

目次

第1章 緒論

1・1 エネルギーの形態	1
1・1・1 力学的エネルギー（機械エネルギー）	1
1・1・2 熱エネルギー	2
1・1・3 電気的エネルギー	2
1・1・4 光エネルギー	3
1・1・5 化学エネルギー	3
1・1・6 核エネルギー	4
1・2 エネルギー変換の可能性	4
1・3 エネルギー資源	5
1・3・1 化石燃料	5
1・3・2 バイオマスと廃棄物	6
1・3・3 核燃料	6
1・3・4 自然エネルギー	7
1・3・5 二次エネルギー源	7
1・3・6 一次エネルギー源の構成	8
1・3・7 わが国のエネルギーフロー	9
1・4 エネルギーの環境への影響	10
1・4・1 人間の活動による熱エネルギーの増加	10
1・4・2 熱エネルギーの増加による地域への影響	11
1・4・3 エネルギー資源物質の影響	11
1・4・4 エネルギー資源に付随する物質の影響	11
1・4・5 排出物、廃棄物の影響	12
1・4・6 温室効果ガスと地球温暖化問題	13

エネルギー基礎編

第2章 機械エネルギー

2・1 力学的エネルギー	15
2・1・1 仕事と位置エネルギー	15
2・1・2 運動エネルギー	16
2・1・3 抵抗力によるエネルギー	17
2・1・4 動力	17
2・2 力学的エネルギー保存の法則	17
2・2・1 質点の移動	17
2・2・2 振動問題の解析	18
2・2・3 エネルギーを用いた運動方程式の導出	19
2・3 連続体のエネルギー	20
2・3・1 棒のひずみエネルギー	20
2・3・2 棒の衝撃引っ張り	20
2・3・3 せん断およびねじり弾性エネルギー	21
2・3・4 曲げ弾性ひずみエネルギー	22
2・3・5 弾性体の一般的なひずみエネルギー	23
2・3・6 カスチリアノの定理と変位の計算法	24
2・3・7 連続体の運動エネルギー	24
2・3・8 エネルギー法による連続体の振動解法	25
2・4 塑性エネルギー	25
2・5 機械エネルギーを利用した装置	26
演習問題	27

第3章 熱エネルギー

3・1 熱エネルギーと温度	31
3・1・1 熱力学第0法則	31
3・1・2 熱力学的温度，絶対温度，分子論的温度	31
3・1・3 熱量	32
3・2 熱力学第1法則	32
3・2・1 内部エネルギー	32
3・2・2 密閉系における熱力学第1法則	33

3・2・3	開放系における熱力学第1法則	34
3・2・4	内部エネルギーとエンタルピー	35
3・3	熱力学第2法則	37
3・3・1	サイクル	37
3・3・2	可逆サイクルと不可逆サイクル；カルノーの定理	38
3・3・3	エントロピー	39
3・4	エクセルギー	40
3・4・1	最大仕事と自由エネルギー	40
3・4・2	エクセルギー	41
3・5	物質の性質	42
3・5・1	相律	42
3・5・2	状態面	43
3・5・3	状態変化	44
3・6	流れと熱エネルギー	46
	演習問題	50
第4章 電気エネルギー		
4・1	電気エネルギーの特徴	55
4・2	電磁場の基本的性質	56
4・2・1	電磁場の基本方程式	56
4・2・2	電磁場の積分形式	57
4・2・3	静電場の方程式	57
4・2・4	静磁場の方程式	58
4・2・5	電磁誘導	59
4・2・6	変位電流と電荷保存の法則	61
4・2・7	電磁波	61
4・2・8	電磁場のエネルギー	62
4・3	電場のエネルギー	63
4・3・1	静電エネルギー	63
4・3・2	コンデンサと静電容量	64
4・4	磁場のエネルギー	65
4・4・1	静磁エネルギー	65
4・4・2	コイルとインダクタンス	65
4・4・3	コイル系の保有するエネルギー	66
4・5	電磁気力	67
4・5・1	物質に働く力	67
4・5・2	ローレンツ力	67
4・5・3	仮想変位の方法（エネルギーの保存則）	68
4・5・4	マックスウェルの応力	70
	演習問題	71
第5章 光エネルギー		
5・1	原子による光の放射	77
5・1・1	水素のスペクトル	77
5・1・2	物質波	78
5・1・3	ボーアの水素モデル	79
5・2	黒体輻射	81
5・2・1	レイリー・ジーンズの式	82
5・2・2	ウィーンの式	83
5・2・3	プランクの式	84
5・3	光電効果	86
	演習問題	87
第6章 化学エネルギー		
6・1	はじめに	91
6・2	原子の結合エネルギー	91
6・3	化学反応と反応熱	92
6・4	化学反応による最大仕事	94
6・5	化学ポテンシャルと化学平衡	96
6・6	化学反応速度	100

