柱 12  
 運動学的 205  
 運動学的境界条件 93, 189  
 運動学的条件 172, 173  
 運動学的存在条件 91

運動学的量 29  
 運動方程式 35, 72, 93  
 —の積分 59  
 運動量 29, 71, 333  
 —の拡散 240  
 —の流れ 72, 74  
 運動量厚さ 270, 277, 323  
 運動量束 72, 75, 168, 334, 338, 339  
 —と抗力の関係式 339  
 運動量方程式 275, 277  
 —の一般的な導き方 71  
 運動量保存則 57, 67, 70, 71, 74, 76  
 —の応用 73  
 運動量輸送による応力の発生 72  
 SGS モデル 306, 397  
 x 型熱線計 22  
 エッフェル 248  
 N.S. 方程式 207  
 エネルギー 29  
 —の移行 375  
 —の伝播速度 183  
 エネルギー過程 375  
 エネルギー原理からのベルヌーイの定理の誘導 61  
 エネルギー散逸 244  
 エネルギー消散 246, 373, 376, 385, 386  
 エネルギー消散率 290, 373, 374  
 エネルギー消散率最小の解 237  
 エネルギー・スペクトル 377  
 エネルギー損失 74, 75  
 エネルギー・フラククス 183  
 エネルギー保存則 57  
 エネルギー保有領域 376  
 FFT 370  
 LES モデル 306, 397  
 エル・ニーニョ 18  
 円運動 162  
 円管乱流 383  
 円管流の乱れ 381  
 円管路の摩擦抵抗 309  
 円管路流 317  
 円形跳水 17  
 遠心力 357  
 エンストロフィー 380  
 円柱 115  
 —に働く抗力 123

—に働く力 122  
 —に働く揚力 123  
 —の表面速度 119  
 円柱後流の乱れ 390  
 —のエネルギー収支 390  
 円柱背後 12  
 円柱まわりの流れ 119, 126  
 円柱まわりのポテンシャル流れ 5  
 円定理 144  
 円筒座標系による表示 205  
 円のまわりの渦糸 121  
 円のまわりの湧出し 122  
 オアゾンマーフェルトの方程式 343, 345~347, 355  
 オイラー 27, 34, 56, 79  
 —の運動方程式 33, 35, 72  
 —の第一積分 57, 92  
 —の公式 99  
 —の方程式 93  
 —の第一積分 62  
 —の連続の方程式 36  
 オイラー速度 178  
 オイラー的立場 29  
 オイラー的表示法 31  
 オイラー的方法 28  
 オイラー微分 31  
 応力 201  
 応力テンソル 201, 297  
 —と変形速度の関係 202, 204  
 オセーン解 236  
 オセーン近似 235, 236, 240, 255  
 —による球に働く抵抗係数 235  
 オセーンの伴流 238  
 オーダー比較 256, 319  
 オーバー・シュート 355  
 帯状領域 134  
 カ行  
 開水路 381  
 開水路急変部の流れ 78  
 開水路流 402  
 —の縦渦 402  
 外層域 402  
 —の組織構造 400  
 回転 39, 41  
 —の角速度 41, 155

回転渦 47  
 回転運動 42, 43, 246  
 回転流れ 48, 199, 246  
 回転物体上の境界層の遷移 17  
 解の接合 266  
 外力ポテンシャル 92  
 ガウスの定理 52, 71  
 ガウス平面 99  
 カオス 359, 362  
 拡散 240, 259, 293  
 拡散型偏微分方程式 222, 223  
 拡散型方程式 240  
 拡散係数 413, 421  
 —とスケール 428  
 拡散係数テンソル 414  
 拡散項 386  
 拡散能 427  
 角速度 162  
 河口ブルーム 24, 25  
 風波 16  
 可視化 4, 20, 80, 395  
 カスケード・アップ 380  
 カスケード過程 437  
 カスケード・ダウン 376, 380  
 仮想質量 125  
 加速 32  
 加速度 30  
 加速度運動をしている円柱に働く力 124  
 形の抵抗 126, 237, 337  
 カットオフ・フィルター 425  
 滑面円管路の流速分布則 304  
 滑面平板に沿う乱流境界層の抵抗則 323  
 滑面平板の抵抗則 327  
 角 106  
 —を回る流れ 105  
 —のパラドックス 107, 159  
 カーブ 124  
 壁近傍の構造 399  
 壁法則 302, 304, 305, 311, 321  
 カメロン効果 402  
 ガリレオ 55  
 カルマン 7, 55, 166, 198, 224, 260, 276, 282  
 —の運動量方程式 276, 280, 282, 323, 325  
 —の速度欠損則 302, 308, 312  
 —の方法 275, 278

- の力学的相似の仮説  
 282, 299  
 カルマン渦 7, 55, 260, 283  
 —による物体の振動 168  
 —の発生周期 169  
 カルマン渦列 6, 149, 166, 282,  
 337, 410  
 —の安定 283  
 カルマン定数 282, 300, 304, 321  
 カルマン-ハワースの方程式  
 374  
 完結問題 305, 374  
 間欠率 319, 387, 388  
 干渉 349  
 関数論 98  
 慣性項 229, 230  
 慣性小領域 376, 378, 379  
 慣性抵抗 126  
 慣性による抵抗 125  
 慣性領域 425, 428~430  
 —の相対拡散 427  
 慣性力 208  
 完全粗面 313  
 完全重複波 187  
 完全流体 5, 27, 34, 197, 199  
 完全流体中の円柱 115  
 観測時間 425  
 管内流 215  
 管のくびれ部 69  
 Kampé de Fériet の表示 420  
 管路 381  
 —の乱流 301  
 緩和時間 422  
  
