



# 目 次

## 第1章 エネルギー基礎工学概論

1・1	エネルギーとは何か	1
1・2	エネルギーと力	2
1・3	価値としてのエネルギー——エクセルギーの導入	6
1・4	エネルギー変換の分類	9
	〔1〕 準静的変換	9
	〔2〕 直流的変換	9
	〔3〕 動的変換	9
	〔4〕 量子的変換	10
1・5	準静的 (C形) 変換	10
	〔1〕 結合と結合定数	10
	〔2〕 サイクルによる変換	11
	〔3〕 結合定数と伝達率	16
	〔4〕 伝達率	17
	〔5〕 結合定数の例	20
	〔6〕 2相共存系の場合	21
1・6	直流的 (R形) 変換	22
	〔1〕 熱電変換	23
	〔2〕 不可逆過程の線形理論の適用	23
	〔3〕 熱電変換の $L_{ij}$	26
	〔4〕 熱電冷却の到達温度	28
1・7	動的 (L形) 変換	29
1・8	量子的変換	31

[1] 化学電池	33
[2] 光電池	35
[3] 電池過程	35
[4] 光電効果	37

## 第2章 熱力学

2・1 熱力学的な系	39
[1] 熱平衡状態と状態量	39
[2] 系および過程の区分	40
2・2 内部エネルギーとエンタルピー (熱力学第一法則)	41
[1] 内部エネルギー	41
[2] 理想気体	42
[3] エンタルピー	44
[4] 一般の力学的・物質的相互作用	45
2・3 エントロピーとエクセルギー (熱力学第二法則)	46
[1] 熱力学第二法則	46
[2] 理想気体のエントロピー	47
[3] カルノーサイクル	48
[4] エントロピー生成	50
[5] 最小仕事とエクセルギー	51
[6] 不可逆過程とエクセルギー消滅	53
[7] 自由エネルギーと平衡の条件	53
[8] 熱力学関数の表現	56
2・4 絶対エントロピーと熱力学データ (熱力学第三法則)	58
[1] 熱力学第三法則	58
[2] 熱力学データ	59
2・5 熱機関のサイクル	61
[1] カルノーサイクル	62
[2] オットーサイクル	63

[3]	ディーゼルサイクル	64
[4]	サバテサイクル	65
[5]	ブレイトンサイクル	67
[6]	再生サイクル	68
[7]	ランキンサイクル	69
[8]	ポリトロップ過程を含むカルノーサイクル	71
2・6	開放系の熱力学	74
[1]	化学ポテンシャル	74
[2]	不均一平衡の条件	76
[3]	多成分系の化学ポテンシャル	78
[4]	化学平衡	80
[5]	電気化学平衡	82
[6]	エネルギー変換としての化学反応	86
2・7	不可逆過程の熱力学	87
[1]	定常不可逆過程におけるエントロピー生成と散逸関数	87
[2]	現象論方程式と相反定理	91
[3]	熱電変換	94

### 第3章 輸送現象論

3・1	輸送現象とは何か	97
[1]	熱力学的不平衡と輸送現象	97
[2]	三つの輸送現象	98
3・2	運動量の輸送——流体力学	104
[1]	流 体	104
[2]	粘 性	104
[3]	ニュートン流体と非ニュートン流体	105
[4]	層流と乱流	107
[5]	ベルヌーイの定理	108
[6]	連続の式	110

[7]	運動方程式	111
[8]	円管内の層流	113
[9]	速度境界層	115
[10]	乱流と過動粘性係数	115
[11]	円管内の乱流と管摩擦係数	116
[12]	円管以外の管内流	117
[13]	水平平板上の流れ	118
[14]	物体周りの流れ	119
3・3	熱エネルギーの輸送——伝熱学	120
[1]	温度と熱	120
[2]	伝熱の形態	120
[3]	熱伝導	122
[4]	熱伝達率	124
[5]	熱通過	125
[6]	拡大伝熱面	127
[7]	熱伝達における無次元数	129
[8]	対流伝熱	131
[9]	相変化を伴う伝熱	137
[10]	放射伝熱	142
3・4	物質の輸送——物質移動論	147
[1]	濃度と拡散	147
[2]	分子拡散の基礎微分方程式	148
[3]	2気体の相互拡散	148
[4]	液体中での分子拡散	151
[5]	対流物質伝達の基礎	151
	文献	154

