

アマチュアデジタル標準規格

平成 25 年 1 月 15 日 第 1.0 版

平成 25 年 4 月 18 日 第 1.01 改訂

八重洲無線株式会社

目次

1	改訂履歴	2
2	概要	6
3	無線設備の技術的条件.....	7
3.1	一般的条件	7
(1)	無線周波数帯	7
(2)	変調方式	7
(3)	通信方式	7
(4)	空中線電力.....	7
(5)	電波の型式.....	7
(6)	チャンネル間隔	7
(7)	信号伝送速度	7
(8)	フレーム長.....	7
(9)	音声符号化方式.....	7
(10)	秘匿機能.....	7
3.2	変調方式に関する条件	7
(1)	変復調方式.....	7
(2)	符号化	8
(3)	送信ベースバンド帯域制限.....	8
(4)	受信ベースバンド帯域制限.....	8
3.3	送信装置に関する条件	9
(1)	周波数の許容偏差	9
(2)	占有周波数帯域幅の許容値.....	9
(3)	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	9
(4)	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	9
(5)	空中線電力の許容偏差	9
(6)	筐体輻射	9
(7)	伝送速度の許容偏差	9
(8)	周波数偏移.....	9
(9)	変調精度	9
3.4	受信装置に関する条件	9
(1)	受信感度	9
(2)	副次的に発する電波等の強度	9
(3)	筐体輻射	10
4	通信制御方式.....	11
4.1	通信方式概要.....	11

(1) 無線チャネル構成	11
(2) データ種別.....	11
(3) 通信路種別.....	11
4.2 V/D mode (音声/データ同時通信モード).....	13
4.2.1 V/D mode type1 (音声/データ同時通信モード1)	13
(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)	13
(2) CC (Communication CH).....	14
(3) FS (Frame Sync).....	14
(4) FICH (Frame Information CH)	14
(5) CSD (Callsign Data)の内訳.....	16
(6) DCH (Data CH)の内訳.....	17
(7) VCH (Voice CH)の内訳	18
4.2.2 V/D mode type2 (音声/データ同時通信モード2).....	19
(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)	19
(2) CC (Communication CH).....	19
(3) FS (Frame Sync).....	20
(4) FICH (Frame Information CH)	20
(5) CSD (Callsign Data)の内訳.....	20
(6) DCH (Data CH)の内訳.....	20
(7) VCH (Voice CH)と VeCH (Voice Extend CH) の内訳.....	21
4.2.3 V/D mode(音声/データ同時通信モード)における Type1/Type2 の切替	21
4.3 Data FR mode (高速データ通信モード).....	22
(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)	22
(2) CC (Communication CH).....	22
(3) FS (Frame Sync).....	23
(4) FICH (Frame Information CH)	23
(5) CSD (Callsign Data)の内訳.....	23
(6) DCH (Data CH)の内訳.....	23
(7) DCH (Data CH)のブロック管理.....	24
4.4 Voice FR mode (高音質音声フルレートモード).....	26
(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)	26
(2) CC (Communication CH).....	26
(3) FS (Frame Sync).....	27
(4) FICH (Frame Information CH)	27
(5) CSD (Callsign Data)の内訳.....	27
(6) DCH (Data CH)の内訳.....	27

(7) VCH (Voice CH)の内訳	27
4.5 エラーチェックビットの詳細	29
(1) FICH 部	29
(2) DCH 部	31
(3) VCH 部と VeCH 部	34
4.6 通信チャネルの起動／保持／停止条件	35
(1) 通信チャネルの起動手順	35
(2) 通信チャネルの保持条件	35
(3) 通信チャネルの停止条件	35
4.7 フレーム同期	35
(1) 同期確立条件	35
(2) 同期外れ条件	35
Appendix	36
A. 拡大 Golay 符号(24,12,8).....	36
B. 畳み込み符号器 符号化率 $R=1/2$ 拘束長 $K=5$	37