 機械的作用による乱れ 381  
 擬塑性流体 200  
 気体の分子運動論 370  
 希薄気体 27  
 基本波 355  
 逆圧力勾配 12, 109, 215, 287  
 逆推定法 396  
 キャピティ 108, 109  
 キャピテーション 109, 140  
 球  
 —に働く力 232  
 —に働く抵抗係数 235, 290  
 —に働く抵抗力 233  
 —の抵抗係数 234, 236  
 —のまわりの遅い流れ 229  
 —のまわりの流れ 231, 236  
 急拡 74  
 —によるエネルギー損失  
 75  
 急拡部 74  
 —での損失 74  
 急縮部 74  
 級数展開法 262  
 急変部の流れ 78  
 境界層 12, 110, 158, 246, 247,  
 254, 330, 336  
 —の運動量方程式 275,  
 276, 279  
 —の近似解 278  
 —の剝離 238, 285, 286  
 —の発達 247  
 境界層厚さ 269, 279, 323  
 境界層概念 255, 274  
 —の成立 253  
 境界層制御 288  
 境界層流れ 230  
 境界層方程式 257, 331  
 —の運動量方程式 224  
 —の解析解 261  
 —の敵密解 285  
 —の数値解 268  
 —の導出 255  
 境界層理論 248, 255  
 —の適用範囲 272  
 境界値問題 347  
 強制渦 111  
 共役数 101  
 共役速度ベクトル 116  
 共役ベクトル 101  
 曲管部に働く力 74  
 極座標表示 105  
 局所的抵抗係数 327  
 局所的な加速度 32  
 局所等方性の理論 292, 377, 378,  
 437  
 局所摩擦係数 271, 325  
 極浅水波 177, 178  
 曲率半径 174  
 魚類 126  
 キルヒホッフ 140  
 キルヒホッフ理論 254  
  
 偶然化 349  
 空洞 108  
 クエット 207  
 クエット-ポアズイユ流 214  
 クエット流 40, 41, 200, 214,  
 306, 357  
 楔形を過ぎる流れ 285  
 楔状の角を回る 140  
 クッター-ジュニコフスキーの定理  
 50, 51, 124, 129, 158, 167, 197  
 クッター-ジュニコフスキー理論  
 126  
 クッタの条件 50, 130, 159  
 クノイド波 191  
 cloud-in-cell 法 84  
 クリーピング流 230, 238, 272  
 グリーンの定理 181  
 クレバス構造 401  
 群速度 181~183  
  
 $k$ - $\varepsilon$  モデル 305  
 K-H 型不安定 15, 24  
 K-H 波 357  
 ゲージ圧 108  
 欠損則 321  
 KdV 方程式 191, 192  
 煙の蛇行運動 431  
 煙の輪 154  
 煙風洞 5  
 ゲルストナーのトロコイド波  
 190  
 ゲルトラー渦 357, 359  
 ケルビン 212  
 —の循環定理 152, 153  
 —の循環不変定理 151, 159  
 —の定理 155  
 ケルビン-ヘルムホルツの安定問  
 題 356  
 ケルビン-ヘルムホルツの界面不  
 安定 15  
 限界値 330  
 限界レイノルズ数 211, 216,  
 295, 348  
 検査面 75  
 検査領域 168  
 減速 32  
 現代流体力学 246  
 検知プローブ 394  
  
 コアンダ効果 12  
 高圧域 402  
 高周波カットオフ・フィルター  
 424  
 洪水流の拡散 24  
 構造関数 379  
 構造物の振動 168  
 高速・低速渦 398

交代水深 78  
 剛体的回転 47  
 高調波 355  
 勾配型表示 417  
 —の限界 417  
 交番揚力 168  
 後流 76, 238, 330, 388, 400  
 —の形成 336  
 —の乱流への遷移 353  
 —の流速分布 337  
 後流関数 321  
 後流則 321  
 —による抵抗公式 315  
 後流則成分 321  
 後流パラメーター 315, 322  
 抗力 75, 338  
 抗力係数 339  
 誤差関数 223  
 コーシー 87, 96, 197, 210  
 コーシー-リーマンの関係式  
 100, 102, 137  
 コーシー-リーマンの定理 97  
 固定源型拡散 420  
 古典流体力学 246, 247  
 固有値 347  
 コリオリ力 169  
 孤立型の渦 6  
 孤立波 192  
 —による抵抗則 329  
 コールスの(後流)則 315, 321,  
 325  
 コールスの流速分布則 319  
 コールトウェーグ 191  
 ゴールドシュタイン 246, 247  
 ゴルフボール 1  
 コールブルック-ホワイトの半径  
 験式 314  
 コルモゴロフ 292, 437  
 —の局所等方性の理論 375  
 ~377, 428  
 —の最小渦径 378  
 —の相似則 379  
 —の $-5/3$ 乗則 377, 379  
 コルモゴロフ・スケール 428,  
 429  
 コルモゴロフ波数 378  
 コロ 157, 158  
 混合距離 282, 296, 299, 303,  
 320, 370  
 —の仮説(仮定) 299, 331  
 混合距離理論 248, 300, 303, 321

—による流速分布 302  
 混合層流れ 404  
 混合層乱流の大規模構造 392  
 混合層乱流のリブ構造 406  
 コンピューター 4  
 コンピューター・シミュレ-  
 ヨン 4, 24

## サ行

サイクロイド曲線 191  
 最終速度 290  
 最小渦径 373, 374  
 最大エントロピー法 370  
 砕波 9  
 細胞構造 359  
 sublayer 319  
 砂澱 16  
 散逸 244  
 三角波 190  
 三次元化 349  
 三次元スペクトル 368, 369  
 三次元不安定 351  
 三次元乱流 380  
 三重相関 372, 375  
 サンプナン 198, 211

