

〈目次〉

まえがき 2

## 第1章 電圧

最初の一步は「電圧」から。  
直流と交流は同じものだと言う事実 7

ぐるぐる回る通路だから「回路」 7

アースも回路の一部。信号だって流れる 8

電線の鳥は、なぜ感電しないのか？ 8

電圧とは「電位差」のこと 8

電圧を計る基準(=0V)はどこ？ 9

0Vは「点」ではない 11

電気にもある「常識のウソ」 11

迷子の0Vを探すと 12

“大地はアース。だから0V”ではない 12

電気は“直流”と“交流”の2種類ではない 13

直流と交流は同じものだ！ 13

直流／交流は、ただの呼び名 13

どこを基準の0Vにしても構わない 15

交流の定義に極性はない 15

習うより慣れろ——いろいろある交流電圧の単位 17

$V_{p-p}$  17

$V_p$  17

$V_{r.m.s.}$  17

そもそもデシベルとは 18

$dBV$ ( $dBs$ ) 19

$dBm$  19

$dBv$ ( $dBu$ ) 20

$VU$  20

〈COLUMN〉

$V_{r.m.s.}$ の落とし穴 20

## 第2章 オームの法則

目に見えない電気を理解する  
ごく当たり前の法則 21

リクツより現象で考える 21

電気は、水や車の流れと同じ 22

電流の流れは抵抗によって左右される 22

簡単な式で表わされる電圧・電流・抵抗の関係(オームの法則) 23

公式をどのように活用するか 23

電力とは、電気のした「仕事量」のこと 24

オームの法則は、現場を支える基礎の基礎 25

LEDを点灯する実技応用テクニック 25

〈COLUMN〉

「音」とは何か？ 27

電気信号の「音」と耳に聴こえる「音」の違い 27

音を発する物体があるから、音が出る 27

音は空気中をどう伝わるか 27

「音」を電氣的にキャッチする方法 28

波形とは、音源の振動のようすを電気信号に置き換えたもの 29

周波数は、1秒間に繰り返す波形の回数 30

どうしたら、波形を見られるか 30

電気信号の「音」が、耳に聴こえる「音」に戻るとき 31

電気信号を直接作り出す発振器、電子楽器 32

## 第3章 抵抗

電気回路に不可欠な要素。  
その働きを考える 33

電気は無節操の見本 33

抵抗は電流を「制限」する 34

抵抗は電圧を分割する 35

ボリュームの仕組み 36

機材に使われる抵抗器 36

色の帯(カラーコード)で表わす抵抗の値 37

カラーコードの解読法 37

カラーコードは憶えずに慣れるべし 38

精度5%で、まず問題なし 38

高精度抵抗のカラーコード 38

抵抗は、消費できる最大電力が決まっている 39

抵抗に流せる最大電流、かけられる最大電圧 39

試験問題の常連——2本以上の抵抗をつないだときの抵抗値は？ 40

面倒な並列合成値の計算 41

抵抗をバラるメリット 42

回転で抵抗値を変える。ボリュームは「可変抵抗器」 43

ボリュームが音量を調整する仕組みは？ 43

電氣的な音量変化と、人間が感じる音量変化 44

さまざまなボリューム 45

直線運動で抵抗値が変化するスライドボリューム 47

基板に取り付ける「半固定抵抗」もボリューム 48

ボリュームを買うとき、使うとき、注意すること 50

サイズ 50

シャフトの長さや端子の形状 51

シャフト先端の形状 51

店で確認を忘れずに 52

〈COLUMN〉

ボリュームの抵抗値(入手しやすい抵抗値とウラワザ) 48

〈COLUMN〉

半固定抵抗の抵抗値と表示法(謎の「3桁数字」の解読) 49

## 第4章 コンデンサ

教科書より32倍くらいはよくわかるその原理 53

謎が深い動作の原理 53

線がないのに、なぜ電流が流れる——

プラスとマイナスの純情可憐な物語 54

たまる電気の量 55

働きは、電気をたからせ“充電”と“放電”をくり返すだけ 55

「コンデンサに直流は流れない」は罪つくりなウソ 56

ちょっといたずら。つないだ電池を逆にするとうなる？ 56

コンデンサが抵抗に化ける法 58

電気を“ためる”機能に注目 58

平滑コンデンサの容量は？ 60

コンデンサと抵抗でフィルタを作る 61

フィルタは、どう動く？ 62

ちょっとお休み 63

基板の上の正体不明パーツ、そのほとんどがコンデンサ 64

種類と特性 64

コンデンサも適材適所で、ミュージシャンに経理事務は無理!! 66

殺人ロケットにもなる恐ろしいシロモノ 68

ころばぬ先の杖—— 知っておきたい安全基準 69

コンデンサの耐圧は絶対厳守 70

爆発だけじゃない。地味にも壊れるデリケートなパーツ 71

種類によって極性がある 71

コンデンサの使われ方 73

アンプ間の信号を橋渡しする 73