演習問題	101
第7章 核エネルギー	
7・1 核エネルギーの発生	105
7・2 核反応	106
7・2・1 放射性崩壊	106
7・2・2 原子核が他の粒子との衝突によって核エネルギーを生み出す典型的な核反応	108
7・3 原子炉のしくみと本質的な安全性	110
7・3・1 核分裂連鎖反応の成立条件	110
7・3・2 炉心の大きさ	110
7・3・3 臨界	110
7・3・4 制御棒	111
7・3・5 崩壊熱	112
7・3・6 原子炉炉心の熱流動特性	112
7・3・7 沸騰水型軽水炉の本質的な安全性	113
7・3・8 軽水炉の工学的安全施設	114
演習問題	115
第8章 エネルギーの移動	
8・1 熱エネルギー：熱力学と伝熱学	117
8・2 熱伝導	118
8・2・1 マクロな視点から：拡散現象とフーリエの法則	118
8・2・2 気体の熱伝導	119
8・2・3 液体の熱伝導	120
8・2・4 固体の熱伝導	120
8・3 電気伝導と熱伝導	121
8・3・1 自由電子	121
8・3・2 電気伝導度	122
8・3・3 金属の熱伝導率	122
8・4 対流熱輸送	123
8・4・1 流れの中におかれた物体表面での熱伝達	123
8・4・2 境界層とプラントル数	123
8・4・3 レイノルズ数	124
8・4・4 熱伝達率とヌセルト数	124
8・4・5 沸騰伝熱と凝縮伝熱	125
8・5 ふく射熱輸送	125
8・5・1 黒体とステファン・ボルツマンの法則	125
8・5・2 入射する熱ふく射の吸収・反射・透過	127
演習問題	127
エネルギーシステム編	
第9章 機械エネルギーと電気エネルギーの変換	
9・1 電気エネルギーと機械エネルギー	129
9・2 電磁場を介したエネルギー変換の基礎原理	129
9・2・1 電気機械エネルギー変換の基本原理	129
9・2・2 静電機械と電磁機械	131
9・2・3 磁気回路	132
9・2・4 磁気回路の磁気エネルギー	134
9・2・5 電気機械結合系における力	135
9・2・6 磁気エネルギーと電磁力	137
9・2・7 回転トルクとエネルギー	139
9・3 電磁場を介したエネルギー変換	139
9・3・1 電磁機械の基本構成	139
9・3・2 回転機のインダクタンスと起磁力分布	140
9・3・3 固定子コイル	141
9・3・4 回転磁場と交番磁場	142
9・3・5 対称三相巻線による回転磁場	142
9・3・6 同期速度	143
9・3・7 交流機の誘導起電力	143

9・3・8 回転トルク	144
9・4 電気機器と基本特性	144
9・4・1 発電機の種類	144
9・4・2 同期機の特性	146
9・4・3 直流機の特性	147
9・4・4 誘導機の特性	149
9・4・5 車載動力用モータ	150
9・4・6 回転機の機械的大きさと出力係数	151
9・5 電力の変換・制御とパワーエレクトロニクス	152
9・5・1 電力の変換・制御	152
9・5・2 電力用半導体素子	153
9・5・3 電力変換装置	153
9・5・4 パワーエレクトロニクスの応用分野	154
第10章 化学エネルギーから熱エネルギーへの変換	
10・1 燃料の化学エネルギー	155
10・1・1 発熱量	155
10・1・2 当量比	157
10・1・3 熱効率	159
10・2 燃焼と火炎	159
10・2・1 予混合燃焼と拡散燃焼	159
10・2・2 燃焼速度	161
10・2・3 噴霧火炎	162
10・2・4 石炭燃焼	163
10・3 燃焼生成物と有害排出物	164
10・3・1 燃焼生成物	164
10・3・2 消炎と燃焼排出物	164
10・3・3 窒素酸化物	165
10・3・4 SO _x とダイオキシン類	166
10・4 燃焼装置と熱エネルギー利用	167
10・4・1 ボイラ	167
10・4・2 燃焼装置と保炎	167
10・4・3 燃焼負荷と燃焼効率	168
10・4・4 熱エネルギーの変換プロセス	169
演習問題	170
第11章 機械エネルギーと熱エネルギーの変換	
11・1 はじめに	177
11・2 熱機関	178
11・2・1 熱機関の分類	178
11・2・2 往復運動機関の基本動作	179
11・2・3 往復運動機関の理想サイクル	180
11・2・4 サイクル解析	183
11・2・5 ガスタービン	184
11・2・6 ターボジェットエンジン	187
11・2・7 ロケットエンジン	191
11・2・8 蒸気タービン	194
11・3 冷凍機及びヒートポンプ	195
11・3・1 冷凍サイクルの種類	195
11・3・2 蒸気圧縮式冷凍サイクル	195
11・3・3 吸収式冷凍サイクル	196
第12章 熱エネルギーと電気エネルギーの変換	
12・1 電気エネルギーと熱エネルギー	197
12・2 熱電子発電	197
12・2・1 仕事関数と起電力	197
12・2・2 空間電荷の影響	198
12・2・3 熱電子発電器の出力と効率	199
12・3 熱電変換	199
12・3・1 熱電効果	199