シアー 45  
 shear の訳語 45  
 ジェット機 1, 5  
 ジェット気流の大蛇行 18  
 ジェットの規模構造 23  
 時間的加速度 32, 33  
 時間的不変性 154  
 時間のずれ 366  
 時空相関 394  
 軸対称噴流 389, 408  
 次元解析 427  
 次元解析的 378  
 次元的考察による対数分布則  
 305  
 自己回帰モデル 370  
 自己相関 366, 369  
 仕事率 241  
 自己保存 321  
 死水領域 140, 148, 337  
 —の理論 140, 254  
 実在流体 199  
 実質加速度 30, 32  
 実質微分 30, 34, 53, 173  
 —の式 33  
 質点系 29, 33

—との対比 28  
 —と流体系の対応 58  
 質量 29  
 質量保存則 37  
 質量輸送(速度) 180  
 質量力 207  
 自動車の車体まわりの流れ 24  
 市販のパイプ 314  
 写像関数 127  
 写像の倍率 104  
 写像平面 103  
 自由渦 111  
 周期 176  
 重心 165  
 自由剪断乱流 388  
 自由剪断流 289, 331  
 周波数 363  
 周波数ロッキング 169  
 自由表面 172, 173  
 十分条件 91  
 自由噴流境界 289, 330  
 十文字型浮子 45, 48  
 自由乱流 389  
 自由流線 140, 141  
 —の形 143  
 —の理論 67  
 —をもつ流れ 140  
 重力 177  
 —の拡散 430  
 主応力 207  
 縮脈係数 67, 143, 146  
 ジューコフスキーの仮定 129,  
 159  
 ジューコフスキー変換 127  
 主軸 201, 205, 206  
 シュバルツ-クリストッフェルの  
 定理 130, 132, 134, 138,  
 142, 146, 147  
 シュバルツ-クリストッフェル変  
 換 132, 133, 135, 137, 141  
 シュリヒティング 260  
 順圧力勾配 215  
 循環 48, 49, 114, 150  
 —の定義 48  
 —の発生 158  
 —の不変性 152  
 —の方向 110  
 —を伴う円柱まわりの流れ  
 116  
 —をもつ平板に斜めにあたる  
 流れ 128

- 瞬間像 396  
 瞬間的に運動を始めた平板上の流れ 219  
 瞬間点源 416  
 瞬間濃度 432  
 ——と平均濃度の比 433  
 循環不変定理 151, 159  
 順勾配 287  
 準線型化法 268  
 条件付抽出 394, 396  
 条件付抽出アンサンブル(集合)平均法 394, 396  
 消散 244, 376  
 消散関数 242  
 蒸散作用 109  
 状態方程式 35  
 常微分方程式化 262  
 擾乱の三次元化 349  
 植生層界面 26  
 助走区間 301  
 真空 108, 109  
 synchronization 169  
 人工的粗度 312, 314  
 進行波 185, 187  
 伸縮 40, 43, 202, 242, 246  
 深水波 176, 179  
 振動円柱による二次流 11  
 振動数 175  
 振動層厚さ 226  
 振動平板上の流れ 10  
 振動平板による流れ 224  
 振動流 10, 54, 98, 225, 247  
 ——による二次流 11  
 浸透量 136, 139  
 真の流速 137  
 吸込み 112, 115, 135, 145  
 水素気泡法 20, 395  
 水頭 58  
 水平噴流 282  
 水膜の分裂 17  
 水理学的に滑らか 313  
 スウィープ 396, 398, 399  
 数値解 268  
 数値シミュレーション 397  
 スカラー 201  
 スカラー関数 92  
 スカラー・ポテンシャル 161  
 スコット・ラッセル 192  
 ストークス 27, 87, 198, 211, 212, 223  
 ——の関係 203, 243  
 ——の抵抗法則 234  
 ——の定理 49, 52, 150  
 ——のパラドックス 235, 236, 239  
 ——の流関数 83  
 ストークス解 232, 236  
 ストークス近似 230, 236, 240, 255, 290  
 ——の限界 234  
 ストークス層(Stokes layer) 225, 226, 241, 246  
 ストークス・ドリフト 179, 180  
 ストークス波 189, 192  
 ——の水粒子軌道 190  
 ストークス法則 236  
 ストークス方程式 255  
 ストリーク構造 21  
 ストローハル数 167  
 砂風紋 15  
 スパイクの発生 352  
 スパイク波 353  
 superlayer 319  
 スペクトル 366, 368~370, 376, 379  
 滑りなし 157  
 ——の条件 240  
 隅 106, 108  
 ずり 44  
 ずり運動 214  
 スリットからの不連続流 141  
 ずり変形 242  
 ずれ 44  
 ずれひずみ 44  
 静圧 68  
 静止した完全流体中を運動する円柱 118  
 静止状態 39  
 セイシュ、静振波 187, 188  
 ——の振動周期 188  
 静止流体の条件 38  
 静水圧 59, 64  
 静水圧分布 72  
 静水領域 140  
 成層密度流 38  
 成層流体 199  
 正則 103, 104, 114  
 正則関数 100  
 成分波 182  
 堰からの自由落下流 98  
 積分経路 49  
 積分路の方向 51  
 接線 80  
 接線応力 38  
 擾動近似(法) 189, 262  
 擾動表示 265  
 遷移 20, 301  
 遷移点レイノルズ数 318  
 遷移領域 313  
 全球計算 435  
 漸近解 265  
 線型化 189  
 線型化変数変換 93  
 線型近似解 229  
 線型二点境界値問題 262  
 線型偏微分方程式 214  
 浅水波 177  
 剪断 41, 246  
 剪断応力 38, 200~202  
 ——によってなされる仕事 241  
 剪断歪、変形 39~43, 202  
 全抵抗係数 327  
 全微分 91  
 総圧 68  
 相関関数 366, 370, 379  
 相関係数 365  
 ——の伝播方程式 374  
 相関係数テンソル 371, 372  
 双曲線群 106  
 相似解 285  
 相似形 220  
 相似分布 222  
 相似変換法 223  
 相似流速分布 277  
 相対拡散 426, 430  
 相対粗度 313, 329  
 相当粗度 312  
 相反点 122  
 増幅・減衰過程 350  
 層流 10, 217  
 ——と乱流の区別 211  
 層流境界層 220, 241, 253  
 ——の安定問題 343, 348  
 層流状態 216  
 速度 30  
 速度欠損則 299, 302, 305, 308, 310, 321, 323  
 速度水頭 58  
 速度平面 144

