

## CONTENTS

はじめに 6

---

**第 1 部 エネルギーとは**

---

**第 1 章 エネルギーとは何か**

---

- 1.1 “木をくれ!” 2
- 1.2 エネルギーと物質 4
- 1.3 基本的物質の性質 7
  - 1.3.1 原子と原子核 7
  - 1.3.2 素粒子と 4 種類の相互作用 12
- 1.4 宇宙と物質の始まり 17
  - 1.4.1 自発的対称性の破れ 17
  - 1.4.2 初期宇宙の状態 19
- 1.5 星や銀河の誕生と進化 26
- 1.6 星による元素の合成 27
  - 1.6.1 水素燃焼からタマネギ状の構造へ 27
  - 1.6.2 重い元素の起源 29
- 1.7 宇宙船地球号のエネルギー環境 31
  - 1.7.1 太陽系と地球の形成 31
  - 1.7.2 地球の熱収支と温暖化 34
  - 1.7.3 放射線と人類 38

**第 2 章 地球温暖化とエネルギーセキュリティと  
エネルギー・資源**

---

- 2.1 地球温暖化 (3E: 環境, 経済, エネルギー問題) と資源問題 42
  - 2.1.1 気候変動・地球環境問題の特徴 42

2.1.2	世代間衡平性	44
2.1.3	地球からの警告—温暖化のシグナル—	45
2.1.4	人類の知恵は温暖化を克服できるか —政府間パネルや京都議定書—	45
2.1.5	満ち足りた過去から欠乏時代へ—エネルギーと資源—	50
2.1.6	気候変動問題と事前警戒原則	56
2.1.7	将来のエネルギーシステムの姿	57
2.2	地球温暖化防止のための長期エネルギービジョン	58
2.2.1	エネルギービジョン設定が重要	58
2.2.2	エネルギーモデルとシナリオ	60
2.2.3	シミュレーション結果に基づくエネルギービジョン	63
2.2.4	技術開発の課題	68
2.2.5	ビジョンの評価	69
2.2.6	地球温暖化問題解決のための技術の重要性	70
2.3	エネルギーセキュリティの重要性	71
2.3.1	国家としてエネルギーセキュリティは最重要課題	72
2.3.2	エネルギーセキュリティを脅かす要因	72
2.3.3	エネルギーセキュリティの定義	74
2.3.4	エネルギーセキュリティに関わる評価手法	75
2.3.5	安定供給のリスク	77
2.3.6	複数指標による評価	79
2.3.7	エネルギーセキュリティの考察	82

## 第2部 個別のエネルギー資源・技術

---

### 第3章 化石エネルギー

---

- 3.1 化石エネルギーとは 88
- 3.2 天然ガス,あるいはメタン 89
- 3.3 石油 93
- 3.4 石炭 98
- 3.5 炭素回収隔離 100

### 第4章 原子力エネルギー

---

- 4.1 核分裂の発見と世界最初の原子炉 105
- 4.2 原子力開発動向 106
  - 4.2.1 原子力開発の歴史 106
  - 4.2.2 原子力発電の動向 111
  - 4.2.3 日本の原子力動向 117
  - 4.2.4 今後の動向 119
  - 4.2.5 原子力技術開発の動向 120
- 4.3 原子力の資源と今後の展望 125
  - 4.3.1 ウラン資源 125
  - 4.3.2 核燃料サイクルと高速増殖炉 127

### 第5章 再生可能エネルギー

---

- 5.1 再生可能エネルギーの起源 135
- 5.2 各種の再生可能エネルギー 136
- 5.3 再生可能エネルギーの利用 136
- 5.4 世界の導入ポテンシャル 138
- 5.5 日本の再生可能エネルギーの導入状況 140
- 5.6 再生可能エネルギーの経済性 145

## 第3部 エネルギーシステムのあるべき姿

---

### 第6章 エネルギーシステムとエネルギー経済

---

- 6.1 エネルギー変換 151
- 6.2 ヒートポンプ 154
- 6.3 燃料電池 158
  - 6.3.1 燃料電池の仕組み 158
  - 6.3.2 燃料電池の発電効率 160
  - 6.3.3 燃料電池の分類 161
- 6.4 水素エネルギー 162
  - 6.4.1 水素の必要性 162
  - 6.4.2 水素の特性 163
  - 6.4.3 水素の利用 164
  - 6.4.4 水素の製造 165
  - 6.4.5 水素の貯蔵と輸送 167
- 6.5 炭素循環エネルギーシステム 168
  - 6.5.1 ACRES の構成 168
  - 6.5.2 循環炭素材料 170
  - 6.5.3 ACRES の応用 171
  - 6.5.4 ACRES の展開 173
- 6.6 水素から見たエネルギーシステムとエネルギー経済 174

### 第7章 システム安全学

---

- 7.1 システム論の概念 178
- 7.2 安全とリスクの概念 181
- 7.3 エネルギー環境問題のリスクベネフィット 186
- 7.4 今後の地球温暖化政策と途上国支援のあり方 194

## 第8章 エネルギーとそのシステムの将来展望

---

- 8.1 エネルギー科学の将来展望 213
- 8.2 省エネルギー技術の将来展望 214
- 8.3 再生可能エネルギー技術の将来展望 217
- 8.4 低炭素化（CO<sub>2</sub> 利用）技術の将来展望 219
- 8.5 原子力エネルギー技術の将来展望 222
- 8.6 エネルギーシステムの将来展望 223
- 8.7 国際的なエネルギー環境政策のあり方 227