

# 目 次

---

## 1. 緒 論

---

1.1 通信伝送	1
1.2 伝送技術の発達	3
1.3 電気通信の情報	4
1.3.1 電話と放送	4
1.3.2 テレビジョン信号	6
1.3.3 ファクシミリ	6
1.3.4 データ	7
1.4 伝送の単位	8
1.4.1 ネーパとデシベル	8
1.4.2 回路網の伝送係数と伝送量	9

## 2. 信号波の解析

---

2.1 フーリエ級数	11
2.2 繰返し方形波のスペクトル	13
2.3 フーリエ変換	16
2.4 フーリエ変換の性質	17
2.4.1 $F(\omega)$ の性質	17
2.4.2 変調によるスペクトルの移動	18
2.4.3 時間領域と周波数領域の双対性	19
2.5 フーリエ変換の例	20
2.5.1 方形パルスのフーリエ変換	20
2.5.2 単位インパルス関数 $\delta(t)$ のフーリエ変換	20
2.5.3 直流および周期関数のフーリエ変換	21
2.5.4 単位階段関数 $u(t)$ のフーリエ変換	23

2.5.5	単位インパルス列のフーリエ変換	24
2.6	たたみ込み積分とフーリエ変換	25
2.7	回路網の応答	26
2.7.1	伝達関数	26
2.7.2	無ひずみ伝送条件	27
2.7.3	理想低域フィルタのインパルス応答	27
2.7.4	理想帯域フィルタのインパルス応答	28
2.7.5	理想低域フィルタの単位階段波応答	29
2.8	標本化	31
2.8.1	標本化定理	31
2.8.2	標本パルスからの信号の復元	32
2.9	電力密度スペクトル	34
	演習問題	35

### 3. 伝 送 線 路

3.1	線路伝送の基礎方程式	36
3.2	1次定数	39
3.2.1	抵抗	39
3.2.2	漏れコンダクタンス	41
3.2.3	$L$ および $C$	41
3.3	2次定数	42
3.4	解の波動的性質	44
3.4.1	前進波と後進波	44
3.4.2	位相速度と群速度	45
3.5	無ひずみ条件, 減衰量最小条件, 装荷	49
3.6	反 射	51
3.6.1	特性インピーダンスで終端した線路	51
3.6.2	開放線路	52
3.6.3	短絡線路	54
3.6.4	時間領域の応答	55
3.6.5	任意のインピーダンスで終端した線路	56

3.7 多線条線路 .....	59
3.8 漏 話 .....	63
3.8.1 近端漏話と遠端漏話 .....	63
3.8.2 静電結合と電磁結合 .....	64
3.8.3 分布定数線路の漏話 .....	68
3.8.4 間 接 漏 話 .....	71
3.8.5 同軸ケーブルの低周波漏話 .....	72
3.9 通信ケーブル .....	72
3.9.1 通信ケーブルの種類 .....	72
3.9.2 平衡形ケーブル .....	73
3.9.3 同軸ケーブル .....	76
演習問題 .....	77

## 4. 変調と多重化

---

4.1 振幅変調 .....	79
4.1.1 振幅変調波のスペクトル .....	79
4.1.2 振幅変調波の電力 .....	84
4.1.3 振幅変調波のベクトル表示 .....	85
4.1.4 振幅変調方式の種類 .....	86
4.1.5 変復調器 .....	87
4.2 角度変調 .....	93
4.2.1 位相変調と周波数変調 .....	93
4.2.2 角度変調信号の波形と電力 .....	93
4.2.3 角度変調波のスペクトル .....	94
4.2.4 変復調器 .....	97
4.3 パルス変調 .....	100
4.4 パルス符号変調 .....	100
4.4.1 量 子 化 .....	101
4.4.2 符 号 化 .....	102
4.4.3 符 号 器 .....	104
4.5 多 重 化 .....	107
4.5.1 周波数分割多重化 .....	108

4.5.2 時分割多重化	109
演習問題	111

## 5. 中継伝送

5.1 熱雑音	112
5.1.1 熱雑音の振幅分布	112
5.1.2 抵抗体の熱雑音等価回路	113
5.1.3 抵抗雑音源の固有電力	114
5.1.4 散射雑音	115
5.1.5 雑音指数	116
5.2 非直線ひずみ	119
5.2.1 非直線特性の仮定	120
5.2.2 2次ひずみの種類と電力	120
5.2.3 3次ひずみの種類と電力	122
5.2.4 ひずみの相加——群1と群2	123
5.2.5 ひずみの周波数分布	125
5.3 多重信号の負荷容量	128
5.3.1 動作中の通話路数	129
5.3.2 音量	129
5.3.3 回線の基準点	129
5.3.4 市外台における音量分布	130
5.3.5 多重信号のピーク電力	130
5.3.6 多重信号の等価音量	131
5.3.7 多重通話路の負荷容量	132
5.4 帰還増幅器	133
5.4.1 帰還増幅器の構成	134
5.4.2 帰還の効果	134
5.4.3 帰還増幅器の安定性——ナイキスト線図	137
5.4.4 ボードの負帰還増幅器設計法	138
5.5 FDM 中継系の雑音設計	143
5.5.1 $S/N$	143
5.5.2 CCITT 雑音規格との関係	145
5.6 PCM 伝送	146

5.6.1	伝送符号	146
5.6.2	伝送符号の電力密度スペクトル	150
5.6.3	再生中継器の機能	151
5.6.4	$S/N$ と誤り率	151
5.6.5	等 化	154
5.6.6	アイダイアグラム	158
5.6.7	タイミング	159
	演習問題	161

## 6. 通信回線の構成

6.1	通信網	162
6.2	伝送方式と適用領域	165
6.3	2線式回線と4線式回線	167
6.3.1	ハイブリッドコイル	168
6.3.2	鳴 音	170
6.3.3	反 響	171
6.4	伝送基準	172
6.4.1	通話品質と伝送品質	172
6.4.2	伝送品質, 伝送損の配分	174
6.5	音声伝送方式	175
6.5.1	負性インピーダンス変換器	176
6.5.2	NIC の挿入方法	177
6.6	短距離伝送方式	179
6.6.1	短距離搬送方式の発達	179
6.6.2	短距離搬送方式に特有な技術	180
6.6.3	T-12 SR 方式の概要	181
6.7	長距離伝送方式	182

## 7. アナログ多重伝送方式

7.1	多重伝送技術の歩み	184
7.2	多重化端局装置	185

7.2.1	多重化プロセス	185
7.2.2	変調器	187
7.2.3	フィルタ	188
7.2.4	搬送電流供給装置	188
7.3	標準擬似回線と雑音配分	190
7.4	中継伝送路	191
7.4.1	伝送帯域と中継間隔	191
7.4.2	中継伝送路の構成	192
7.5	中継系の特性	195
7.6	海底同軸ケーブル方式	196

## 8. デジタル多重伝送方式

8.1	デジタル伝送方式の発達	199
8.2	PCM-24 方式	200
8.2.1	フレーム構成	201
8.2.2	圧伸特性	202
8.2.3	フレーム同期	203
8.2.4	中継器の給電・監視	204
8.3	高次群の形成	205
8.3.1	ビット単位多重化によるフレーム構成	205
8.3.2	パルススタッフィングによる同期	207
8.4	FDM 方式との相互接続	207

文	献	209
演習問題	解答	210
索	引	211