速度ベクトル 101  
 速度ポテンシャル 9, 48, 53, 62,  
 80, 86~88, 92~94, 99, 100,  
 110, 137, 172  
 ——が求まらない例 89  
 ——の存在条件 91  
 ——の定義 86  
 ——の符号 87  
 ——の満たすべき式 86  
 ——の求め方 88  
 組織運動 391  
 組織構造 26, 292, 391, 392, 398  
 ——の多重性 398  
 組織構造発見 392  
 粗度 322  
 ——の影響 328  
 粗度要素 314  
 粗面平板の抵抗則 328  
 ソリトン 9, 192  
 ——の衝突 193  
 ソリトン分裂 192

タ 行

第一粘性係数 203  
 第一種完全楕円積分 139  
 対角テンソル 201  
 大気圧 108, 109  
 大規模渦 391  
 大規模構造 391  
 大局的な渦 111  
 対数 400  
 対数型 318  
 対数則 317  
 ——による抵抗則 325  
 対数分布則 305, 308, 321  
 体積粘性率 203  
 体積ひずみ速度 44  
 体積膨張 203  
 第二粘性係数 203  
 台風 45  
 ——の目 6  
 タイム・ライン 80  
 ダイラタント流体 200  
 対流現象 360  
 対流細胞(セル) 14  
 楕円軌道 9, 179  
 楕円型 87, 258  
 ——の偏微分方程式 94, 258  
 多角形 131  
 ——の頂点 132  
 多角形間の写像 131

滝壺への恐怖 33  
 蛇行運動 430  
 多孔質内の流れ 6, 88, 209  
 竜巻き 7, 8, 45, 154  
 縦渦 401  
 縦渦構造 403  
 縦分散係数 435  
 谷 一郎 55  
 ダ・ビンチ 55  
 ダブルレット 112, 115, 119  
 ダム下の地下水流 136  
 ダム頂部の流れ 98  
 ダランベールの慣性力 207  
 ダランベールの背理 109, 123,  
 126, 149, 197, 210, 253, 254  
 Darcy-Weisbachの摩擦損失式  
 309  
 ダルシー則 136, 137  
 単純剪断流 40

地下水流 136, 137  
 地球環境 293  
 ——と乱流 293  
 縮まない流体 38  
 中間写像(面) 128, 131, 138, 141,  
 142  
 中間層 307  
 長波 177, 178  
 重複波 184, 185  
 ——の軌道 185  
 ——の腹 186, 188  
 ——の節 186  
 ——の水粒子の軌道 186  
 調和関数 100  
 直接粘性消散 385  
 直交(条件) 95, 101, 102  
 直交座標系 98  
 直交性 94, 100

低圧域 402  
 DAMTP 409  
 T-S波動 351  
 DNS 397  
 抵抗(係数) 123, 125, 148, 168,  
 217, 279, 290, 317  
 定在波 185  
 dissipationの訳 244  
 低周波カットオフ・フィルター  
 425  
 低速渦の間隔 398  
 ディフューザー 13, 110

テイラー 171, 198, 292, 409  
 ——の解 421  
 ——の(乱流)拡散理論 417,  
 420, 423  
 ——の拡散理論式の変形 420  
 ——の最小渦径 410  
 ——の凍結乱流の仮説 410  
 テイラー渦 16, 357, 359, 410  
 ——の発生限界 359  
 ——の発生のメカニズム 358  
 テイラー型拡散 410, 430  
 テイラー・カラム 171, 410  
 テイラー-ゲルトラー型不安定  
 359  
 テイラー数 410  
 Diracのデルタ関数 221, 368  
 テイラー展開 31, 37, 39, 178,  
 189  
 テイラー・フェイズ 410  
 寺田寅彦 360  
 デルタ関数 221, 368  
 点源 416  
 電磁誘導性 27  
 電磁流体 199  
 テンソル 414  
 伝播速度 183  
 伝播方程式 374, 376

動圧 68, 69  
 等角写像 98, 101~103, 115,  
 127, 131, 135, 140  
 統計的平均 297  
 同心円の流れ 85  
 同軸回転円筒 357  
 同心円の流れ 85  
 透水係数 137  
 透水層内の流れ 136  
 動粘性係数 54, 205  
 two particle analysis 426, 431  
 等方均一 371  
 等方均一性乱流 20, 292, 381  
 等方性 371, 378  
 等方性乱流 20, 370  
 等ポテンシャル線 94  
 ——と流線の直交 102  
 ——と流線の直交条件 101  
 ——と流線の直交性 100  
 等ポテンシャル面 95  
 特異点 104  
 独立性の仮説 378  
 時計まわり 179  
 ——の循環 116

