

目 次

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1 序 論 | 1 |
| 1.1 エネルギーと社会 | 1 |
| 1.1.1 エネルギーと文明 | 1 |
| 1.1.2 エネルギー消費とエネルギー資源 | 3 |
| 1.1.3 エネルギーと環境 | 7 |
| 1.2 エネルギー変換工学の展望 | 10 |
| 1.2.1 エネルギーの概念と基本法則 | 10 |
| 1.2.2 エネルギーの変換 | 17 |
| 1.2.3 エネルギーの貯蔵と輸送 | 22 |
| 1.2.4 エネルギーシステム | 26 |
| 1.3 電気エネルギー変換工学の意義 | 27 |
| 1.3.1 エネルギーとしての電力の特質 | 27 |
| 1.3.2 電力システムと電気エネルギー変換機器 | 28 |
| 2 電磁エネルギー変換の原理 | 33 |
| 2.1 電磁エネルギー変換と電磁気学 | 33 |
| 2.2 電磁界の基本的性質 | 34 |
| 2.2.1 電磁界の基本方程式 | 34 |
| 2.2.2 電磁界のエネルギー | 36 |
| 2.2.3 磁界系の性質 | 38 |
| 2.2.4 運動系を含む電磁界の性質 | 46 |
| 2.3 電気-機械結合系の回路的性質 | 49 |
| 2.3.1 運動部分を含む磁界系の回路的性質 | 50 |
| 2.3.2 運動部分を含む電界系の回路的性質 | 57 |
| 2.4 電気-機械結合系の性質(力の発生) | 59 |
| 2.4.1 電気-機械結合系のエネルギー的考察(磁界系の場合) | 60 |
| 2.5 磁気エネルギーによる機械力 | 66 |
| 2.5.1 磁気エネルギーと機械的仕事 | 67 |

| | | |
|----------|------------------------|------------|
| 2・5・2 | 磁気エネルギーの変化と機械力 | 68 |
| 2・5・3 | 磁界形の電気-機械結合系に働く回転力 | 72 |
| 2・6 | 電界形の電気-機械結合系の機械力 | 77 |
| 3 | 電気-機械結合系の理論 | 81 |
| 3・1 | 簡単な電気-機械結合系の解析 | 81 |
| 3・1・1 | ブランジャ形電磁継電器の運動方程式 | 81 |
| 3・1・2 | 運動方程式の解法 | 83 |
| 3・1・3 | 電気-機械結合系の等価回路 | 87 |
| 3・1・4 | 伝達関数による動特性の表示 | 89 |
| 3・2 | 電気系と機械系の類推 | 91 |
| 3・2・1 | 電気系の回路方程式と機械系の運動方程式の対応 | 91 |
| 3・2・2 | 電気回路の双対性と“速度-電圧”対応 | 97 |
| 3・3 | 電気-機械結合系の力学的考察 | 100 |
| 3・3・1 | ラグランジュの運動方程式 | 100 |
| 3・3・2 | 電気-機械結合系の運動方程式 | 103 |
| 3・4 | 電気-機械変換器 | 110 |
| 3・4・1 | 電磁形変換器 | 110 |
| 3・4・2 | 静電形変換器 | 115 |
| 3・4・3 | 電気-機械信号変換器の一般的表現 | 117 |
| 3・5 | 回転電気機械 | 118 |
| 3・5・1 | 簡単な電気機械 | 119 |
| 3・5・2 | 一般的な電磁形回転電気機械 | 123 |
| 4 | 変圧器 | 131 |
| 4・1 | 変圧器の基礎 | 131 |
| 4・1・1 | 多巻線リアクトルの性質 | 132 |
| 4・1・2 | 鉄心の動特性 | 140 |
| 4・2 | 変圧器の等価回路 | 147 |
| 4・2・1 | 2巻線リアクトル系の等価回路 | 147 |
| 4・2・2 | 理想変圧器 | 149 |
| 4・2・3 | 変圧器の等価回路 | 152 |
| 4・2・4 | 簡易等価回路 | 156 |
| 4・2・5 | 等価回路定数の決定 | 157 |
| 4・3 | 変圧器の特性 | 159 |
| 4・3・1 | 変圧器の負荷特性と電圧変動率 | 159 |