2 概要

本標準規格は、アマチュア無線向けのデジタル通信システム条件を規定するものである。本システムの概要および本仕様書の適用範囲を図 2-1 に示す。

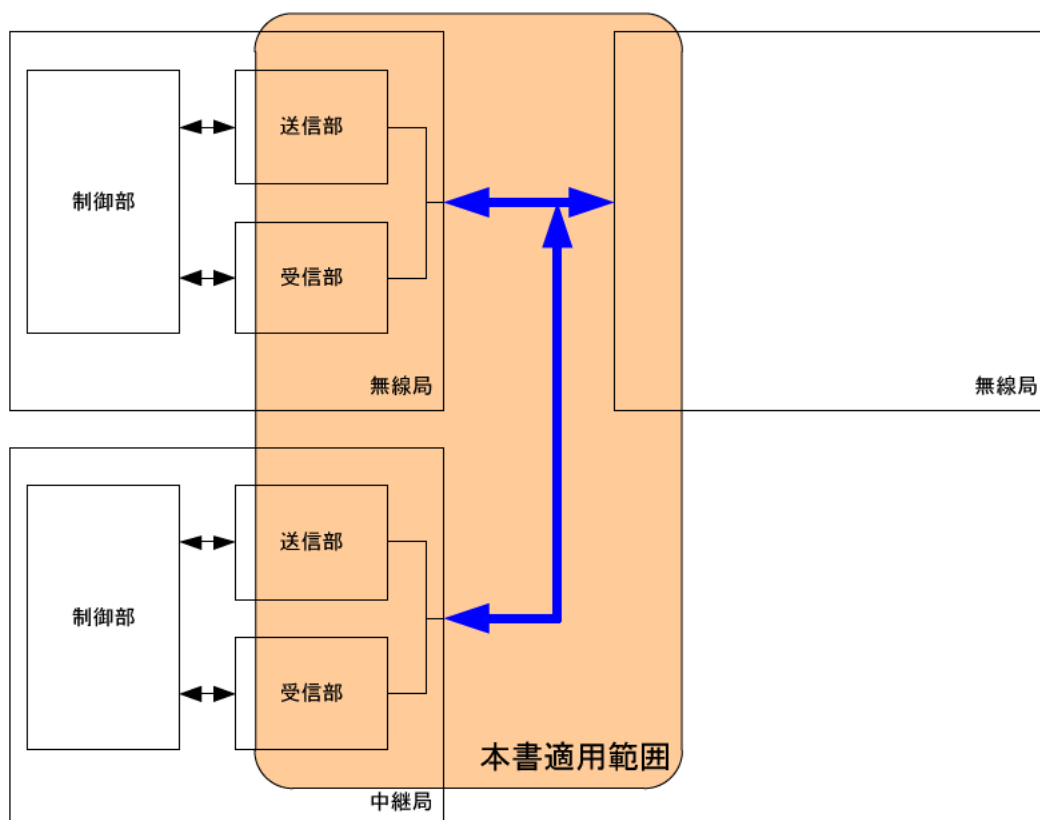


図 2-1 システム構成と本仕様書適用範囲

無線局間は直接通信を基本とした1波プレストーク方式とする。通信方式は運用により単信方式、単向通信方式または同報通信方式とする。

中継局は無線局の上り搬送波をビット再生し、別搬送波にて無線局へ送出する。

また、無線区間通信は4値周波数偏位変調方式(4値FSK)を用いて行う。伝送速度は9.6kbpsとする。

3 無線設備の技術的条件

3.1 一般的条件

(1) 無線周波数帯

アマチュア無線用に割り当てされている周波数帯とすること。

(2) 変調方式

変調方式は4値FSK方式とすること。

(3) 通信方式

通信方式は SCPC(Single Channel Per Carrier)による単信方式、単向通信方式または同報通信方式とすること。

(4) 空中線電力

免許されている空中線電力以下とすること。

(5) 電波の型式

電波の型式は F1D(データ)、及びF7W(データ&音声)とすること。

(6) チャンネル間隔

アマチュア無線で規定されているチャンネル間隔とすること。

(7) 信号伝送速度

信号伝送速度は 9.6kbps とすること。

(8) フレーム長

フレーム長は 100ms とすること。

(9) 音声符号化方式

音声符号化速度は、誤り訂正を含め 7.2kbps 以下とすること。

(10) 秘匿機能

秘匿機能は設けないこと。

3.2 変調方式に関する条件

(1) 変復調方式

4値FSK方式とすること。

変調手順を図 3-1 に、復調手順を図 3-2 に示す。

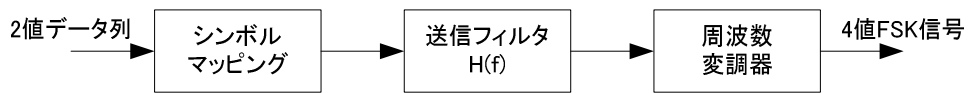


図 3-1 4 値 FSK 変調手順

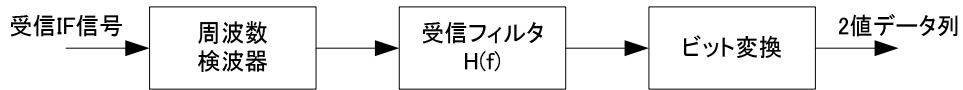


図 3-2 4 値 FSK 復調手順

(2) 符号化

シリアル入力の 2 値データ系列は、信号フォーマットの先頭ビットからダイビット化され、4 値 FSK の各シンボルにマッピング後、変調系に入力される。ダイビット、シンボルおよび周波数偏位の対応関係を表 3-1 に示す。

表 3-1 4 値 FSK のマッピング

ダイビット	シンボル	周波数偏位
00	+1	+900Hz
01	+3	+2700Hz
10	-1	-900Hz
11	-3	-2700Hz

(3) 送信ベースバンド帯域制限

4 値シンボルは下記に規定する送信フィルタ $H(f)$ によりベースバンド帯域制限が行われる。

$$|H(f)| = \begin{cases} 1 & 0 \leq |f| < (1-\alpha)/2T \\ \cos\left[\frac{T}{4\alpha}(2\pi|f| - \pi(1-\alpha)/T)\right] & (1-\alpha)/2T \leq |f| < (1+\alpha)/2T \\ 0 & (1+\alpha)/2T \leq |f| \end{cases}$$

ただし、 T (シンボル間隔)= $1/4800$ 、 α (ロールオフ率)= 0.2 であること。

(4) 受信ベースバンド帯域制限

周波数検波された信号は、下記に規定する送信フィルタ $H(f)$ によりベースバンド帯域制限が行われる。

$$|H(f)| = \begin{cases} 1 & 0 \leq |f| < (1-\alpha)/2T \\ \cos\left[\frac{T}{4\alpha}(2\pi|f| - \pi(1-\alpha)/T)\right] & (1-\alpha)/2T \leq |f| < (1+\alpha)/2T \\ 0 & (1+\alpha)/2T \leq |f| \end{cases}$$

ただし、 T (シンボル間隔)= $1/4800$ 、 α (ロールオフ率)= 0.2 であること。

3.3 送信装置に関する条件

- (1) 周波数の許容偏差
無線局設備規則に準拠すること。
- (2) 占有周波数帯域幅の許容値
無線局設備規則に準拠すること。
- (3) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値
無線局設備規則に準拠すること。
- (4) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
無線局設備規則に準拠すること。
- (5) 空中線電力の許容偏差
無線局設備規則に準拠すること。
- (6) 筐体輻射
規定しない。
- (7) 伝送速度の許容偏差
±5ppm 以内であること。
- (8) 周波数偏移
(+3、+3、-3、-3、+3、+3、-3、-3)の符号列の繰り返しを変調信号として入力した場合の周波数偏移は、4050Hz 以上 4950Hz 以下の範囲にあること。
- (9) 変調精度
10%以下とすること。