ド・フリス 191  
 トラベル・タイム 423, 424  
 トリチェリー 109  
 —の定理 66, 67  
 トルク 54  
 トルミエン 260  
 トルミエン・シュリヒティング波 348  
 トレーサー粒子 80  
 トロコイド曲線 191  
 トロコイド波 190  
 ドロップ 124

## ナ行

内積 83  
 内層域 402  
 内部エネルギー 242  
 内部流 98  
 流れ  
 —の安定 244  
 —の安定問題 14  
 —の可視化法 80  
 —の記述法 28  
 —の不安定理論 244  
 —の分類 199  
 —のメカニズム 237  
 流れ関数 82  
 夏の煙 24, 25  
 ナップ 98  
 1/7乗則による抵抗則 323  
 ナビエ 198, 210  
 ナビエ・ストークスの(運動)方程式 53, 198, 200, 202~204, 207, 229, 240, 255, 375  
 —の厳密解 213  
 ナビエ・ストークス方程式表示 205  
 ナブラ 37  
 波 8, 172, 247, 363  
 —の位置のエネルギー 180  
 —の運動エネルギー 181  
 —の運動方程式 172  
 —のエネルギー 181  
 —の楕円軌道 8  
 —の発生 3  
 —の非線型干渉 193  
 —の分類 176  
 —はなぜポテンシャル運動なのか 225  
 滑らかな管路 301  
 鳴門の渦潮 16, 45

二次渦 406  
 二次元クエット流れの主軸 205  
 二次元後流 336, 341  
 —の流速分布 339  
 二次元の非圧縮性流体の流れ場 82  
 二次元場の渦度と流関数 84  
 二次元噴流 332, 341  
 —と後流の特性の比較 341  
 —の流速分布 336  
 二次元ポアズイユ流 47, 289  
 二次元ポテンシャル流れ 98  
 二次元乱流 380  
 —のエネルギー・スペクトル 380  
 二次相関係数 373  
 二次不安定 350, 404  
 二重相関 372  
 二重和記号 165  
 二重湧出し 112, 113, 118, 119  
 二点境界値問題 264  
 鈍い形の物体 336  
 二本の渦糸の運動 162  
 ニュートン 55  
 —の第二法則 33  
 ニュートン流体 200  
 熱気球 125  
 熱線流速計 319  
 熱対流 359  
 熱的効果 381  
 熱的作用による乱れ 381  
 熱伝導 54, 259  
 —との相似 221  
 熱伝導型偏微分方程式 223  
 —の解法 223  
 熱伝導型方程式 240  
 熱伝導係数 220, 221  
 熱伝導性 27  
 粘性 27, 157  
 —によるエネルギー消散, 損失 242, 287  
 —の影響範囲 220  
 —の効果 158, 222  
 —の作用 240  
 —の仕事率 241  
 —のなす仕事 241  
 粘性応力 245  
 粘性拡散 54  
 粘性係数 54, 200, 202, 222, 242, 289

粘性項 229  
 粘性作用 149  
 粘性小領域 379  
 粘性底層 306, 307, 312, 314, 319, 321, 385, 386  
 —の更新説 393  
 粘性摩擦力 271  
 粘性率(度) 200, 202, 242  
 粘性流体 199  
 —とポテンシャル流 245  
 —の基礎方程式 200  
 —の力学 197  
 粘性力 208, 245  
 粘度 200  
 no-slipの(境界)条件 231, 247  
 node 185  
 濃度 425  
 伸び(速度) 40~42  
 伸び縮み 39

## ハ行

排除厚さ 270, 277, 323  
 $\pi$ 定理 427  
 白色光 367  
 剥離 12, 74, 108~110, 124, 130, 274, 286, 336  
 剥離流(線) 140, 159, 331  
 ハーゲン 216, 228, 291  
 ハーゲン・ポアズイユ 317  
 ハーゲン・ポアズイユ流れ 10, 215, 216, 295, 342  
 ハーゲン・ポアズイユの公式 294  
 場所的加速度 32, 33  
 場所的相関係数 365  
 場所的不变性 154  
 波数 175, 177, 363  
 バスカル 109  
 パースティング 21, 391, 393, 399, 400, 403  
 波速 178  
 —と波長の関係 177  
 virtual solid cylinder 171  
 波長 176, 363  
 発散定理 52  
 発進渦 159  
 パップファー域 307  
 —の低速縮 398  
 波動運動 73  
 バナナ渦 400

- Harbor Paradox 361  
 ハミルトン関数 165  
 ハミルトンの標準方程式 165  
 腹 185, 186  
 パラドックス 3, 109  
 パルジ構造 401  
 バルトロビー流体 30, 38, 60  
 反射波 185  
 半値半幅 336, 340, 355  
 反時計まわり 41, 43, 45, 49, 51, 110  
 搬入 376  
 ハンプ上の開水路流 77  
 伴流 238, 330  
  
 非圧縮性流体 38  
 非圧縮性流体ナビエ-ストークスの方程式 205  
 ビエゾ水頭 88  
 ビエエネルギー 78  
 ビエ-サパールの法則 161  
 非回転流れ 45, 91  
 非可逆的消散 242  
 低いレイノルズ数域の流れ 229  
 ビーク・ヴァレー構造 351  
 飛行船 125  
 微小振幅波 173, 189  
   —のエネルギー 180  
   —の群速度 173, 180  
   —の速度ポテンシャル 174  
 歪みの効果 202  
 非線型慣性項 32, 375, 377  
 非線型常微分式 262  
 非線型性 93  
 非線型増幅 349  
 非線型二点境界値問題 268  
 非線型偏微分方程式 261  
 非線型問題 229  
 必要十分条件 92  
 必要条件 91  
 非定常性 123  
 非定常流れにおけるエネルギー保存則 62  
 非定常流中の円柱に働く力 124  
 非等方性 377  
 非等方性乱流 381  
 ビトー管 67, 68  
 非ニュートン流体 200  
 微分方程式論 91  
 非保存力 39  
 表面張力 173  
   —の影響 175  
 表面張力係数 174  
 表面張力波 177  
 表面抵抗 237  
 尾流 238  
 比力 72  
 ビル風 24  
 ヒール・ショー流れ 5, 6, 209, 289  
 ヒール・ショーモデル 289  
 ビロー 15, 16, 357  
 疲労破壊 168  
 広がり幅 421  
 ビンガム流体 200  
 ビンボン球 1  
  