カップリング・コンデンサの容量は? 74

電源の直流電圧をきれいにする 76

直列・並列でつないだとき、容量の合成値はどうなるか? 77

コイル—— 巻き数が多くなるほど強くなる、

交流を「流すまい」とする力 77

コイルの働きは? 78

オーディオ回路でコイルが使われなくなった理由 79

<COLUMN>

コンデンサ、容量の読み方 66

<COLUMN>

ぜひ憶えておきたい単位・補助単位 80

ゼロが多くて読みにくい数字を簡単に表わす補助単位 80

<COLUMN>

マニュアルの“わかる”と本当の“わかる” 82

## 第5章 インピーダンス

ポピュラーだけど

正体不明の難物に挑戦 83

インピーダンスの基本的な意味 84

必ずしも理論通りにはいかない現実のイタズラ 85

電池のショートで全宇宙が消滅!? 86

正体がわからないからヒーローになれる 87

電池から最大のパワーを取り出すには? 88

最大パワーを取り出せる負荷は? 90

現場で役立つ練習問題に挑戦 91

アンプ—— やっぱあった、内部抵抗 92

アンプの内部抵抗が出力インピーダンス。テスターでは測れない 93

等価回路で出力インピーダンスを考える 94

アンプから最大パワーを得るための負荷と、

インピーダンス・マッチング 95

ノイズに強いライン、弱いライン。どこが違うのか? 97

「ロー出し・ハイ受け」は現在のスタンダード 98

とにかく入力インピーダンスも一筋縄ではいかない。二

筋縄を用意せよ 99

とらなければならない、とらなくてもいい、とってはいけない—— インピーダンス・マッチングの分類 100

最も簡単なマッチング 102

## 第6章 インピーダンスの実技応用

ロマンと希望に満ちた

低周波アナログの世界に突入 105

電気は“もちろん” 文科系の分野 105

アマチュアはアンバランスのハイインピーダンス、プロはバランスのローインピーダンス 106

プロがロー・インピーダンスを好む理由 107

アンバランス伝送とバランス伝送 109

バランス伝送でノイズが消える仕組み 110

バランス・ラインの作り方 112

トランスの基礎知識① 「磁気」で電気を伝える 112

トランスの基礎知識② 交流電圧を変換(変圧)する 114

トランスの基礎知識③ インピーダンスを変える 115

トランスを使ってアンバランス→バランス変換 116

トランスを使わない(トランスレス)アンバランス→バラ

ンス変換 117

アンバランス→バランス変換の代表選手は、ダイレクトボックス 119

ダイレクトボックス。実際の回路は? 120

バランス入力の作り方 122

トランスを使う方法 122

バランス・ラインを受けるトランスの実際例 123

トランスを使わない方法 124

## 第7章 アンプ

「アンプとは何か?」

その本質に迫る神がかりの考察 127

小さいエネルギーで大きいエネルギーを制御する。これがアンプの本質 128

「アンプ=電圧を増幅する魔法の小箱」は誤解 128

アンプ=パワー・コントローラの正体? 129

アンプのリニアリティとは 130

問題なのは、電圧の絶対値よりも“変化” 130

直流アンプと交流アンプ。スピーカを殺さないための基礎知識 131

増幅率“0”とは、何も出力しないこと。アンプの増幅率は“0”以下にはならない 132

どんな複雑な回路も“アンプの基本動作”の積み重ね 133

電力を増幅する、その考え方 135

ベースギターでヘッドフォンを鳴らせるか? 135

“電圧増幅”だけではないアンプの役割 136

<COLUMN>

レオナルド・ダ・ヴィンチはもういない。絶望の淵から、

せめて首だけでも出そう 134

## 第8章 トランジスタとFET

「呼び水」と「首締め」で知る

複雑怪奇な石の働き 139

トランジスタと真空管 139

トランジスタの魔界 140

トランジスタは「呼び水」—— 小エネルギーが大エネルギーをコントロール 141

電圧で動くFETの“首締め”理論 142

アンプにおける電圧と電流の考え方、その差 143

主役の座をおろされた(?)トランジスタ・FET 144

## 第9章 オペアンプ

オペアンプが無ければ、もはや何もできない、

知らなければ回路図も読めない。その使い方、使われ方 147

別れられない悪女 147

計算機用からオーディオへ、オペアンプ天国への道 148  
 各社バラバラ、オペアンプの型番 149  
 オペアンプの主な形は4種類 150  
 番号でわかるピンの配置 151  
 ICのピン番号は反時計回り 151  
 パッケージに入っているオペアンプの数とピン配置 152  
 オペアンプの中身は？ 使いやす石は？ 153

