

# 目 次

## 1. 通信システムと通信媒体

1.1 通信システム	1
1.1.1 通信と通信システム	1
1.1.2 通信システムの一般形	2
1.1.3 通信媒体	3

## 2. 信号の表現と解析

2.1 決定論的信号の表現	5
2.1.1 フーリエ級数：周期信号の表現	6
2.1.2 フーリエ変換：非周期的信号の表現	16
2.1.3 フーリエ変換の性質	20
2.2 信号の伝送とスペクトル	30
2.2.1 伝達関数とインパルス応答	30
2.2.2 線形システムのフィルタ特性	33
2.2.3 理想フィルタ	34
2.2.4 立上り時間とパルス幅あるいは帯域幅	36
2.2.5 回路応答のエネルギー密度スペクトル	39
2.2.6 電力密度スペクトル	39
2.3 不規則信号と雑音の表現	41
2.3.1 確率過程と時系列	42
2.3.2 確率密度関数と確率分布関数	42
2.3.3 確率密度関数の例	45
2.3.4 相関関数	47
2.3.5 不規則信号の電力密度スペクトル	49
2.3.6 白色雑音	51
2.3.7 不規則信号によるシステム応答	52
2.3.8 帯域通過雑音	53

2.3.9	雑音等価帯域幅	59
-------	---------	----

### 3. 変調理論

3.1	変調の意味	61
3.1.1	変調とは何か	61
3.1.2	変調における周波数領域の利用	62
3.1.3	変調における時間領域の利用 (標本化の定理)	66
3.2	符号化の意味	72
3.2.1	情報の量とその伝達	72
3.2.2	通信の効率と符号化	74
3.2.3	高信頼性デジタル通信システム設計のための符号化	75

### 4. 振幅変調

4.1	振幅変調	77
4.1.1	正弦状信号による振幅変調	77
4.1.2	振幅変調の一般形	81
4.1.3	AM 波形の発生	83
4.1.4	AM 波の側波帯と搬送波の電力および効率	88
4.2	単側波帯通信 (SSB)	90
4.2.1	搬送波抑圧 AM と SSB	90
4.2.2	SSB 信号の発生	91
4.3	残留側波帯通信	95
4.3.1	SSB と VSB	95
4.3.2	VSB 用フィルタの伝達特性	97
4.4	振幅変調信号の復調理論	98
4.4.1	積変調による AM 信号の復調理論	98
4.4.2	一般形 AM 信号の検波装置	101
4.5	周波数分割多重通信	104
4.5.1	SSB による多重の方法	105
4.6	振幅変調方式の雑音	107
4.6.1	同期検波を行う方式の雑音	107
4.6.2	包絡線検波を行う方式の雑音	110

演習問題 .....	112
------------	-----

## 5. 角度変調

5.1 角度変調, 位相と周波数 .....	113
5.1.1 瞬時周波数 .....	113
5.1.2 位相変調 .....	114
5.1.3 周波数変調 .....	114
5.1.4 PM と FM との関係 .....	115
5.2 狭帯域角度変調 .....	118
5.2.1 狭帯域 FM .....	118
5.2.2 狭帯域角度変調器 .....	122
5.3 広帯域角度変調 .....	122
5.3.1 広帯域 FM 波の式の導出 .....	122
5.3.2 広帯域 FM 波のスペクトル .....	123
5.3.3 FM 波の帯域幅 .....	125
5.3.4 広帯域位相変調 .....	128
5.4 多周波信号の角度変調 .....	129
5.5 角度変調波の電力 .....	130
5.6 角度変調波の発生 .....	131
5.6.1 FM 波間接発生方式 .....	131
5.6.2 FM 波直接発生方式 .....	133
5.7 角度変調波の復調 .....	137
5.7.1 周波数弁別器 .....	137
5.8 角度変調波の雑音 .....	140
5.8.1 周波数変調波の雑音 .....	140
5.8.2 FM 波の信号対雑音比 .....	144
演習問題 .....	150

## 6. パルス変調

6.1 標本化の定理 .....	151
6.1.1 定理 .....	151

6.1.2	標本化定理の証明	152
6.2	パルス振幅変調 (PAM)	154
6.2.1	PAM (Pulse-Amplitude Modulation) の原理	154
6.2.2	自然標本化	159
6.2.3	瞬時標本化	161
6.2.4	PAM 信号の伝送と復調	163
6.3	パルス幅変調とパルス位置変調 (PWM と PPM)	165
6.3.1	PWM (Pulse-Width Modulation)	165
6.3.2	PPM (Pulse-Position Modulation)	167
6.4	時分割多重通信	169
6.4.1	時分割多重通信の方法	169
6.4.2	時分割多重通信における同期	170
6.4.3	時分割多重通信の帯域幅	171
6.4.4	漏 話	171
6.5	パルス変調方式の雑音	173
6.5.1	PAM の雑音と SN 比	174
6.5.2	時分割多重 PAM の SN 比	175
6.5.3	PPM, PWM の SN 比	177
	演 習 問 題	181

## 7. パルス符号変調

---

7.1	量子化と符号化	183
7.1.1	量子化と符号化	183
7.1.2	量子化の問題点	185
7.1.3	符 号 化	188
7.2	PCM の復調	190
7.2.1	PCM の送受信システム	190
7.2.2	復 号 器	191
7.3	デルタ変調と $\Delta$ - $\Sigma$ 変調	192
7.3.1	デルタ変調 ( $\Delta M$ )	192
7.3.2	$\Delta$ - $\Sigma$ 変調	193

7.4 予測符号化方式 .....	194
7.4.1 差分 PCM .....	195
7.4.2 適応 $\Delta M$ .....	198
7.4.3 適応 PCM .....	199
7.5 PCM 多重通信 .....	199
7.5.1 PCM 多重の原理 .....	199
7.5.2 PCM 多重の実際 .....	201
演 習 問 題 .....	204
<b>8. デジタル変調方式の基礎</b>	
8.1 デジタル変調方式とは .....	205
8.2 信号検出の理論 .....	206
8.2.1 整合フィルタの原理 .....	207
8.2.2 信号検出の誤り率 .....	211
8.3 振幅シフトキーイング (ASK) .....	216
8.3.1 ASK の原理と帯域幅 .....	216
8.3.2 ASK の復調と誤り率 .....	217
8.4 位相シフトキーイング (PSK) .....	217
8.5 周波数シフトキーイング (FSK) .....	220
8.5.1 FSK の原理と復調 .....	220
8.5.2 FSK の誤り率 .....	221
演 習 問 題 .....	223
付 録 .....	224
参 考 文 献 .....	228
索 引 .....	230