| | | |
|----------|------------------------------|------------|
| 4.3.2 | 変圧器の効率 | 161 |
| 4.3.3 | 計器用変成器の特性 | 164 |
| 4.3.4 | 変圧器の周波数特性（通信用変圧器の特性） | 167 |
| 5 | 誘導機 | 171 |
| 5.1 | 誘導機の基礎 | 171 |
| 5.1.1 | 電磁誘導による誘導電流とその利用 | 171 |
| 5.1.2 | 誘導機の原理と構造 | 172 |
| 5.1.3 | 多相交流による回転磁界の発生 | 174 |
| 5.1.4 | 回転磁界による誘起起電力と誘導電流 | 176 |
| 5.1.5 | 誘導機の回路方程式と等価回路 | 179 |
| 5.2 | 誘導機の理論 | 182 |
| 5.2.1 | 二相誘導機の基本式 | 182 |
| 5.2.2 | 回転子巻線系の固定子巻線系への変換 (dq 変換) | 184 |
| 5.2.3 | 対称座標変換（非対称二相誘導機の理論） | 191 |
| 5.2.4 | 三相-二相変換 ($dq0$ 変換) | 195 |
| 5.2.5 | 1相への等価変換（相対的対称座標変換） | 199 |
| 5.3 | 誘導機の特性 | 200 |
| 5.3.1 | 誘導機の等価回路 | 201 |
| 5.3.2 | 多相誘導電動機の特性 | 204 |
| 5.3.3 | 円線図 | 207 |
| 5.3.4 | 誘導発電機と誘導制動機 | 211 |
| 5.4 | 誘導電動機の始動と速度制御 | 212 |
| 5.4.1 | 誘導電動機の始動 | 212 |
| 5.4.2 | 誘導電動機の速度制御 | 215 |
| 5.5 | 単相誘導電動機と二相サーボ電動機 | 217 |
| 5.5.1 | 単相誘導電動機の原理 | 217 |
| 5.5.2 | 単相誘導電動機の始動法 | 220 |
| 5.5.3 | 二相サーボ電動機 | 222 |
| 6 | 同期機 | 225 |
| 6.1 | 同期機の基礎 | 225 |
| 6.1.1 | 同期発電機の構造と原理 | 225 |
| 6.1.2 | 同期機の電機子反作用 | 230 |
| 6.1.3 | 同期リアクタンスと同期機の等価回路 | 233 |
| 6.1.4 | 凸極機の電機子反作用と2反作用法 | 235 |

| | | |
|-------|----------------------|-----|
| 6・1・5 | 同期電動機の原理 | 236 |
| 6・2 | 同期機の理論 | 241 |
| 6・2・1 | 二相同期機の回路方程式（非凸極機の場合） | 241 |
| 6・2・2 | 回転電機子形二相同期機の回路方程式 | 243 |
| 6・2・3 | 凸極機の回路方程式 | 248 |
| 6・2・4 | 同期機のトルク | 252 |
| 6・3 | 同期発電機の特性 | 254 |
| 6・3・1 | 無負荷飽和特性と短絡特性 | 254 |
| 6・3・2 | 同期発電機の負荷特性 | 256 |
| 6・3・3 | 電圧変動率 | 258 |
| 6・4 | 同期電動機の特性 | 260 |
| 6・4・1 | 同期電動機の出力とトルク | 260 |
| 6・4・2 | トルク曲線とV曲線 | 262 |
| 6・4・3 | 同期電動機の始動と同期引入 | 266 |
| 6・5 | 同期機の並行運転と過渡現象 | 267 |
| 6・5・1 | 同期発電機の並行運転 | 267 |
| 6・5・2 | 同期機の過渡現象 | 268 |
| 6・5・3 | 同期機の安定度 | 272 |
| 7 | 直 流 機 | 275 |
| 7・1 | 直流機の基礎 | 275 |
| 7・1・1 | 直流発電機の原理 | 276 |
| 7・1・2 | 直流電動機の原理 | 280 |
| 7・1・3 | 直流機の励磁方式 | 282 |
| 7・1・4 | 直流機の電機子反作用 | 283 |
| 7・2 | 直流発電機の特性 | 288 |
| 7・2・1 | 無負荷飽和曲線 | 288 |
| 7・2・2 | 分巻発電機の無負荷特性（電圧の確立） | 288 |
| 7・2・3 | 直流発電機の外部特性 | 293 |
| 7・3 | 直流電動機の特性 | 296 |
| 7・3・1 | 直流電動機のトルク-速度特性 | 296 |
| 7・3・2 | 直流電動機の始動 | 300 |
| 7・3・3 | 直流電動機速度制御 | 303 |
| 7・4 | 直流機の動特性 | 304 |
| 7・4・1 | 直流機の解析 | 304 |
| 7・4・2 | 直流機の回路方程式 | 307 |

| | | |
|---------|---------------------------|-----|
| 7・4・3 | 直流機の動特性 | 309 |
| 7・4・4 | 直流発電機の動特性 | 310 |
| 7・4・5 | 直流電動機の動特性 | 313 |
| 7・5 | パワーエレクトロニクスの概要 | 315 |
| 7・5・1 | サイリスタとその特性 | 316 |
| 7・5・2 | サイリスタによる直流電力の制御（直流チョッパ回路） | 319 |
| 7・5・3 | サイリスタによる直流電力の制御（整流装置） | 322 |
| 7・5・4 | サイリスタインバータ | 325 |
| 7・5・5 | サイクロコンバータ | 329 |
| 7・5・6 | 無整流子電動機（サイリスタモータ） | 332 |
| 演 習 問 題 | | 335 |
| 付 録 | | 345 |
| 索 引 | | 353 |