3.4 受信装置に関する条件

無線設備規則第3章第24条ならびに第25条の規定を満足する性能を有すること。

- (1) 受信感度
符号長 511 ビット周期の 2 値擬似雑音系列で変調した信号をビット伝送した際のビット誤り率(BER)が表 3-2 に示す値であること。

表 3-2 受信感度

条件	スタティック
BER	1×10^{-2}
受信レベル	0.0dB μ V 以下

- (2) 副次的に発する電波等の強度
4nW 以下であること。

- (3) 筐体輻射
規定しない。

4 通信制御方式

4.1 通信方式概要

(1) 無線チャンネル構成

無線チャンネルの構成を図 4-1 に示す。

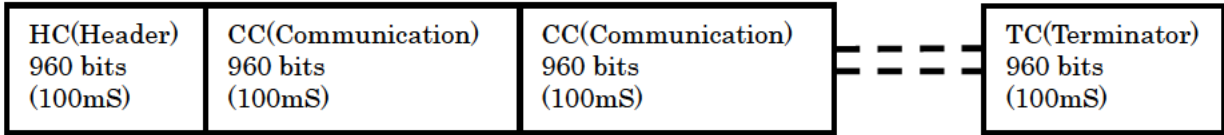


図 4-1 無線チャンネル構成

送信時、最初に Header Frame が来て、送る音声やデータが CC Frame にて送られ、最後に Terminator Frame が来る。

各 Frame は全て 960bit(100msec@9600bps)で定義される。

HC,CC,TC の詳細は後述。

(2) データ種別

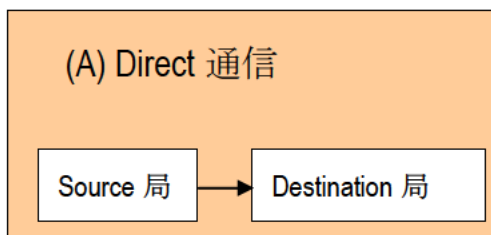
4通り。

- (a) V/D mode type1 (音声/データ同時通信モード1)
- (b) V/D mode type2 (音声/データ同時通信モード2)
- (c) Data FR mode (高速データ通信モード)
- (d) Voice FR mode (高音質音声フルレートモード)

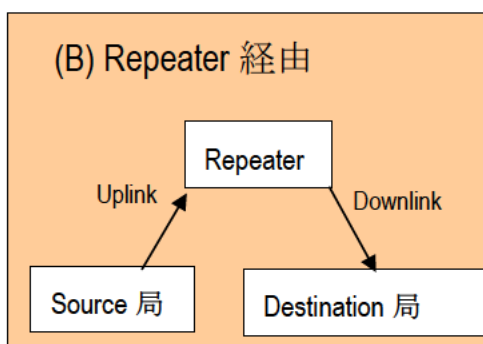
(3) 通信路種別

下記 4 通りのルート(図 4-2、図 4-3、図 4-4、図 4-5)を想定する。

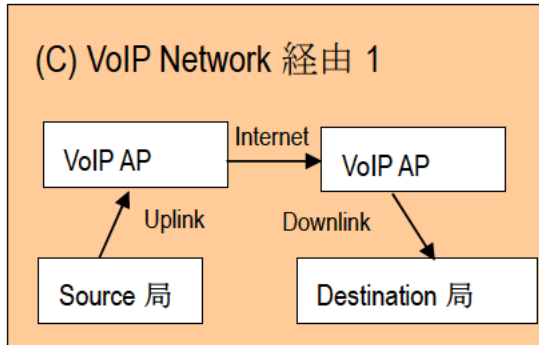
(a)直接波(Direct)通信(図 4-2)



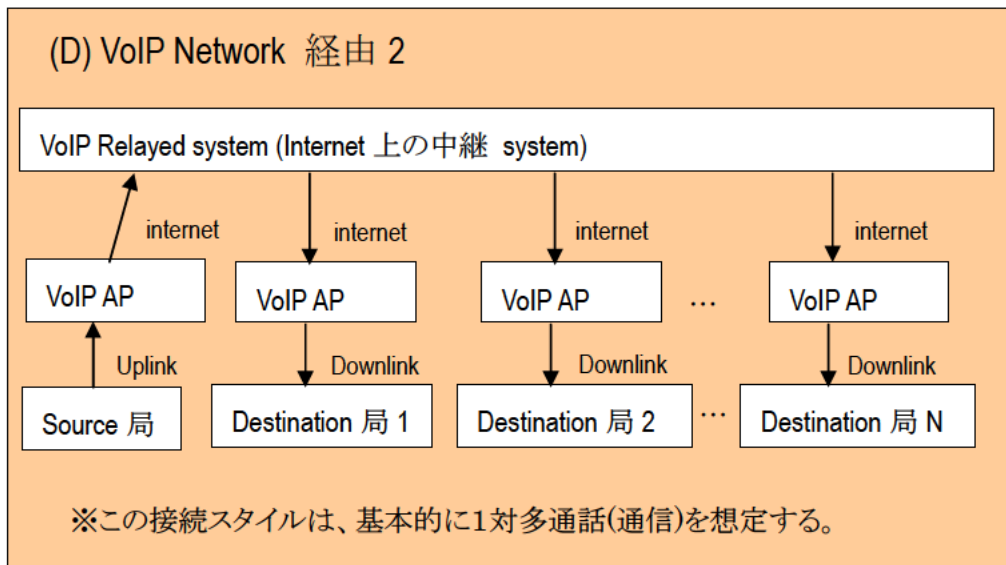
(b) Repeater 経由の通信(図 4-3)



(c) VoIP system 経由の通信 1 (図 4-4)



(d) VoIP system 経由の通信 2 (図 4-5)



※Source 局は、信号を送信する局、Destination 局は、信号を受信する局を示す。

※VoIP AP は、VoIP system の基地局(Access Point 局)を想定する。

※VoIP Relayed system は、Internet network 内に存在する音声の中継システムを想定する。

※これらの通信路種別は、FICH 情報(後述)内にある、MR 値、VoIP 値などから判断する。

※(a)~(d)のすべてにおいて、第3者がその通信を受信することを妨げない(受信可能)。

4.2 V/D mode (音声/データ同時通信モード)

4.2.1 V/D mode type1 (音声/データ同時通信モード1)

フレーム構成を図 4-6 に示す。

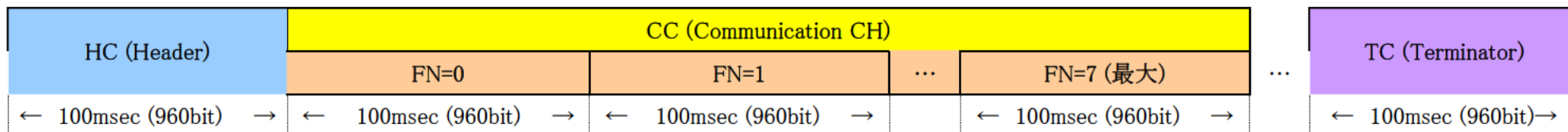


図 4-6 フレーム構成図

※上記 CC 部に音声や重畳するデータ等が入り、送信中はこの部分を繰り返し送信する。

※送りたい送信データの情報量により、上記 CC 部の繰り返しパターンが変化する。

(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)