 負圧 107~109  
 不安定化 398  
 不安定な平衡状態 164  
 不安定領域 349  
 VITA 法 396  
 フィックの拡散方程式 413, 415  
 風洞 249, 250  
 風紋 16  
 フォクナー・スカン 286  
 付加質量 125  
 複素関数 99, 103, 104  
   —で表される基本的な流れ 104  
   —の微分 100  
 複素(数)平面 98, 99, 102  
 複素速度ポテンシャル 98, 99, 114, 163  
 節 185  
 ブシネスク 191, 192  
   —の渦動粘性係数 298  
 双子渦 12, 238  
 二つのベルヌーイの定理の比較 63  
 物質拡散 54  
 物体に働く抗力, 抵抗 75, 168, 338  
 負の生産 407  
 不変埋め込み法 268  
 普遍定数 304, 311  
   —の意味 306  
 普遍的関数 378  
 普遍的平衡領域 378  
 浮遊源型の拡散 426  
 冬の煙 24, 25  
 ブラウドマン-テイラーの定理 169, 410  
 ブラジウス 224, 254, 260  
   —の公式 316  
   —の抵抗公式 316  
   —の方法 278  
 ブラジウス解 261, 281, 286  
 ブラジウス型 318  
 フラックス 413  
 フラップ 2, 251  
 ブラントル 27, 198, 224, 254, 255, 259, 283  
   —の仮定 320  
   —の壁法則 302  
   —の境界層概念 274  
   —の境界層とレイリー問題 272  
   —の境界層方程式 258  
   —の混合距離 299, 303  
   —の第二の仮説 331  
 フーリエ 97, 197  
 フーリエ級数 364  
 フーリエ積分 366  
 フーリエ変換 369, 423  
 frequency locking 169  
 フールド 274  
 ブルーム 278, 282, 330  
 プレートテクトニクス 14, 361, 362  
 不連続面(不安定) 156, 158, 167, 337  
 不連続流の理論 140  
 フロー・ネット 102, 109  
 フロー・フォース 72  
 分散 433, 434  
 分散関係式 175  
 分子粘性 303  
 噴出流量 66  
 分調波 355  
 分離定数 174  
 噴流 66, 73, 74, 98, 146, 147, 278, 330, 388  
   —の縮脈係数 144  
   —の幅 144  
 分離流線 254  
  
 ヘアピン渦 351, 400, 402  
 平均渦径 373, 374  
 平均濃度 432  
 平衡 321  
 平衡状態 164  
 平行平板間 214

—の流れ 47, 48  
 平行流 213  
 平衡領域 376  
 並進 39~40, 43, 202  
 平板上の流れ 219  
 平板上の乱流境界層 21  
 平板  
 —に衝突する噴流 73, 146  
 —に沿う境界層の近似解 278  
 —に沿う乱流境界層 318, 321, 322  
 —に斜めにあたる流れ 126  
 —に働く抵抗 148  
 —の抵抗則 224, 327  
 平板境界層の乱流への遷移 350  
 平板まわりの流れ 126, 127  
 ベキ乗型 318  
 ベキ乗公式 316  
 ベキ乗則 317  
 ベキ乗則流れ 285  
 ベキ乗流速分布 323  
 ベキ乗流速分布式 316  
 壁面近傍の解 264  
 壁面効果のメモリー 224  
 壁面剪断応力 277, 383  
 壁面に働く粘性摩擦係数 271  
 壁面の粗滑 312  
 壁面のない境界層 330  
 壁面摩擦応力 278, 326  
 壁面乱流 381, 386  
 壁面領域 398  
 ベクトル 201, 245  
 ベクトル解析 150  
 ベクトル積 43, 60  
 —の幾何学的約束 43  
 ベクトル表示 60  
 ベクトル・ポテンシャル 161  
 ベナ・コントラクタ 66  
 ベナール・セル 283, 362  
 ベナール対流 14  
 ベルヌーイ 27, 56, 57, 78  
 —の定理 50, 57, 58, 64, 69, 73, 79, 94, 107, 124, 140, 148, 243, 287  
 —の応用 66  
 —の導入 59  
 ベルヌーイ面 61  
 ベルヌーイ和 61, 78, 110, 243  
 —と粘性 243  
 ヘルムホルツ 140, 144, 155

