目　次

まえがき

第1章　エネルギーの物理 1
1.1　エネルギーの諸形態，相互の変換 1
1.2　エネルギーの蓄積 5
1.3　エネルギー資源，需要 8
1.4　力学的エネルギー 11
1.5　電磁気エネルギー 13
1.6　光量子エネルギー 16
1.7　熱エネルギー 19
1.7.1　熱力学第一法則，熱エネルギーの定義
1.7.2　カルノー・サイクル，エントロピー
1.7.3　熱力学第二法則，熱効率の上限
1.8　化学エネルギー 29
1.8.1　熱化学関数
1.8.2　電池
1.8.3　燃料電池
1.9　核エネルギー 38
1.9.1　原子力エネルギー
1.9.2　核融合エネルギー

第2章　エネルギーと環境 43
2.1　炭酸ガスによる温室効果 43
2.2　炭酸ガス排出の抑制 46
2.3　炭酸ガスの分離隔離，固定 49
2.4　水素エネルギー (二次エネルギー) 51
2.4.1　水素エネルギー・システム
2.4.2　電気分解による H_2 製造
2.4.3　熱化学反応による H_2 製造
2.4.4　燃料改質による H_2 製造

第3章　熱機関 57
3.1　カルノー・サイクルとランキン・サイクル 57
3.2　ガスタービン 59
3.3　火力発電 61

3.3.1 気力発電の効率化
3.3.2 複合サイクル発電
3.3.3 火力発電のコスト要因
3.4 ヒートポンプによる冷暖房 66

第 4 章 燃料電池 69
4.1 リン酸型燃料電池 (PAFC) 70
4.2 溶融炭酸塩型電池 (MCFC) 71
4.3 固体酸化物型燃料電池 (SOFC) 72
4.4 SOFC とガスタービン・コンバインドサイクル 73

第 5 章 再生 (自然) エネルギー 75
5.1 再生 (自然) エネルギー利用の諸形態 75
5.2 水力発電 78
5.3 地熱発電 79
5.4 太陽光発電 80
5.4.1 P-N 接合半導体
5.4.2 太陽電池
5.4.3 太陽電池発電システム
5.5 太陽熱による給湯, 暖房 91
5.6 光合成 92
5.7 風力 96
5.8 波力，海洋温度差発電，潮汐発電 98
5.9 スマート・グリッド (次世代送電網) の導入 99

第 6 章 原子力エネルギー 101
6.1 原子力発電 101
6.1.1 核分裂反応
6.1.2 原子炉の構成要素
6.2 中性子の振る舞い 105
6.2.1 核反応断面積
6.2.2 減速材
6.2.3 原子炉内の諸反応
6.3 熱中性子原子炉 112
6.3.1 沸騰水型軽水炉 BWR
6.3.2 加圧型軽水炉 PWR
6.3.3 重水炉
6.3.4 高温ガス炉 HTGR など

6.4 新型 (第 3 世代) 軽水炉 117
6.4.1 AP1000(Advanced Passive 1000)
6.4.2 EPR(European Pressurized water Reactor)
6.5 高速増殖炉 119
6.5.1 高速増殖炉の特徴
6.5.2 高速増殖炉の構成
6.6 核燃料サイクル 125
6.6.1 核燃料資源
6.6.2 ウランの海水からの採取
6.6.3 ウラン濃縮
6.6.4 核燃料サイクルと放射性廃棄物処理
6.6.5 プルトニウムの軽水炉内利用 (プルサーマル)
6.7 原子力発電のエネルギー収支とコスト要因 134

第 7 章 核融合エネルギー 139
7.1 核融合炉心プラズマ 139
7.2 核融合エネルギー資源 145
7.3 トカマク 147
7.3.1 トカマク実験装置
7.3.2 不純物制御
7.3.3 高温プラズマ閉じ込め研究の進展
7.4 国際熱核融合実験炉 ITER 155
7.5 トカマク炉への技術的課題 159
7.5.1 第一壁
7.5.2 ダイバーター
7.5.3 ブランケット
7.5.4 超伝導コイル
7.5.5 三重水素の取扱い
7.5.6 核融合炉の建設費予測

参考文献 167
物理定数 171
索引 173