## 第4章 電気エネルギーと電子エネルギー

4・1	電気・電子エネルギーの形態	157
-----	---------------	-----

4・2	電磁界の法則	158
	〔1〕 電磁界の基礎方程式	158
	〔2〕 電磁界のエネルギー	161
4・3	静電的エネルギー	163
	〔1〕 静電界のエネルギー	163
	〔2〕 物体に働く静電力	167
	〔3〕 静電的エネルギーの応用	171
4・4	電磁的エネルギー	172
	〔1〕 磁界のエネルギー	172
	〔2〕 インダクタンスと保有エネルギー	173
	〔3〕 電 磁 力	177
	〔4〕 電 磁 誘 導	182
	〔5〕 電磁的エネルギーの応用	184
4・5	電磁波のエネルギー	186
	〔1〕 平面電磁波	186
	〔2〕 複素ポインティングベクトル	188
	〔3〕 電磁波のエネルギーの応用	190
4・6	電流のエネルギー	191
	〔1〕 電子論的に見た電流	191
	〔2〕 電流回路のエネルギー	193
	〔3〕 回路系と力学系の類似性	194
	〔4〕 電流エネルギーの応用	196
4・7	真空中の電子, 固体結晶中の電子	198
	〔1〕 電 子	198
	〔2〕 プラズマ	199
	〔3〕 エネルギー量子	202
	〔4〕 水素の原子スペクトルとボーアの理論	203
	〔5〕 固体結晶中の電子	206
	〔6〕 金属中の電子	208

〔7〕 エネルギー帯モデル	211
〔8〕 金属, 半導体, 絶縁体	213
4・8 光との相互作用	218
〔1〕 金属における光の吸収 (古典論)	218
〔2〕 半導体における光の吸収	220
〔3〕 光 導 電	221
〔4〕 光電子放出	223
〔5〕 光起電力効果	224
4・9 熱との相互作用	226
〔1〕 熱 電 効 果	226
〔2〕 半導体における熱電効果	228
文 献	233

## 第5章 原子核エネルギー

5・1 基本的相互作用と原子核エネルギーの特徴	235
5・2 質量とエネルギーの等価性	238
5・3 結合エネルギーと反応エネルギー	239
〔1〕 原子核構成	239
〔2〕 原子核の質量	240
〔3〕 結合エネルギー	240
〔4〕 ベーテ・ワイゼッカーの質量の経験公式	241
5・4 核反応と化学反応	243
〔1〕 核反応と化学反応のエネルギー	243
〔2〕 核断面積, 平均自由行程および反応率	244
〔3〕 熱 核 反 応	245
〔4〕 中性子による核反応	245
5・5 核分裂反応と核融合反応	246
〔1〕 分裂性核燃料	246
〔2〕 核融合反応	248

5・6	連鎖反応と輸送現象	251
	〔1〕連鎖子	251
	〔2〕各種の粒子密度および粒子束密度	252
	〔3〕輸送現象	253
5・7	核分裂エネルギー利用の現状	260
5・8	熱核融合炉の基礎	262
	〔1〕パワーバランス	264
	〔2〕プラズマのパワーバランス	264
	〔3〕単純融合炉のパワーバランス	265
	〔4〕零出力条件	266
	〔5〕燃料サイクル	267
5・9	制御核融合研究	268
	〔1〕トカマク装置	268
	〔2〕ミラー装置	270
	〔3〕テータピンチ装置	271
	〔4〕慣性閉込め形装置	271
	〔5〕核融合研究の世界の現況	271
5・10	核分裂-核融合の共棲	272
	文献	274
	索引	275