—の渦定理 150, 152, 254  
 変位 38, 39, 41, 202  
 偏角 132  
 変曲点 286, 346  
 変曲点型 398  
 変曲点不安定型 404  
 変曲点不安定定理 345  
 変形 38, 39, 41, 202  
 —と応力 38  
 —に対する抵抗 38  
 変形速度と剪断応力の関係 200  
 変形流 230  
 変数分離法 174, 184, 223, 225  
 変数変換 93  
 ベンチュリー管 68, 69  
 ポアズイユ 216, 228  
 —の法則 216  
 ポアズイユ流れ 342  
 —の抵抗係数 217  
 ポアソン 198, 211  
 ボイル 402  
 法線 181  
 法線応力 201, 202  
 放物型 258  
 放物型偏微分方程式 54, 223, 259  
 von Mises 変換 259  
 ホースシュー渦 400  
 保存力 39, 61  
 ポテンシャル 60, 62, 86, 87  
 ポテンシャル流 98, 230, 245  
 —におけるエネルギー消散 246  
 ポテンシャル流シミュレーション 289  
 ポテンシャル理論 247  
 ホドグラフ面 144, 145  
 ボルダの流出口 67, 144  
 ボルツマン変換 223  
 ボルテックス・ジェネレーター 2  
 ボルテックス・シート 156  
 ボルテックス・リング 154  
 マ行  
 巻き波砕波 9  
 マグナス効果 51, 124  
 摩擦応力 220  
 摩擦速度 302  
 摩擦損失係数 217, 218

摩擦損失式 309  
 摩擦抵抗 237, 271, 312  
 MASCON 法 397  
 マックスウェル 212  
 material surface 153  
 みかけの流速 137  
 右ねじ 43  
 水の波 54, 93, 98  
 水粒子の軌道 178, 187, 190  
 水粒子の速度 178  
 乱れ  
 —のエネルギー 375, 376, 384, 388  
 —の生産率 386  
 —のエネルギー過程 386  
 —のエネルギー勾配による拡散 386  
 —のエネルギー収支 390  
 —のエネルギー生産 400  
 —のエネルギー方程式 300, 385  
 —のエネルギー輸送過程 376  
 —の間欠性 319, 389  
 —の機械的エネルギー 373  
 —の組織構造 22  
 —の二重性 394  
 乱れ成分 426  
 密度流 199  
 ミルノット・ムソンの円定理 120  
 ~122, 144  
 迎え角 130  
 無次元化 222  
 模擬実験 289  
 ヤ行  
 ヤコビの楕円関数 191  
 有限振幅波 189  
 融合合体 404  
 誘導速度場 164  
 輸送 376  
 輸送フラックス 416~418  
 揚力 51, 124, 125, 130, 158  
 —と渦 158  
 —と循環 50  
 揚力係数 130

