



# 目 次

## 1 章 序 論

章主任 虫明康人（東北大工学部）

|                    |   |                |   |
|--------------------|---|----------------|---|
| 1・1 本書を活用するには      | 1 | 1・3・2 性能による分類  | 5 |
| 1・2 アンテナとその分類法について | 2 | 1・3・3 原理による分類  | 7 |
| 1・3 アンテナの分類        | 2 | 1・3・4 用途による分類  | 8 |
| 1・3・1 使用周波数帯による分類  | 2 | 1・4 アンテナ用語について | 8 |

## 2 章 アンテナの基礎

章主任 安達三郎（東北大工学部）

|                        |    |                     |    |
|------------------------|----|---------------------|----|
| 2・1 電磁界の基本法則           | 9  | 2・4・1 アンテナの界領域      | 17 |
| 2・2 電磁波の基本的な性質         | 10 | 2・4・2 界領域の境界        | 18 |
| 2・2・1 均質等方性媒質中の平面波     | 10 | 2・5 放射電磁界           | 19 |
| 2・2・2 平面波の反射と屈折        | 11 | 2・5・1 微小電気ダイポールアンテナ | 19 |
| 2・2・3 電波の回折            | 12 | 2・5・2 直線状アンテナ       | 19 |
| 2・3 電磁波の放射             | 13 | 2・5・3 微小磁気ダイポールアンテナ | 19 |
| 2・3・1 源と放射界            | 13 | 2・5・4 円形ループアンテナ     | 20 |
| 2・3・2 電流源, 磁流源による放射界   | 13 | 2・5・5 スロットアンテナ      | 22 |
| 2・3・3 開口面アンテナの放射界      | 14 | 2・5・6 一様分布方形開口面アンテナ | 22 |
| 2・3・4 電磁界の双対性とバビネの原理   | 16 | 2・5・7 一様分布円形開口面アンテナ | 23 |
| 2・4 フレネル領域とフラウンホーファ一領域 | 17 | 2・6 アンテナの基本的な定数・関数  | 23 |
|                        |    | 2・6・1 放射電力と放射抵抗     | 23 |
|                        |    | 2・6・2 入力インピーダンスと放射イ |    |

|                      |    |                      |    |
|----------------------|----|----------------------|----|
| インピーダンス              | 24 | 2・7 可逆性と送受アンテナ       | 31 |
| 2・6・3 補対アンテナのインピーダンス | 25 | 2・7・1 可逆定理           | 31 |
| 2・6・4 アンテナ系のインピーダンス  | 26 | 2・7・2 受信アンテナの諸定数     | 32 |
| 2・6・5 放射効率           | 26 | 2・7・3 アンテナ特性の可逆性     | 33 |
| 2・6・6 指向性            | 26 | 2・8 送受アンテナ間の伝達電力     | 34 |
| 2・6・7 利得             | 28 | 2・9 その他のアンテナ定数       | 35 |
| 2・6・8 実効長と実効高        | 29 | 2・10 散乱断面積とレーダ方程式    | 36 |
| 2・6・9 実効放射電力         | 30 | 2・10・1 各種の散乱断面積と光学定理 | 36 |
| 2・6・10 実効面積と利得係数     | 30 | 2・10・2 レーダ方程式        | 37 |
|                      |    | 参考文献                 | 37 |

### 3章 基本アンテナ

章主任 関口利男 (東工大工学部)