12・3・2	半導体の熱電能.....	202
12・3・3	熱電発電器の出力と効率.....	202
12・4	磁気冷凍.....	205
12・4・1	磁気熱量効果.....	205
12・4・2	磁気冷凍サイクル.....	205
12・5	電磁流体力学発電 (MHD発電).....	205
12・5・1	MHD発電の原理.....	205
12・5・2	MHD発電の種類.....	207
12・5・3	MHD発電の利用.....	207
12・6	電気加熱.....	207
12・6・1	加熱方式.....	207
12・6・2	電気加熱の特長.....	208
12・6・3	電気加熱の方式と原理.....	208
第13章 電気化学エネルギー変換		
13・1	電気化学エネルギー変換.....	211
13・1・1	電気化学エネルギー変換とその種類.....	211
13・1・2	ギブスの自由エネルギー変化とセルの開回路電圧.....	211
13・1・3	電池反応に伴う損失.....	213
13・2	一次電池と二次電池.....	214
13・2・1	一次電池.....	214
13・2・2	二次電池.....	215
13・3	燃料電池.....	217
13・3・1	燃料電池の構成と種類.....	217
13・3・2	燃料電池発電システム.....	221
第14章 光エネルギーと電気エネルギーの変換		
14・1	太陽電池.....	225
14・1・1	固体の電気特性.....	225
14・1・2	半導体の電気特性.....	226
14・1・3	キャリアーの密度とエネルギー.....	226
14・1・4	n型およびp型半導体の性質.....	230
14・1・5	pn接合面の電界.....	232
14・1・6	pn接合の基本特性.....	233
14・1・7	太陽電池の特性.....	234
14・1・8	太陽の輻射エネルギー.....	235
14・1・9	太陽電池の種類.....	235
14・1・10	宇宙開発で使用される太陽電池.....	236
14・1・11	住宅用太陽電池.....	236
14・2	レーザー.....	237
14・2・1	自然放出と誘導放出.....	237
14・2・2	反転分布.....	241
14・2・3	増幅.....	242
14・2・4	共振器.....	242
14・2・5	核融合実験に使用されるレーザー.....	243
14・2・6	角度を計測するレーザー.....	243
第15章 核エネルギーから電気エネルギーへの変換		
15・1	軽水炉型原子炉を利用したエネルギー変換システム.....	245
15・1・1	沸騰水型原子力炉.....	245
15・1・2	加圧水型原子力炉.....	247
15・2	他の原子炉を利用したエネルギー変換システム.....	247
15・2・1	高温ガス冷却炉.....	247
15・2・2	高速増殖炉.....	248
15・3	核融合炉を利用したエネルギー変換システム.....	249
15・3・1	ブランケットの方式.....	249
15・3・2	ブランケットの構造.....	250
15・3・3	トリチウム増殖.....	250
15・3・4	熱エネルギー回収.....	251

第16章 自然エネルギー，バイオマスエネルギー及び廃棄物エネルギーの利用	
16・1 自然エネルギーによる発電	253
16・1・1 水力発電	254
16・1・2 風力発電	255
16・1・3 波力発電	256
16・1・4 潮汐発電，潮流発電，および海流発電	258
16・1・5 地熱発電	258
16・1・6 太陽熱発電	259
16・1・7 海洋温度差発電	261
16・1・8 太陽光発電	262
16・2 バイオマスエネルギー，廃棄物エネルギーの利用	262
16・2・1 バイオマスエネルギーの利用	262
16・2・2 廃棄物エネルギーによる発電	263
第17章 エネルギーの輸送と貯蔵	
17・1 エネルギーの輸送	265
17・1・1 化石燃料の輸送	265
17・1・2 電気エネルギーの輸送	266
17・1・3 熱エネルギーの輸送	267
17・1・4 超伝導利用	267
17・1・5 水素輸送	267
17・1・6 マイクロ波送電	268
17・2 エネルギーの貯蔵	268
17・2・1 電気エネルギーの貯蔵	269
17・2・2 熱エネルギーの貯蔵	273
索引	275