Header と Terminator は基本的に同じ構造。構造図を図 4-7 に示す。(HC/TC は、FICH 内にある FI 値で区別。)

FS	FICH	DCH-1(0)	DCH-2(0)	DCH-1(1)	DCH-2(1)	DCH-1(2)	DCH-2(2)	DCH-1(3)	DCH-2(3)	DCH-1(4)	DCH-2(4)	bit 数
40	200	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	合計 960bit

図 4-7 HC & TC 構造図

Frame 内の bit 内訳

FS	Frame sync.	同期シンボル。(詳細は(3)項参照)
FICH	Frame Information CH	フレーム情報チャンネル。(詳細は(4)項参照)
DCH-1	Data CH-1	Header の DCH-1 には、CSD1 (Callsign Data 1)を 5 分割(72bit*5=360bit)したものが入る。(CSD1 の詳細は(5)項参照) $DCH-1 = DCH-1(0) + DCH-1(1) + DCH-1(2) + DCH-1(3) + DCH-1(4)$
DCH-2	Data CH-2	Header の DCH-2 には、CSD2 (Callsign Data 2)を 5 分割(72bit*5=360bit)したものが入る。(CSD2 の詳細は(5)項参照) $DCH-2 = DCH-2(0) + DCH-2(1) + DCH-2(2) + DCH-2(3) + DCH-2(4)$

※CSD: Callsign Data (呼出符号情報)

※CSD2 に情報が無い時は、0x20(Space)で埋める。(Direct 送信時)

(2) CC (Communication CH)

実音声や重畳データの構造図を図 4-8 に示す。

FS	FICH	DCH(0)	VCH(0)	DCH(1)	VCH(1)	DCH(2)	VCH(2)	DCH(3)	VCH(3)	DCH(4)	VCH(4)	bit 数
40	200	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	

図 4-8 CC 構造図

合計 960bit

Frame 内の bit 内訳

- FS Frame sync. 同期シンボル。(詳細は(3)項参照)
 - FICH Frame Information CH フレーム情報チャンネル。(詳細は(4)項参照)
 - DCH Data CH DCH には、CSD(Callsign Data)や、重畳して送るテキストデータ等が入る。(合計 360bit 分) (詳細は(5)、(6)項参照)
 - VCH Voice CH VCH には、Vocoder の音声が入る。(72bit 当たり 20msec 分で合計 100msec 分の音声情報が入る。)(詳細は(7)項)
- この部分は、音声送信が行われている間、繰り返し送信される。(繰り返すパターンは、(6)項参照)

(3) FS (Frame Sync)

同期信号(40bit) D471C9634D

(4) FICH (Frame Information CH)

FICH 部は、200bit で構成され、実データ(32bit)と、チェックビット(168bit)が含まれる。(チェックビットの詳細は 4.5 (1)項参照)

FICH 実データの構造図を図 4-9 に示す。

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
FI	CS	CM	BN	BT	FN	FT	reserved	MR	VolP	DT	SQL	SC(Squelch code)																			

図 4-9 FICH 実データ構造

FICH 実データのフィールド構成を表 4-1 示す。

表 4-1 FICH 実データのフィールド構成

フィールド名称	ビット長	フィールドの定義
フレーム種別 (FI : Frame Information)	2	フレームの無線チャンネル種別を示す。 00 : 先頭チャンネル(HC) 01 : 通信チャンネル(CC) 10 : 終話チャンネル(TC) 11 : テストチャンネル
コールサイン種別 (CS : Callsign Information)	2	フレーム中のコールサインを示す。 00 : 予約 01 : 予約 10 : コールサイン1と2と3を付与 11 : 予約
呼び出し種別 (CM : Call Mode)	2	不特定多数宛または特定局宛を示す。 00 : 不特定多数宛 01 : 予約 10 : 予約 11 : 特定局宛
ブロック番号 (BN : Block Number)	2	データを分割送信する際のブロック番号を示す。
ブロック総数 (BT : Block Total)	2	データを分割送信する際のブロック総数を示す
フレーム番号 (FN : Frame Number)	3	データを分割送信する際のフレーム番号を示す。
フレーム総数 (FT : Frame Total)	3	データを分割送信する際のフレーム総数を示す。
メッセージ経路 (MR : Message Routing)	3	メッセージの伝達経路を示す。 000 : 直接波(Direct)通信 001 : Downlink(uplink not busy) 010 : Downlink(uplink busy) 011 : 予約 : 111 : 予約
音声経路 (VoIP)	1	音声の伝達経路を示す。 0:Local (simplex) 1: via Internet(repeated)
データ種別 (DT : Data Type)	2	音声およびデータの種別を示す。 00 : V/D mode type1 (音声/データ同時通信モード1) 01 : Data FR mode (高速データ通信モード) 10 : V/D mode type2 (音声/データ同時通信モード2) 11 : Voice FR mode (高音質音声フルレートモード)
SQL 形式 (SQL type)	1	0 : SQL コード有効 1 : SQL コード無効
SQL コード (SC : Squelch Code)	7	0000000 : No value 0000001 : SQL Code (1) . . . 1111110 : SQL Code (126) 1111111 : Break Out code

V/D mode type1(音声/データ同時通信モード 1)の時は、DT 値(Data Type) = 00 が指定される。

(5) CSD (Callsign Data)の内訳

Callsign Data は、アマチュア無線局の呼出符号情報が入るエリア。情報を表 4-2 に示す。

表 4-2 アマチュア無線局の呼出符号情報

Callsign Data		bit	呼出符号情報		情報内容
CSD1	Dest	80	Destination Callsign	宛先 Callsign	宛先 Callsign /Group Name 等を指定する。
	Src	80	Source Callsign	送信元 Callsign	送信元 Callsign を指定する。
CSD2	Downlink	80	DownLink Callsign	DownLink 局の Callsign	Repeater 局もしくは、VoIP 局の DownLink 側の Callsign が入る。
	Uplink	80	UpLink Callsign	UpLink 局の Callsign	Repeater 局もしくは、VoIP 局の UpLink 側の Callsign が入る。
CSD3	Rem1	40	Rermark text 1	Callsign 補足情報 1	Repeater 局もしくは、VoIP 局の DownLink 側の ID 情報が入る。
	Rem2	40	Remarks text 2	Callsign 補足情報 2	Repeater 局もしくは、VoIP 局の UpLink 側の ID 情報が入る。
	Rem3	40	Remarks text 3	Callsign 補足情報 3	VoIP 局の ID 番号(internet 上にある、中継 system の ID)が入る。
	Rem4	40	Remarks text 4	Callsign 補足情報 4	送信元の Radio ID を指定する。