|                            |    |                           |     |
|----------------------------|----|---------------------------|-----|
| 3・1 線状基本アンテナ (I) (直線状)     | 39 | 3・3・2 進行波アンテナ             | 92  |
| 3・1・1 ダイポールアンテナ            | 39 | 3・3・3 板状アンテナ              | 105 |
| 3・1・2 モノポール (ユニポール) アンテナ   | 50 | 3・4 組合せアンテナ               | 112 |
| 3・1・3 ダイポールアンテナ間の相互効果      | 54 | 3・4・1 折返しダイポールアンテナ        | 112 |
| 3・1・4 円偏波のダイポール素子          | 54 | 3・4・2 八木・宇田アンテナ           | 116 |
| 3・1・5 変形されたダイポール・モノポールアンテナ | 56 | 3・4・3 スリーブアンテナ            | 120 |
| 3・2 線状基本アンテナ (II) (非直線状)   | 59 | 3・4・4 対数周期アンテナ            | 121 |
| 3・2・1 ループアンテナ              | 59 | 3・4・5 ひし形アンテナ (ロンビックアンテナ) | 126 |
| 3・2・2 変形されたループアンテナ         | 69 | 3・4・6 ディスコーンアンテナ          | 128 |
| 3・2・3 ループアンテナ間の相互効果        | 71 | 3・4・7 コーナレフレクタ            | 128 |
| 3・2・4 組合せループ構造             | 72 | 3・4・8 その他の組合せアンテナ         | 130 |
| 3・2・5 ヘリカルアンテナとその変形        | 73 | 3・5 各種のアンテナ               | 135 |
| 3・2・6 ジグザグアンテナ             | 78 | 3・5・1 アドコックアンテナ           | 135 |
| 3・2・7 うず巻アンテナ              | 79 | 3・5・2 伝送線路結合形ダイポールアンテナ    | 136 |
| 3・3 電磁素子アンテナ               | 82 | 3・5・3 サンドイッチ線状アンテナ        | 136 |
| 3・3・1 スロットアンテナ             | 82 | 3・5・4 魚骨形アンテナ             | 137 |
|                            |    | 3・5・5 とう管付ダイポールアンテナ       | 137 |
|                            |    | 3・5・6 同軸ダイポールアンテナ         | 138 |

|                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| 3・5・7 短波・超短波帯面状配列ビームアンテナ……………138 | 3・5・8 特殊アンテナ……………140 |
|                                  | 参考文献 ……………143        |

## 4章 開口面アンテナ

章主任 武市吉博(三菱電機)

副主任 佐藤敏雄(K D D)

|                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 4・1 開口面アンテナの基礎概念 ……153              | 4・4・3 低サイドロープ化……………172           |
| 4・2 開口面アンテナの基本形式 ……154              | 4・4・4 アンテナの低雑音化……………175          |
| 4・2・1 ホーンアンテナ……………154               | 4・5 開口面アンテナの成形ビーム・マルチビーム技術 ……175 |
| 4・2・2 パラボラアンテナ……………156              | 4・5・1 定義および概要……………175            |
| 4・2・3 ホーンレフレクタアンテナ……………157          | 4・5・2 成形ビーム技術……………176            |
| 4・2・4 カセグレンアンテナ……………160             | 4・5・3 マルチビームアンテナ技術……………178       |
| 4・2・5 グレゴリアンアンテナ……………161            | 4・5・4 給電回路系……………181              |
| 4・2・6 誘電体レンズアンテナ……………161            | 4・6 開口面アンテナのビーム走査・追尾技術 ……182     |
| 4・2・7 ディレーレンズアンテナ……………162           | 4・6・1 定義……………182                 |
| 4・2・8 バスリングスレンズアンテナ……………163         | 4・6・2 開口面アンテナのビーム偏向特性……………182    |
| 4・2・9 導波管形レンズアンテナ……………163           | 4・6・3 各種のビーム走査アンテナ……………182       |
| 4・2・10 拘束レンズアンテナ ……164              | 4・6・4 開口面アンテナの追尾技術……………184       |
| 4・3 開口面アンテナの偏波共用技術 ……164            | 4・6・5 連続ロービング方式……………184          |
| 4・3・1 偏波共用による周波数再利用……………164         | 4・6・6 同時ロービング……………185            |
| 4・3・2 ポアンカレ球……………164                | 4・6・7 追尾信号の処理……………187            |
| 4・3・3 偏波共用ホーンアンテナ……………165           | 4・7 開口面アンテナの解析法 ……187            |
| 4・3・4 パラボラ反射鏡の偏波共用……………166          | 4・7・1 幾何光学による解析法……………187         |
| 4・3・5 ビーム給電1次放射系……………167            | 4・7・2 開口面分布法……………189             |
| 4・3・6 給電装置……………168                  | 4・7・3 電流分布法……………191              |
| 4・3・7 交さ偏波補償回路……………169              | 参考文献 ……………192                    |
| 4・4 開口面アンテナの高利得・低サイドロープ・低雑音技術 ……170 |                                  |
| 4・4・1 必要性……………170                   |                                  |
| 4・4・2 高利得化……………170                  |                                  |