## 翼形 110

翼形まわりの流れ 5

浴槽のうず巻き 45

横渦 401

ヨット 2

よどみ点 116, 117, 128, 129, 336

四重相関係数 375

四象限分類法 395

## ラ行

ライト兄弟 249~252, 254, 260

ラグランジュ 82, 87, 97, 155,

197

—の渦定理 150, 152

—の渦の不生不滅の定理

157

ラグランジュ・スペクトル 425

ラグランジュ相関 417, 422, 423

ラグランジュ速度 178

ラグランジュ速度スペクトル

423

ラグランジュの移動 180

ラグランジュの方法 28

ラグランジュの流速成分 418

ラグランジュ微分 31

ラジエーション・ストレス 73,

193

落下水膜 18

—の横縞模様 18

ラブラシアン 87

ラプラス 97, 197

—の式 92

—の方程式 9, 84, 86, 87,

93, 98, 100, 115

ラプラス変換 223

ラム 155, 246

A形渦 351, 400

ランキン 82, 274

—の渦モデル 46, 89, 90,

111

—の卵形 115

ラングレー 249, 250, 252

乱流 20, 217, 248, 291, 295, 301

—におけるエネルギーの移

行 375

—のエネルギー過程 375,

377

—の功罪 292

—の実態 391

—の制御 409

—の組織構造 22, 292, 391,

392

—の定義 363

—の統計理論 363

—の発見 291

—の発生 294, 342

—への遷移 318, 348, 350

乱流域 307

乱流拡散 291, 413, 417, 423

—の方程式 415

—のスペクトルによる表現

423

乱流拡散係数 416

乱流境界層 21, 319, 386

—の流速分布 319

壁に沿う— 386

乱流境界層内の乱れのエネルギー

— 388

乱流計 319

乱流格子 20

乱流構造 398, 404

乱流混合モデル 296

乱流状態 217

乱流統計理論 283, 292

乱流モデル 305

乱流レイノルズ数 332

力学的 205

力学的(境界)条件 93, 172, 189

力学的相似 283

—の仮説 299, 300, 308

力学的存在条件 92

力学モデル 409

力積 70

理想流体 27

リチャードソン 436

—の4/3乗則 427, 428

リップ構造 404, 406, 407

リップレット 322, 329

リモート・センシングデータ 4

流管 61

流関数 80, 82, 85, 95, 99, 100,

110, 114, 161, 262, 263, 285,

333

—と流量 83

—の満たすべき微分方程式

84

流関数一渦度法 84

粒子群のスケール 427

粒状体 27

流跡線 80, 81

流線 60, 80, 81, 94

—に沿う速度変化の成分  
36

—の定義 80

—のパターン 237

—の微小要素 81

—の微分方程式 81, 82

流線関数 82

流線形 126

流線形翼 1, 98

流線座標系 62

—による運動方程式 35

流線上で成立するベルヌーイの

定理 60

流速分布 311

—の領域区分 306

流体 38, 199

—の運動方程式 35

—の属性 199

流体塊の加速度 31, 32

流体力学的安定問題, 不安定

357, 359

流体粒子の加速度 33

流体粒子の速度成分 29

流脈線 80, 81

流量 144

臨界値 318

loop 185

レイノルズ 198, 207, 211, 228,  
291, 294

—の相似則 207, 209

レイノルズ応力 72, 211, 294,

296~298, 303, 320, 383

—に関する仮説 298

レイノルズ数 6, 207, 208, 216,

229, 234, 294, 342

レイノルズ方程式 297, 298,

305, 319, 381

レイリー 192, 212, 219, 221,

224, 244

—の変曲点不安定定理 345

レイリー-ベナール型対流 362

レイリー方程式 346

レイリー問題 54, 223, 241, 256,

272~274

レーザー流速計 319

連行 404

連続源型の拡散 420

連続体 27

連続点源 416

連続の条件 32  
連続の方程式 36, 37, 82

ロスビー波 18  
ローター船 50

ロッキング現象 168  
rotation 44, 53  
ロバートの解 416  
ロール 407

## ワ行

湧出し 52, 112, 115, 134, 145  
——のある水路の流れ 135  
one particle analysis 420, 431

## 著者略歴

ひの みき けん  
日野 幹雄

1932年 秋田県に生まれる  
1955年 東京大学工学部卒業  
1960年 (財)電力中央研究所入所  
1967年 東京工業大学助教授  
1973年 東京工業大学教授  
現在 中央大学教授を経て  
東京工業大学名誉教授  
工学博士

本書にて平成5年度土木学会出版  
文化賞受賞

## 流体力学

定価はカバーに表示

1992年 12月 10日 初版第 1 刷  
2023年 4月 10日 第 32 刷

著者 日野 幹雄

発行者 朝倉 誠造

発行所 株式会社 朝倉書店

東京都新宿区新小川町6-29

郵便番号 162-8707

電話 03(3260)0141

FAX 03(3260)0180

<https://www.asakura.co.jp>

<検印省略>

© 1992 <無断複写・転載を禁ず>

Printed in Korea

ISBN 978-4-254-20066-9 C 3050

**JCOPY** <出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話 03-5244-5088、FAX 03-5244-5089、e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。

前東工大 日野幹雄著  
理工学基礎講座16

## 流 体 力 学

13517-6 C3342 A 5判 288頁 本体4800円

大学理工系初年級学生を対象に、流体力学の基本的事項について、難解な数学的手法をさげ、図や写真を豊富にとり入れて、物理的意味を十分会得できるよう平易に解説。〔内容〕完全流体の力学／粘性流体の力学／乱れと乱流拡散／相似律／他

前東大 谷田好通著

## 流 体 の 力 学

20079-9 C3050 A 5判 208頁 本体3800円

新界の第一人者による理工系学部学生2～3年生のための書き下ろしの教科書。〔内容〕流体の基礎・運動／運動量の法則／理想気体の流れ／粘性流体の流れ／乱流と乱流環境層／粘性流れ／圧縮性流体の流れ／流れの計測・可視化・数値解析

名工大 後藤俊幸著

## 乱 流 理 論 の 基 礎

13074-4 C3042 A 5判 244頁 本体4200円

京大 木田重雄・岡山大 柳瀬眞一郎著

乱流の技術的応用が進んでいる現在、その基礎となる統計理論に基づいて体系的に解説。〔内容〕乱流場の数学的記述／乱流の現象論／乱流の準正規理論／直接相互作用近似／ラグランジュのくりこみ近似／くりこみ群／乱流の間欠性／付録

## 乱 流 力 学

20095-9 C3050 A 5判 464頁 本体7800円

乱流力学の体系的定本。〔内容〕流体の動力学(流れの基礎方程式、等)／乱流の統計力学(一樣乱流、乱流輸送、等)／渦構造の力学(渦力学、一樣・非一樣乱流の渦構造、等)／乱流の計算法(乱流の計算と渦粘性、各種シミュレーション、等)

日本混相流学会編

## 混 相 流 ハ ン ド ブ ッ ク

20117-8 C3050 A 5判 512頁 本体20000円

固体・液体・気体が混在あるいは共存している混合体の流れを混相流という。本書は学会の総力をあげて解説する決定版。〔基礎編〕にて気液、固気、液液、固液の輸送現象の概念と数値計算法および計測法について基礎概念を述べ、〔応用編〕で各専門領域(電磁流体、エネルギー、環境、原子力、資源、材料、化学、石油、粉体、機械、油空圧、輸送機器、海洋、土木、衛生、雪氷、宇宙、農業、医学、医薬品)での混相流現象の実体を活写する。他分野の状況も把握できる総合HBである。

東大 笠木伸英・前東大 木村龍治・前大阪府大 西岡通男・前東工大 日野幹雄・愛知工大 保原 充編

## 流 体 実 験 ハ ン ド ブ ッ ク

20088-1 C3050 A 5判 740頁 本体28000円

コンピュータの発展とともに画像化、数値化、高速処理化も可能となり、流体力学の実験面での進歩は著しい。本書はそれらの成果をもとに最新の応用面まで総合的に解説。〔内容〕流体実験の歴史／流体力学の基礎／計測の不確かさ／データの最適化／流れの計測／流れの可視化、データ画像処理／衛星リモートセンシング／数値実験／物体まわりの流れ／機械・装置内の流れ／開水路流の計測／海岸での現地観測手法と観測機器／密度流・回転流・地球流体／混相流／その他の流れ／他

前東工大 日野幹雄総編集

## ス ペ ク ト ル 解 析 ハ ン ド ブ ッ ク

20108-6 C3050 B 5判 640頁 本体28000円

理工学のみならず、医学や経済学その他の分野においても幅広く応用されているスペクトル解析について、基礎から丁寧に解説するとともに、一線で活躍する各分野の執筆者が実際の応用事例を紹介したスペクトル解析の総合事典。〔内容〕基礎編(スペクトル解析の基礎、ウェーブレット解析、カオスとフラクタル)／応用編(流体力学、気象、海洋、海岸、地震・地震工学、土木・建築、機械工学、航空宇宙・船舶・自動車、化学・化学工学、光学、音声・画像処理、医学、ファイナンス)