CSD1/CSD2 部分の Callsign は、それぞれ実データで 10byte (80bit)にて構成される。

CSD3 の Rem1~Rem4 の ID 番号は、それぞれ 5byte (40bit)にて構成される。

Callsign Data は、Header、Terminator 及び、後述する DCH(Data CH)で扱う。

Radio ID:機器固有識別番号(5byte)。

Rem1/2 の情報は、Repeater 局が、自局の Uplink CH から入ってくる信号をそのまま Downlink CH へ送信(中継)する場合、自局(Repeater 局)が持つ Radio ID を載せる。

また、Internet 経由で中継されてくる信号を Downlink 側で送信する際には、VoIP 局の ID 情報を載せる。

DCH(Data CH)で送信する、Callsign の内容は、下記の通り。

CS=10(bin) CSD1 + CSD2 + CSD3 (Dest/Src/Down/Up/Rem1/2/3/4)

※CC(Communication CH)で CSD 情報を扱う事により、信号を途中から受信した場合でも、信号の所在を把握できる様にする。

(6) DCH (Data CH)の内訳

DCH 部は、360bit で構成され、実データ(160bit)と、チェックビット(200bit)が含まれる。(チェックビットの詳細は 4.5 (2)項参照)

V/D mode(音声/データ同時通信モード)では、PTT により音声送信中は、CC(Communication CH)の内容を繰り返し送信する。

この繰り返しパターンは、送りたい DT(Data)の量により、下記の通り変化する。

変化を表 4-3 に示す。

※DT 部分は、DT1~DT5 で合計 800bit (100byte)分の実データが扱える。

- FT Frame Total この FT 値毎に Frame を繰り返して送信する。
 - FN Frame Number FN 値が、繰り返す Frame に付与される整理番号。
 - CS Callsign Information CS=10(bin)固定
- (各値は、全て FICH 内に定義されている。)

表 4-3 V/D mode type1 の場合

FT	FN=0	FN=1	FN=2	FN=3	FN=4	FN=5	FN=6	FN=7	送信したいデータ長 (DT)	
2	CSD1	CSD2	CSD3						データ無しの場合	3 frame 毎にローリング
3	CSD1	CSD2	CSD3	DT1					DT=1~20byte の場合	4 frame 毎にローリング
4	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2				DT=21~40byte の場合	5 frame 毎にローリング
5	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3			DT=41~60byte の場合	6 frame 毎にローリング
6	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3	DT4		DT=61~80byte の場合	7 frame 毎にローリング
7	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5	DT=81~100byte の場合	8 frame 毎にローリング

(7) VCH (Voice CH)の内訳

音声信号の伝送速度は、誤り訂正符号を含め 3.6kbps 以下とする。音声符号化は、フレームサイズ 20ms (72 ビット)、音声符号 2.45kbps、誤り訂正符号 1.15kbps の Digital Voice Systems, Inc の AMBE+2™ Enhanced Half-Rate(3600bps)の規格に従う。

VCH へのビット割り当ては、1 フレーム(20ms)ごとに 49 ビットの音声符号化情報データと 23 ビットの誤り訂正データが生成され、5 フレーム(100ms:360 ビット)の音声符号化データで構成される。VCH のビット割り当ては図 4-10 のとおりである。

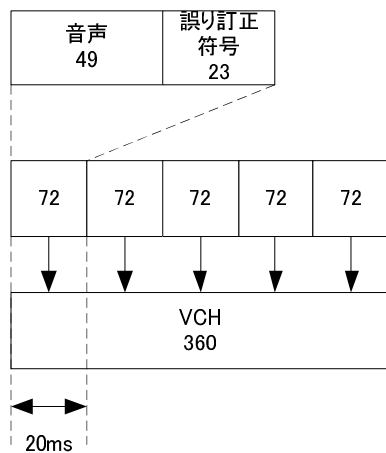


図 4-10 VCH のビット割り当て

4.2.2 V/D mode type2 (音声/データ同時通信モード 2)

フレーム構成を図 4-11 に示す。

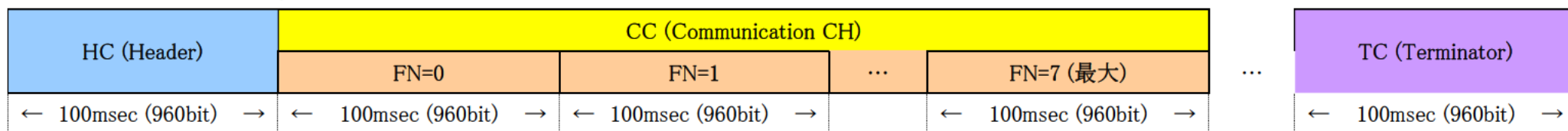


図 4-11 フレーム構成図

※上記 CC 部に音声や同時に重畳するデータ等が入り、送信中はこの部分を繰り返し送信する。

※送りたい送信データの情報量により、上記 CC 部の繰り返しパターンが変化する。

(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)

Header と Terminator は V/D mode type1 の場合と全く同じ(4.2.1 (1)項参照)。

(2) CC (Communication CH)

実音声や重畳データの構造図を図 4-12 に示す。

FS	FICH	DCH(0)	VCH (0)	VeCH(0)	DCH(1)	VCH (1)	VeCH(1)	DCH(2)	VCH (2)	VeCH(2)	DCH(3)	VCH (3)	VeCH(3)	DCH(4)	VCH (4)	VeCH(4)	bit 数
40	200	40	72	32	40	72	32	40	72	32	40	72	32	40	72	32	

図 4-12 CC 構造図

Frame 内の bit 内訳

FS	Frame sync.	同期シンボル。(詳細は(3)項参照)
FICH	Frame Information CH	フレーム情報チャンネル。(詳細は(4)項参照)
DCH	Data CH	DCH には、CSD(Callsign Data)や、重畳して送るテキストデータ等が入る。(合計 200bit 分) (詳細は(5)、(6)項参照)
VCH	Voice CH	VCH には、エラー訂正された音声が入る。(72/104bit 分の音声データ情報)(詳細は 4.5 (3)項参照)
VeCH	Voice Extend CH	VeCH には、エラー訂正された音声が入る。(32/104bit 分の音声データ情報) (詳細は 4.5 (3)項参照)