## 5章 アレーアンテナ

章主任 永井 淳(東芝 総研)

|       |                    |     |       |                        |     |
|-------|--------------------|-----|-------|------------------------|-----|
| 5・1   | アレーアンテナの機能         | 197 | ナの信頼性 | 213                    |     |
| 5・2   | アレーアンテナの種類と構造      | 198 | 5・6・2 | アレー指向性合成のための実現性の指標     | 214 |
| 5・2・1 | 直線アレーアンテナ          | 198 | 5・6・3 | スーパゲイン効果とその限界          | 216 |
| 5・2・2 | 平面アレーアンテナ          | 199 | 5・7   | 走査アンテナ                 | 216 |
| 5・2・3 | 円形アレーアンテナ          | 199 | 5・7・1 | 走査アンテナの種類と特徴           | 216 |
| 5・2・4 | コンホーマルアレーアンテナ      | 199 | 5・7・2 | 走査アンテナの性質              | 217 |
| 5・2・5 | ランダムアレーアンテナ        | 200 | 5・7・3 | 移相器                    | 220 |
| 5・3   | アレーアンテナの性質         | 200 | 5・8   | アレーアンテナの給電回路           | 222 |
| 5・3・1 | 直線アレーアンテナ          | 200 | 5・8・1 | 直線アレーアンテナの給電回路         | 222 |
| 5・3・2 | 平面アレーアンテナ          | 203 | 5・8・2 | 平面アレーアンテナの給電回路         | 225 |
| 5・3・3 | 円形アレーアンテナ          | 204 | 5・8・3 | モノパルス給電回路              | 225 |
| 5・3・4 | 不等間隔アレーアンテナ        | 204 | 5・8・4 | その他の給電回路               | 226 |
| 5・4   | アレーアンテナの指向性        | 205 | 5・9   | シグナルプロセッシングアンテナ        | 226 |
| 5・4・1 | サイドローブレベルと電力半値角    | 205 | 5・9・1 | レトロディレクティブアレーアンテナ      | 226 |
| 5・4・2 | 不均一振幅分布アレーアンテナの指向性 | 205 | 5・9・2 | アダプティブビームフォーミングアレーアンテナ | 226 |
| 5・4・3 | シュルクノフの理論          | 207 | 5・9・3 | アダプティブナルステアリングアレーアンテナ  | 227 |
| 5・4・4 | チェビシェフ分布           | 208 | 5・9・4 | 時間変調アレーアンテナ            | 229 |
| 5・4・5 | 大きなアレーと連続分布波源      | 209 | 5・9・5 | スイッチングアレーアンテナ          | 229 |
| 5・4・6 | 種々の連続分布波源と指向性      | 209 | 5・9・6 | 非線形処理アレーアンテナ           | 229 |
| 5・4・7 | テイラー指向性            | 209 | 5・9・7 | 合成開口アレーアンテナ            | 230 |
| 5・5   | アレーアンテナの利得         | 210 | 参考文献  | 231                    |     |
| 5・5・1 | 利得・最大利得            | 210 |       |                        |     |
| 5・5・2 | 最大指向性利得とスーパゲイン     | 211 |       |                        |     |
| 5・6   | アレーアンテナの実現性        | 213 |       |                        |     |
| 5・6・1 | ランダム誤差とアレーアンテナ     |     |       |                        |     |