### オペアンプの電源 155

様々な電源表記の方法 155  
 一般的な範囲は±12V～±18V。標準は±15V 156  
 きれいな直流電源で出力の揺れを防ぐ 156

### 電卓一台で設計案勝。オペアンプ回路の基礎知識 157

反転入力を使って逆相アンプを作る 157  
 逆相アンプのRsは入力インピーダンスを決める 158  
 Rsの実用的な抵抗値は？ 159  
 Rfは出力信号を入力に戻すフィードバック抵抗 160  
 Rfの実用的な抵抗値は？ 161

### 非反転入力を使って、正相アンプを作る 162

アンプの健全な動作を図るには…… 162  
 Rinにはどんな抵抗値でも使える 163  
 非反転増幅での増幅率の決め方 164

### 信号の電圧を判断するコンパレータ回路の基礎と特徴 165

増幅率を極端に大きくすると…… 166  
 コンパレータの動作 167  
 コンパレータの特徴と種類 168  
 バカ正直なオペアンプをだましてコンパレータの動作点を  
 変える 169  
 電源電圧の範囲内なら、どこを中心にしてもオペアンプは動く 169  
 徹底的にダマシ続けて、オペアンプを単一電源で動かす 169  
 だまし、だましのコンデンサ 170  
 単一電源動作回路の実際とカップリング・コンデンサの容量 171

### オペアンプは、いくつかの信号をミックスする回路にも最適 172

ミキサー回路の基本構成 172  
 ミキサーはなぜ反転増幅？ 174

### オペアンプの本領、差動アンプの基本 174

反転入力側の動作だけ考えてみる 174  
 非反転入力側の動作だけ考える 175  
 反転、非反転の動作は同時に行なわれ、差動アンプになる 175  
 差動アンプで直流電圧を扱うと 176  
 差動アンプの増幅率を上げるには 176

### オペアンプ回路の中のコンデンサは、どんな仕事を しているか？ 177

デカップリング=不要な成分の信号への混入防止 177  
 カップリング=中心電位を正しく保ちながら信号を通す 178  
 周波数特性をもった抵抗として使う 179

#### <COLUMN>

デジタルとデジタル機器の基本 181  
 アナログを知らずしてデジタルは語れない 181  
 アナログとデジタル 181  
 考え方の出発点。アナログは“近似”、デジタルは“指” 181  
 デジタル電圧計では“真の”電圧はわからない？ 182  
 アナログ電圧計では“真相”に迫れる？ 182  
 “量”は“数”では表わせない 182  
 アナログは連続的な変化、デジタルは不連続な変化 183  
 アナログの長所 183  
 アナログの短所 184

アナログ方式で「記憶」する方法 185  
 デジタルの基礎「二進法」とデジタルでの記憶の仕組み 185

### デジタル・オーディオの実際 187

音をデジタル化する仕組み 187  
 デジタル再生の仕組み 188

### デジタル・オーディオの短所と長所 188

扱える信号はサンプリング周波数の1/2まで=標本化の定理 188  
 デジタルの長所は「打たれ強い」こと 189  
 デジタル信号は「データ」として扱える 189  
 PCM以外のデジタル化方式 190  
 デジタルは処理/記憶に使われる。

### デジタル機器の基本構成 191

音をデジタル化して伝送・記憶する 191  
 デジタル信号を加工する 191  
 デジタル信号を元の音に戻す 192  
 実際の使用では、“ブラックボックス”として扱う 192  
 一番身近なデジタル伝送はMIDI 193  
 デジタル信号も、伝送・記録はアナログ 193

## 第10章 オペアンプ回路の いろいろ

設計にそのまま使える  
 「ツギハギ」用実用回路集 195

自作第1号機が動いたら、かえって不幸 195  
 回路設計は「いかにツギハギするか」だけ 195  
 入力回路 196 インバータ 200  
 ミキサー回路 200 フィルタ 201  
 EQ(イコライザ) 205 出力回路 206  
 ノンリニア 206 発振器 210  
 整流回路 211 安定化回路 215  
 電子スイッチ 217 バイロートランプ 218

### ツギハギの 칸どころ 220

1. 機材の入出力の位相は、トータルで正相にする 220
2. BカーブのVRは、いつもBカーブになるとは限らない 221
3. 低周波信号も「飛ぶ」その対策と考え方 222
4. 安定化電源といえども、常に必ず安定した電源とは限らない 223

### オペアンプのサウンド・キャラクタ 224

オーディオ用のスタンダード品種は不変 224  
 オペアンプを比較試聴する 225  
 テストのシステム 225  
 オペアンプのキャラクタは全部違う 226  
 オペアンプの、性能の見方 227

#### <COLUMN>

ポピュラーなIC 229  
 オーディオ用の石 229  
 特にオーディオ用ではない石 229

### 実技・資料編 230

- Part1 ハンダづけの正しい方法 230  
 Part2 テスターの使い方 232  
 Part3 プリント基板 235  
 Part4 回路図のルールと記号 236  
 Part5 抵抗とコンデンサの値 237

### さくいん 238