この部分は、音声送信が行われている間、繰り返し送信される。(繰り返すパターンは、(6)項参照)

(3) FS (Frame Sync)

4.2.1 (3)項と同じ。

(4) FICH (Frame Information CH)

4.2.1 (4)項と同じ。

V/D mode type2 の時は、DT 値(Data Type) = 10 が指定される。

(5) CSD (Callsign Data)の内訳

4.2.1 (5)項と同じ。

※V/D mode type2 では、(6)項の通り、20byte 毎に分割送信する必要がある。

(6) DCH (Data CH)の内訳

DCH 部は、200bit で構成され、実データ(80bit)と、チェックビット(120bit)が含まれる。(V/D mode type1 より少ない bit 構成) (チェックビットは 4.5(2)項参照)

V/D mode type1(音声/データ同時通信モード 1)と同様に、PTT により音声送信中は、CC(Communication CH)の内容を繰り返し送信する。

この繰り返しパターンは、送りたい DT(Data)の量により、下記の通り変化する。

変化を表 4-4 に示す。

※DT 部分は、DT1~DT2 で合計 160bit (20byte)分の実データが扱える。

FT	Frame Total	この FT 値毎に Frame を繰り返して送信する。
FN	Frame Number	FN 値が、繰り返す Frame に付与される整理番号。
CS	Callsign Information	CS=10(bin)固定 (各値は、全て FICH 内に定義されている。)

表 4-4 V/D mode type2 の場合

FT	FN=0	FN=1	FN=2	FN=3	FN=4	FN=5	FN=6	FN=7	送信したいデータ長 (DT)	
5	Dest	Src	Down	Up	Rem1+2	Rem3+4			データ無しの場合	6 frame 毎にローリング
6	Dest	Src	Down	Up	Rem1+2	Rem3+4	DT1		DT=1~10byte の場合	7 frame 毎にローリング
7	Dest	Src	Down	Up	Rem1+2	Rem3+4	DT1	DT2	DT=11~20byte の場合	8 frame 毎にローリング

(7) VCH (Voice CH)と VeCH(Voice Extend CH)の内訳

4.5 (3)項参照。

4.2.3 V/D mode(音声/データ同時通信モード)における Type1/Type2 の切替

通信中、送信情報としてテキストデータ付加が必要になった場合、情報量に応じて Type1、Type2 のモード切り替えを行う。

フレーム構成を図 4-13 に示す。

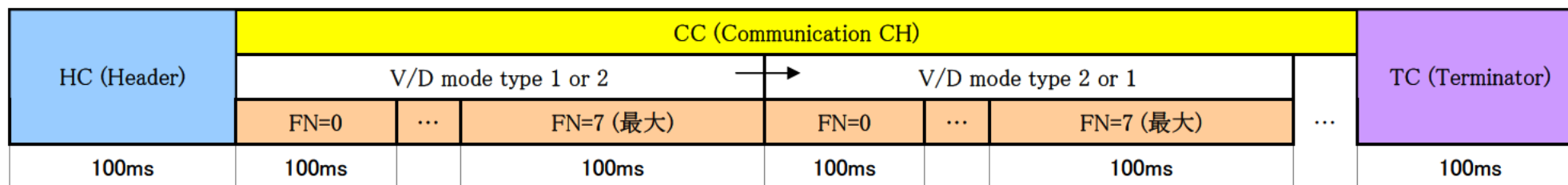


図 4-13 フレーム構成図

※送信中 Type 切替の要求があるまではローリングを行う(必ず 1 回以上ローリングをすること)。

4.3 Data FR mode (高速データ通信モード)

フレーム構成を図 4-14 に示す。

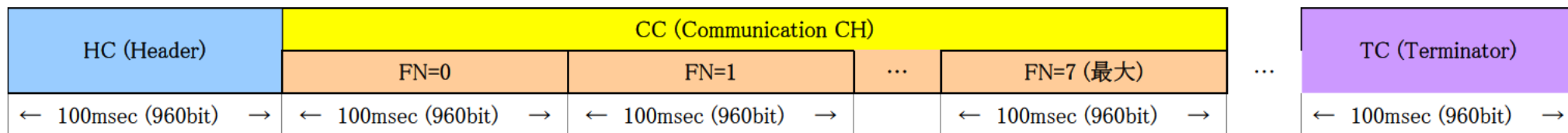


図 4-14 フレーム構成図

※上記 CC 部にデータ等が入る。大容量データでは、ブロック転送((7)項)をサポートする。

(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)

Header と Terminator は V/D mode の場合と全く同じ(4.2.1 (1)項参照)。

(2) CC (Communication CH)

データの構造図を図 4-15 に示す。

FS	FICH	DCH-1(0)	DCH-2(0)	DCH-1(1)	DCH-2(1)	DCH-1(2)	DCH-2(2)	DCH-1(3)	DCH-2(3)	DCH-1(4)	DCH-2(4)	bit 数
40	200	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	

図 4-15 CC 構造図

合計 960bit

Frame 内の bit 内訳

FS	Frame sync.	同期シンボル。(詳細は(3)項参照)
FICH	Frame Information CH	フレーム情報チャンネル。(詳細は(4)項参照)
DCH-1	Data CH-1	DCH-1 には、CSD(Callsign Data)や、重畳して送るテキストデータ等が入る。(合計 360bit 分) (詳細は(5)、(6)項参照)
DCH-2	Data CH-2	DCH-2 も DCH-1 と同じ。(合計 360bit 分) (詳細は(5)、(6)項参照)

$$\text{DCH-1} = \text{DCH-1(0)} + \text{DCH-1(1)} + \text{DCH-1(2)} + \text{DCH-1(3)} + \text{DCH-1(4)}$$

$$\text{DCH-2} = \text{DCH-2(0)} + \text{DCH-2(1)} + \text{DCH-2(2)} + \text{DCH-2(3)} + \text{DCH-2(4)}$$

$$\text{DCH} = \text{DCH-1} + \text{DCH-2}$$

このモードでは、同一データの繰り返し送信をしない。

(3) FS (Frame Sync)

4.2.1 (3)項と同じ。

(4) FICH (Frame Information CH)