## 6章 給電回路

章主任 佐藤源貞（上智大理工学部）

|                                    |     |                     |     |
|------------------------------------|-----|---------------------|-----|
| 6・1 給電回路および素子の種別                   | 235 | 6・4・4 回路および回路素子     | 268 |
| 6・2 伝送理論の概要                        | 235 | 6・5 平面回路系           | 272 |
| 6・2・1 伝送理論の取扱い方法                   | 235 | 6・5・1 平面回路の定義       | 272 |
| 6・2・2 伝送線路の諸量の関係式                  | 236 | 6・5・2 平面回路の分類       | 273 |
| 6・3 平行線路系, 同軸線路系, ストリップ線路系の線路および機器 | 237 | 6・5・3 平面回路の特徴       | 274 |
| 6・3・1 伝送線路                         | 237 | 6・5・4 解析的取扱い        | 274 |
| 6・3・2 整合回路                         | 239 | 6・5・5 計算機による数値解法    | 276 |
| 6・3・3 分岐器                          | 244 | 6・5・6 平面回路の合成       | 276 |
| 6・3・4 回路および回路素子                    | 251 | 6・5・7 平面回路の応用       | 277 |
| 6・4 導波管系の線路および機器                   | 261 | 6・6 表面波線路, 漏れ同軸ケーブル | 277 |
| 6・4・1 伝送線路                         | 261 | 6・6・1 表面波線路         | 277 |
| 6・4・2 整合回路                         | 262 | 6・6・2 漏れ同軸ケーブル      | 279 |
| 6・4・3 分岐器                          | 264 | 参考文献                | 279 |

## 7章 実用アンテナとそのシステム

章主任 横井 寛 (K D D)

副主任 鈴木 務 (電通大電気通信学部)

佐藤郁郎 (日 電)

|                   |     |                      |     |
|-------------------|-----|----------------------|-----|
| 7・1 概 説           | 285 | 7・3・3 中波・短波・超短波用アンテナ | 306 |
| 7・2 放送アンテナ        | 285 | 7・3・4 無給電アンテナ        | 308 |
| 7・2・1 送信アンテナ      | 285 | 7・4 移動通信用アンテナ        | 309 |
| 7・2・2 受信アンテナ      | 292 | 7・4・1 基地局用アンテナ       | 309 |
| 7・3 地上固定通信用アンテナ   | 295 | 7・4・2 移動局用アンテナ       | 315 |
| 7・3・1 見通し内通信用アンテナ | 295 | 7・5 宇宙および地球局用アンテナ    | 322 |
| 7・3・2 見通し外通信用アンテナ | 305 |                      |     |

|       |                             |     |        |                     |     |
|-------|-----------------------------|-----|--------|---------------------|-----|
| 7・5・1 | 衛星利用の各種システムにおけるアンテナの役割…………… | 322 | 7・8・2  | 航行援助移動局用アンテナ……………   | 384 |
| 7・5・2 | ロケットおよび衛星搭載用アンテナ……………       | 324 | 7・9    | 計測および校正用アンテナ……………   | 389 |
| 7・5・3 | 地球局アンテナ……………                | 332 | 7・9・1  | 標準電波送信用アンテナ……………    | 389 |
| 7・6   | レーダ用アンテナ……………               | 342 | 7・9・2  | 電界強度測定器校正用アンテナ…………… | 390 |
| 7・6・1 | 要求される諸条件……………               | 342 | 7・9・3  | 標準ホーン……………          | 391 |
| 7・6・2 | 航空用レーダアンテナ……………             | 343 | 7・10   | 実験観測用アンテナ……………      | 394 |
| 7・6・3 | 航海用レーダアンテナ……………             | 349 | 7・10・1 | 電波天文用アンテナ……………      | 394 |
| 7・6・4 | 気象レーダアンテナ……………              | 353 | 7・10・2 | 地球物理用アンテナ……………      | 398 |
| 7・6・5 | 特殊レーダアンテナ……………              | 354 | 7・10・3 | 実験観測用テレメータアンテナ…………… | 401 |
| 7・7   | 方向探知用アンテナ……………              | 360 | 7・11   | アマチュア無線用アンテナ……………   | 402 |
| 7・7・1 | 要求される諸条件……………               | 360 | 7・11・1 | 特徴……………             | 402 |
| 7・7・2 | 固定方探局（陸上業務）用アンテナ……………       | 360 | 7・11・2 | アンテナの使用状況……………      | 403 |
| 7・7・3 | 移動方探局（船舶・航空機）用アンテナ……………     | 365 | 7・11・3 | 短波用アンテナ……………        | 405 |
| 7・8   | 航行援助用アンテナ……………              | 369 | 7・11・4 | 超短波用アンテナ……………       | 412 |
| 7・8・1 | 航行援助固定局用アンテナ……………           | 369 | 7・11・5 | 宇宙通信用アンテナ……………      | 414 |
|       |                             |     | 7・11・6 | アンテナによる電波妨害……………    | 415 |
|       |                             |     |        | 参考文献……………           | 416 |

## 8章 アンテナの測定

章主任 進士昌明（電電公社研本）

副主任 手代木扶（電波研）

|       |                        |     |       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|-------|------------------------|-----|
| 8・1   | 序論……………                | 423 | 8・3・4 | 雑音温度……………              | 438 |
| 8・2   | アンテナの励振分布と回路定数の測定…………… | 423 | 8・4   | 測定環境と測定における諸注意……………    | 439 |
| 8・2・1 | 電流分布、電荷分布……………         | 423 | 8・4・1 | 測定場の影響と評価および対策……………    | 439 |
| 8・2・2 | インピーダンス、VSWR、反射係数…………… | 425 | 8・4・2 | 電波無反射室……………            | 445 |
| 8・3   | 放射特性の測定……………           | 427 | 8・4・3 | コンパクトレンジ……………          | 447 |
| 8・3・1 | 放射パターン……………            | 427 | 8・5   | 近傍界測定から遠方放射特性の決定法…………… | 448 |
| 8・3・2 | 利得……………                | 431 | 8・5・1 | 近傍界/遠方界変換法……………        | 448 |
| 8・3・3 | 偏波……………                | 435 | 8・5・2 | 外そう法……………              | 450 |

|                               |     |                        |     |
|-------------------------------|-----|------------------------|-----|
| 8・6 実用アンテナに対する特殊測定<br>法 ..... | 451 | 8・7 機械測定と検査 .....      | 458 |
| 8・6・1 模型による測定 .....           | 451 | 8・7・1 機械測定と検査の項目 ..... | 458 |
| 8・6・2 電波星を使った測定 .....         | 452 | 8・7・2 鏡面測定 .....       | 458 |
| 8・6・3 結合度の測定 .....            | 454 | 8・7・3 環境試験法 .....      | 461 |
| 8・6・4 パルスを用いたアンテナ測定 .....     | 455 | 8・7・4 その他の測定 .....     | 463 |
| 8・6・5 レーダ断面積の測定 .....         | 456 | 参考文献 .....             | 464 |

## 9章 電波用材料およびアンテナ機構技術

章主任 宇田 宏 (宇宙開発事業団)

副主任 森川 洋 (三菱電機)

|                                |     |                          |     |
|--------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 9・1 誘電材料および磁性材料 .....          | 467 | 置 .....                  | 494 |
| 9・1・1 媒質と電磁界 .....             | 467 | 9・5・1 アンテナマウント .....     | 494 |
| 9・1・2 誘電材料 .....               | 467 | 9・5・2 駆動機構 .....         | 496 |
| 9・1・3 磁性材料 .....               | 469 | 9・5・3 角度および角速度検出機構 ..... | 499 |
| 9・2 電波吸収体 .....                | 472 | 9・6 追尾装置 .....           | 499 |
| 9・2・1 電波吸収体の概説 .....           | 472 | 9・6・1 駆動方式 .....         | 499 |
| 9・2・2 誘電材料電波吸収体 .....          | 472 | 9・6・2 サーボループ .....       | 500 |
| 9・2・3 磁性材料電波吸収体 .....          | 473 | 9・6・3 追尾方式 .....         | 502 |
| 9・3 材料および吸収体の応用 .....          | 474 | 9・6・4 追尾誤差の要因 .....      | 504 |
| 9・3・1 誘電材料 .....               | 474 | 9・7 アンテナ用鉄塔および支線柱 .....  | 504 |
| 9・3・2 磁性材料の応用例 .....           | 475 | 9・7・1 自立式鉄塔 .....        | 504 |
| 9・3・3 電波吸収体の応用例 .....          | 476 | 9・7・2 支線式柱 .....         | 504 |
| 9・4 アンテナおよびレドームの構造<br>設計 ..... | 477 | 9・7・3 風圧荷重 .....         | 505 |
| 9・4・1 構造設計概要 .....             | 477 | 9・7・4 アンテナ柱の強度 .....     | 506 |
| 9・4・2 一般的設計要求事項 .....          | 477 | 9・8 避雷設備 .....           | 507 |
| 9・4・3 設計環境基準 .....             | 483 | 9・8・1 避雷針および接地の基準 .....  | 507 |
| 9・4・4 各種アンテナおよびレドームの構造設計 ..... | 490 | 9・8・2 鉄塔・鉄柱の避雷器 .....    | 508 |
| 9・5 アンテナマウントおよび駆動装<br>置 .....  | 494 | 9・8・3 誘導雷用避雷器 .....      | 508 |
|                                |     | 参考文献 .....               | 508 |