4.2.1 (4)項と同じ。

Data FR mode (データ通信)の時は、DT 値(Data Type) = 01 が指定される。

(5) CSD (Callsign Data)の内訳

4.2.1 (5)項と同じ。

(6) DCH (Data CH)の内訳

DCH 部は、360bit 2 組で構成され、各 360bit 毎に、それぞれ実データ(160bit)と、チェックビット(200bit)が含まれる。(チェックビットの詳細は 4.5 (2)項参照)

※DT 部分は、DT1~DT13 で合計 2080bit (260byte)分の実データが扱える。

Data FR mode では同一データの繰り返し送信をしない。

送りたい DT(Data)の量による変化を表 4-5 に示す。

FT	Frame Total	この FT 値毎に Frame を繰り返して送信する。
FN	Frame Number	FN 値が、繰り返す Frame に付与される整理番号。
CS	Callsign Information	CS=10(bin)固定

(各値は、全て FICH 内に定義されている。)

表 4-5 Data FR mode の場合

FT	FN=0		FN=1		FN=2		FN=3		FN=4		FN=5		FN=6		FN=7		送信したいデータ長 (DT)
1	CSD1	CSD2	CSD3	DT1													DT=1~20byte の場合
2	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3											DT=21~60byte の場合
3	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5									DT=61~100byte の場合
4	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6	DT7							DT=101~140byte の場合
5	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6	DT7	DT8	DT9					DT=141~180byte の場合
6	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6	DT7	DT8	DT9	DT10	DT11			DT=181~220byte の場合
7	CSD1	CSD2	CSD3	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5	DT6	DT7	DT8	DT9	DT10	DT11	DT12	DT13	DT=221~260byte の場合

(7) DCH (Data CH)のブロック管理

上記 CC(FN=0~7)を1つのブロックとし、最大4ブロックの連続送信を規定する。

ブロックの構造図を図 4-16、図 4-17、図 4-18、図 4-19 に示す。

BT Block Total 連続送信するブロック数。

BN Block Number Block に付与される整理番号。

(各値は、全て FICH 内に定義されている。)

※4 ブロック合計で、260*4=最大 8320bit(1040byte)までの実データを扱う。

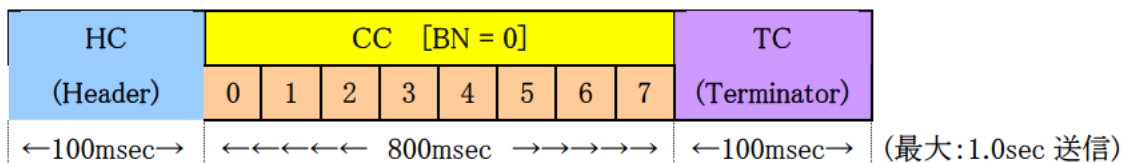


図 4-16 ブロック構造図(BT=0)

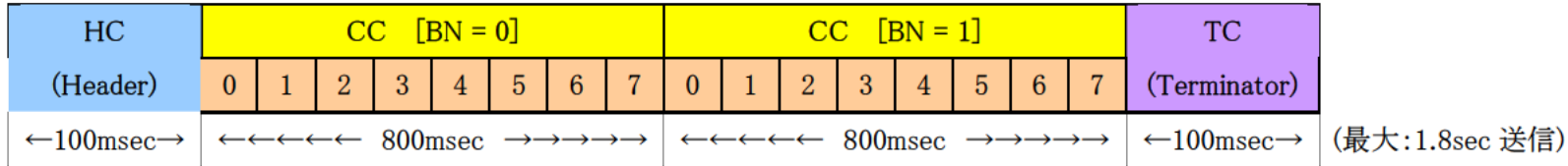


図 4-17 ブロック構造図(BT=1)

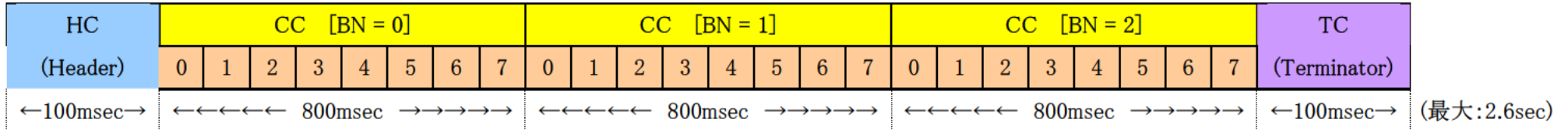


図 4-18 ブロック構造図(BT=2)

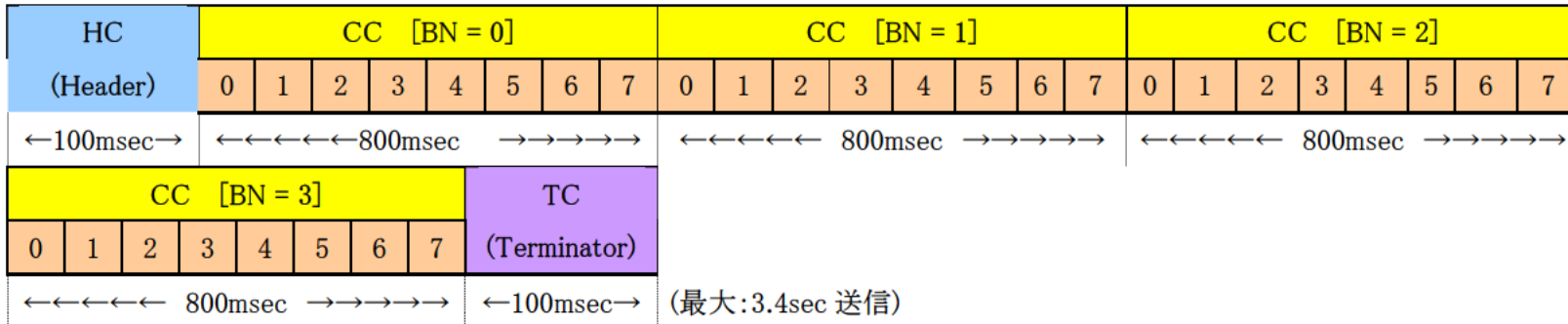


図 4-19 ブロック構造図(BT=3)