## 10 章 アンテナの解析手法

章主任 青木和男 (九大工学部)

|  |                          |
|--|--------------------------|
| 10・1 必要な数学・理論……………511                      | 10・2・4 幾何光学的手法……………525   |
| 10・1・1 積分変換論……………511                       | 10・3 数値計算法……………528       |
| 10・1・2 積分方程式……………512                       | 10・3・1 計算手法の概要……………528   |
| 10・1・3 変分法……………514                         | 10・3・2 モーメント法……………531    |
| 10・1・4 ウィーナー・ホッフ法——線<br>状アンテナへの一応用……………517 | 10・3・3 点整合法……………533      |
| 10・2 境界値問題……………520                         | 10・3・4 モード整合法……………535    |
| 10・2・1 境界条件……………520                        | 10・4 遠方界と近傍界……………537     |
| 10・2・2 線状アンテナの電流分布……………521                 | 10・4・1 あん部点法……………537     |
| 10・2・3 半無限平板による回折……………523                  | 10・4・2 近傍界・遠方界変換……………538 |
|  | 参考文献……………539             |

## 11 章 アンテナ設計のためのコンピュータ応用

章主任 後藤尚久 (東工大工学部)

|                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 11・1 最適値問題……………541                 | 問題……………551                           |
| 11・1・1 最小2乗法……………541               | 11・4・3 離散値問題……………552                 |
| 11・1・2 条件付最適値問題……………542            | 11・4・4 指向性の近似法……………553               |
| 11・2 最良近似法……………543                 | 11・5 高速フーリエ変換 (FFT) の利<br>用法……………554 |
| 11・2・1 チェビシェフセット……………543           | 11・5・1 指向性合成と高速フーリエ変<br>換……………554    |
| 11・2・2 レメッツのアルゴリズム……………543         | 11・5・2 格子状配列の指向性……………554             |
| 11・3 数理計画法 I……………545               | 11・5・3 円形配列と定差位相列……………555            |
| 11・3・1 線形計画法……………545               | 11・6 乱数の応用……………556                   |
| 11・3・2 2次計画法……………547               | 11・6・1 どのようなときに乱数は有効<br>か……………556    |
| 11・4 数理計画法 II……………548              | 11・6・2 試行錯誤法 (モンテカルロ                 |
| 11・4・1 制約条件のない非線形最適化<br>問題……………548 |                                      |
| 11・4・2 制約条件のある非線形最適化               |                                      |

|  |     |                        |     |
|--|-----|------------------------|-----|
| 法).....                                  | 556 | ラム .....               | 561 |
| 11・6・3 統計的指向性合成 .....                    | 558 | 11・7・2 放射電磁界の積分 .....  | 562 |
| 11・6・4 素子の節減 .....                       | 559 | 11・7・3 数値積分の応用例 .....  | 563 |
| 11・6・5 位相量子化の問題 .....                    | 560 | 11・8 常微分方程式の応用.....    | 565 |
| 11・6・6 統計的指向性合成の実現性と<br>平均サイドローレベル ..... | 560 | 11・8・1 1階常微分方程式 .....  | 565 |
| 11・7 数値積分の応用.....                        | 561 | 11・8・2 反射鏡鏡面の設計式 ..... | 566 |
| 11・7・1 数値積分法と汎用サブプログ                     |     | 11・8・3 鏡面設計への応用例 ..... | 568 |
|  |     | 参考文献 .....             | 569 |

## 12章 電波伝搬

章主任 池上文夫(京大工学部)

|                                |     |                                  |     |
|--------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 12・1 総論.....                   | 571 | 12・4・3 大気による電波の屈折 .....          | 588 |
| 12・1・1 無線通信における電波伝搬 .....      | 571 | 12・4・4 見通し内伝搬 .....              | 589 |
| 12・1・2 電波の伝搬様式 .....           | 571 | 12・4・5 見通し外伝搬 .....              | 592 |
| 12・1・3 通信における伝搬特性の影<br>響 ..... | 572 | 12・4・6 降雨と電波 .....               | 593 |
| 12・2 地上波伝搬.....                | 573 | 12・4・7 光の大気中伝搬 .....             | 595 |
| 12・2・1 地上波 .....               | 573 | 12・5 宇宙・地球間の伝搬.....              | 595 |
| 12・2・2 平滑な球面大地上の伝搬 .....       | 573 | 12・5・1 対流圏の影響 .....              | 595 |
| 12・2・3 山岳の影響 .....             | 575 | 12・5・2 電離圏の影響 .....              | 597 |
| 12・2・4 不規則な地形・地物の影響 .....      | 575 | 12・5・3 雑音温度 .....                | 598 |
| 12・3 電離圏伝搬.....                | 578 | 12・5・4 調整区域 .....                | 599 |
| 12・3・1 電離圏 .....               | 578 | 12・6 アンテナと伝搬の相互作用.....           | 599 |
| 12・3・2 伝搬モード .....             | 580 | 12・6・1 電離圏伝搬とアンテナ .....          | 599 |
| 12・3・3 電界強度 .....              | 582 | 12・6・2 対流圏のフェーシングとアン<br>テナ ..... | 600 |
| 12・3・4 受信波の位相・偏波 .....         | 583 | 12・6・3 アンテナ利得と伝搬 .....           | 600 |
| 12・3・5 電離圏伝搬の諸現象と事項 .....      | 584 | 12・6・4 交さ偏波識別度とアンテナ .....        | 601 |
| 12・3・6 自然雑音 .....              | 586 | 12・6・5 テレビ受信障害とアンテナ .....        | 602 |
| 12・4 対流圏伝搬.....                | 587 | 12・6・6 地上通信の電波干渉 .....           | 603 |
| 12・4・1 対流圏と電波 .....            | 587 | 12・6・7 衛星通信の電波干渉 .....           | 604 |
| 12・4・2 気体分子による吸収減衰 .....       | 587 | 参考文献 .....                       | 605 |

## 13章 電磁波環境

章主任 遠藤幸男 (NHK 技研)

|                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 13・1 アンテナと電磁波環境……………607               | 13・4 シャへい……………625                    |
| 13・1・1 アンテナと電磁波環境の概<br>説……………607      | 13・4・1 金属板および金属円筒による<br>シャへい……………625 |
| 13・1・2 放送における建造物障害 ……608              | 13・4・2 球形金網のシャへい効果の求<br>め方……………626   |
| 13・2 電波雑音……………609                     | 13・4・3 金網の分路アドミタンス ……627             |
| 13・2・1 電波雑音の種類……………609                | 13・4・4 金網箱のシャへい効果の計算<br>例……………627    |
| 13・2・2 電波雑音の特性……………610                | 13・4・5 シャへいに関するその他の事<br>項……………628    |
| 13・2・3 各種人工雑音の性質……………611              | 13・5 電磁波と安全……………629                  |
| 13・2・4 雑音の受信妨害の径路……………612             | 13・5・1 人体の電磁波に対する諸特<br>性……………629     |
| 13・2・5 電波雑音の測定……………612                | 13・5・2 生体に及ぼす電磁波の影響 ……631            |
| 13・2・6 電波雑音測定器……………614                | 13・5・3 安全規格……………634                  |
| 13・2・7 電波雑音測定器の雑音入力に<br>対する応答……………616 | 参考文献……………634                         |
| 13・2・8 雑音の防止対策……………617                |                                      |
| 13・3 誘導障害および雷害……………619                |                                      |
| 13・3・1 誘導障害……………619                   |                                      |
| 13・3・2 雷害……………622                     |                                      |

## 14章 電波関係の国内法令および国際法令

章主任 加藤一夫 (元 電波研)

|   |   |
|---|---|
| 14・1 国内法令……………637                       | 14・1・5 無線設備の操作を行う者の資<br>格を定めた法令……………647 |
| 14・1・1 まえがき……………637                     | 14・1・6 公衆電気通信法……………647                  |
| 14・1・2 電波法令……………637                     | 14・1・7 有線電気通信法……………647                  |
| 14・1・3 放送法……………646                      | 14・1・8 有線テレビジョン放送法……………648              |
| 14・1・4 電波を利用する機器の備付け<br>を規定した法令……………646 | 14・1・9 有線ラジオ放送業務の運用の                    |

|                                 |     |        |                             |     |
|---------------------------------|-----|--------|-----------------------------|-----|
| 規正に関する法律                        | 648 | 14・2・4 | 無線通信主管庁会議(ARC)              | 658 |
| 14・1・10 電気工作物の保安規制に関する法令        | 648 | 14・2・5 | CCIR (国際無線通信諮問委員会) 勧告など     | 659 |
| 14・1・11 工業標準化法                  | 650 | 14・2・6 | IEC 規格および C. I. S. P. R. 規格 | 661 |
| 14・1・12 建築基準法                   | 651 | 14・2・7 | 政府間海事協議機関 (IMCO) に関連する条約    | 664 |
| 14・1・13 電気通信関係の組織を定めた法令 (郵政省関連) | 651 | 14・2・8 | 国際民間航空機関 (ICAO) 条約          | 664 |
| 14・1・14 その他                     | 651 | 14・2・9 | 国際電気通信衛星機構 (インテルサット) 条約     | 664 |
| 14・2 国際法令                       | 652 | 参考文献   |                             | 667 |
| 14・2・1 電波に関する国際的取決め             | 652 |        |                             |     |
| 14・2・2 国際電気通信条約                 | 653 |        |                             |     |
| 14・2・3 国際電気通信条約附属無線通信規則         | 654 |        |                             |     |

## 15 章 データ編

|                               |     |       |  |     |
|-------------------------------|-----|-------|--|-----|
| 15・1 基本事項                     | 669 | [ 4 ] | 実用されている八木・宇田アンテナの諸元と特性                     | 684 |
| [ 1 ] ギリシャ文字と通常用いられる電気関係の表示量  | 669 | [ 5 ] | 波源分布                                       | 688 |
| [ 2 ] 10 のべきの呼称               | 670 | [ 6 ] | 方形ホーンの利得設計に用いる $\eta_e, \eta_h$            | 696 |
| [ 3 ] 基礎定数                    | 670 | [ 7 ] | 円形開口アンテナの能率 100% のときの利得, ビーム幅と開口直径, 周波数の関係 | 698 |
| [ 4 ] 電波の周波数帯の区分と呼称           | 672 | [ 8 ] | だ円偏波率 AR と交さ偏波識別度 XPD                      | 698 |
| [ 5 ] レーダ用周波数帯の呼称             | 672 | [ 9 ] | VSWR と反射損                                  | 700 |
| [ 6 ] スミス図表                   | 673 | [10]  | 自由空間基本伝送損と伝搬距離, 周波数の関係                     | 702 |
| 15・2 同軸線路・導波管等の規格             | 674 | [11]  | 再現期間 30 年/50 年の年最大風速                       | 703 |
| [ 1 ] 同軸線路およびコネクタの規格          | 674 | 15・4  | 材料に関するデータ                                  | 704 |
| [ 2 ] 導波管およびフランジの規格           | 677 | [ 1 ] | アンテナ工学に必要な誘電体等の特性                          | 704 |
| 15・3 特性に関するデータ                | 681 | [ 2 ] | アンテナ工学に必要な各種フェ                             |     |
| [ 1 ] 円柱ダイポールアンテナの入力インピーダンス   | 681 |       |  |     |
| [ 2 ] 円形ループアンテナの入力インピーダンス     | 682 |       |  |     |
| [ 3 ] 半波長ダイポールアンテナ間の相互インピーダンス | 683 |       |  |     |

ライトの諸特性 .....713

[ 3 ] レードーム (硬質)・フィド  
ム材料の諸特性 .....714

15・5 そ の 他.....715

[ 1 ] 無線通信規則による発射電波の  
種別表示 .....715

[ 2 ] 主要な短波標準電波局 .....716

[ 3 ] 主要な海外規格 .....716

[ 4 ] 主要な官公庁規格・団体規格 ...718

[ 5 ] 時差表 .....720

[ 6 ] アンテナ年表 .....721

索引

日本語索引..... 728

英語索引 .....749