4.4 Voice FR mode (高音質音声フルレートモード)

フレーム構成を図 4-20 に示す。

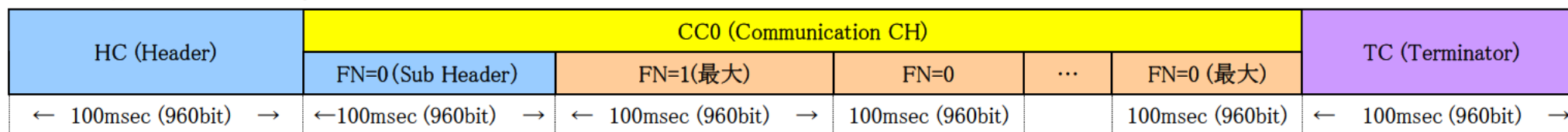


図 4-20 フレーム構成図

※HC だけでは**全ての Callsign 情報が送れない**為、HC 直後の最初の1フレームのみ特殊構造とする。

具体的には、HC 直後のみ FT=1 とし、その時の **FT=1/FN=0** のフレーム(CC0)のみ、CSD3 を含む特殊構造とする。それ以降は、全て AMBE の Full rate 転送とする。このパターンでは、最初の HC と最初の CC(Sub header(CSD3))を受信出来なかった場合、**Callsign 情報は得られない**。

(CSD3 の情報は **FT=1/FN=0** のフレーム以外からは一切得られない。

(1) HC (Header CH) 及び TC (Terminator CH)

Header と Terminator は V/D mode の場合と全く同じ(4.2.1 (1)項参照)。

(2) CC (Communication CH)

CC0(Sub Header CH) 実音声や重畳データの構造図を図 4-21 に示す。

FS	FICH	DCH(0)	DCH(1)	DCH(2)	DCH(3)	DCH(4)	Reserved	VCH(3)	VCH(4)
40	200	72	72	72	72	72	72	144	144

図 4-21 CC0 構造図

合計 960bit

CC 実音声の構造図を図 4-22 に示す。

FS	FICH	VCH(0)	VCH(1)	VCH(2)	VCH(3)	VCH(4)
40	200	144	144	144	144	144

図 4-22 CC 構造図

合計 960bit

Frame 内の bit 内訳

FS	Frame sync.	同期シンボル。(詳細は(3)項参照)
FICH	Frame Information CH	フレーム情報チャンネル。(詳細は(4)項参照)
DCH	Data CH	HC と CC0 で全ての Callsign 情報を送る。(詳細は(5)、(6)項参照)
VCH	Voice CH	VCH には、Vocoder の音声が入る。(全て AMBE の Full rate)(詳細は(7)項)

(3) FS (Frame Sync)

4.2.1 (3)項と同じ。

(4) FICH (Frame Information CH)

4.2.1 (4)項と同じ。

(5) CSD (Callsign Data)の内訳

HC と CC0 の DCH で全ての Callsign 情報を送る。

(6) DCH (Data CH)の内訳

テキストの送信は行えない。

(7) VCH (Voice CH)の内訳

音声信号の伝送速度は、誤り訂正符号を含め 7.2kbps 以下とする。音声符号化は、フレームサイズ 20ms (144 ビット)、音声符号 4.4kbps、誤り訂正符号 2.8kbps の Digital Voice Systems, Inc の AMBE+2™ Enhanced Full-Rate (7200bps)の規格に従う。

VCH へのビット割り当ては、1 フレーム(20ms)ごとに 88 ビットの音声符号化情報データと 56 ビットの誤り訂正データが生成され、5 フレーム(100ms:720 ビット)の音声符号化データで構成される。VCH のビット割り当ては図 4-23 のとおりである。

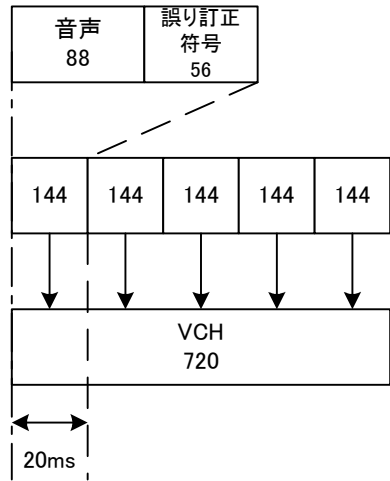


図 4-23 VCH のビット割り当て

4.5 エラーチェックビットの詳細

(1) FICH 部

フレーム情報チャネル(FICH : Frame Information CH)

(a) 符号化手順

FICH の符号化手順を図 4-24 に示す。

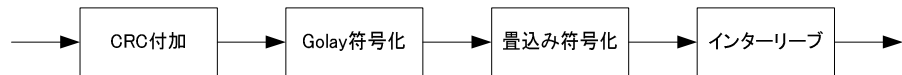


図 4-24 FICH の符号化手順

(b) 誤り検出符号

16 ビット CRC

生成多項式: $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

CRC 符号器の構成は図 4-25 に示すとおりであること。シフトレジスタ $S_{15} \sim S_0$ の初期値は All 0 とし、最後に全ビット反転すること。

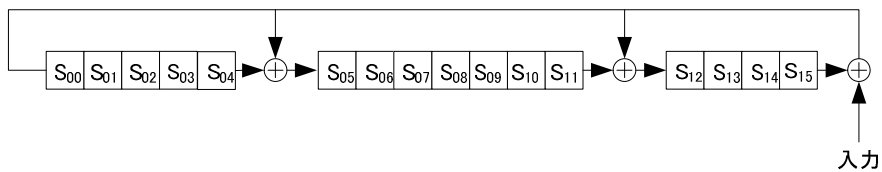


図 4-25 CRC16 符号器の構成

(c) Golay 符号化 (Appendix A 参照)

入力ビットを先頭から 12 ビットごとに分解し、それぞれに対し拡大 Golay 符号 (Golay(24,12,8))を行うこと。

(d) 畳込み符号化 (Appendix B 参照)

入力ビット列の末尾に固定ビット(All0)を 4 ビット付加した系列を入力として、次に示す畳込み符号化を行うこと。出力ビットは G_1 、 G_2 の順に交互に読み出すこと。

符号化率 $R=1/2$

拘束長 $K=5$

生成多項式: $G_1 = x^4 + x^3 + 1$
 $G_2 = x^4 + x^2 + x + 1$

(e) インターリーブ

入力ビットを 2 ビットごとに読み出しダイビット化した後、ブロック長 $M=5$ ダイビット、深さ $N=10$ のインターリーブを行うこと。

(f) 符号化の詳細

フレーム情報チャネルの符号化の詳細を図 4-26 に示す。

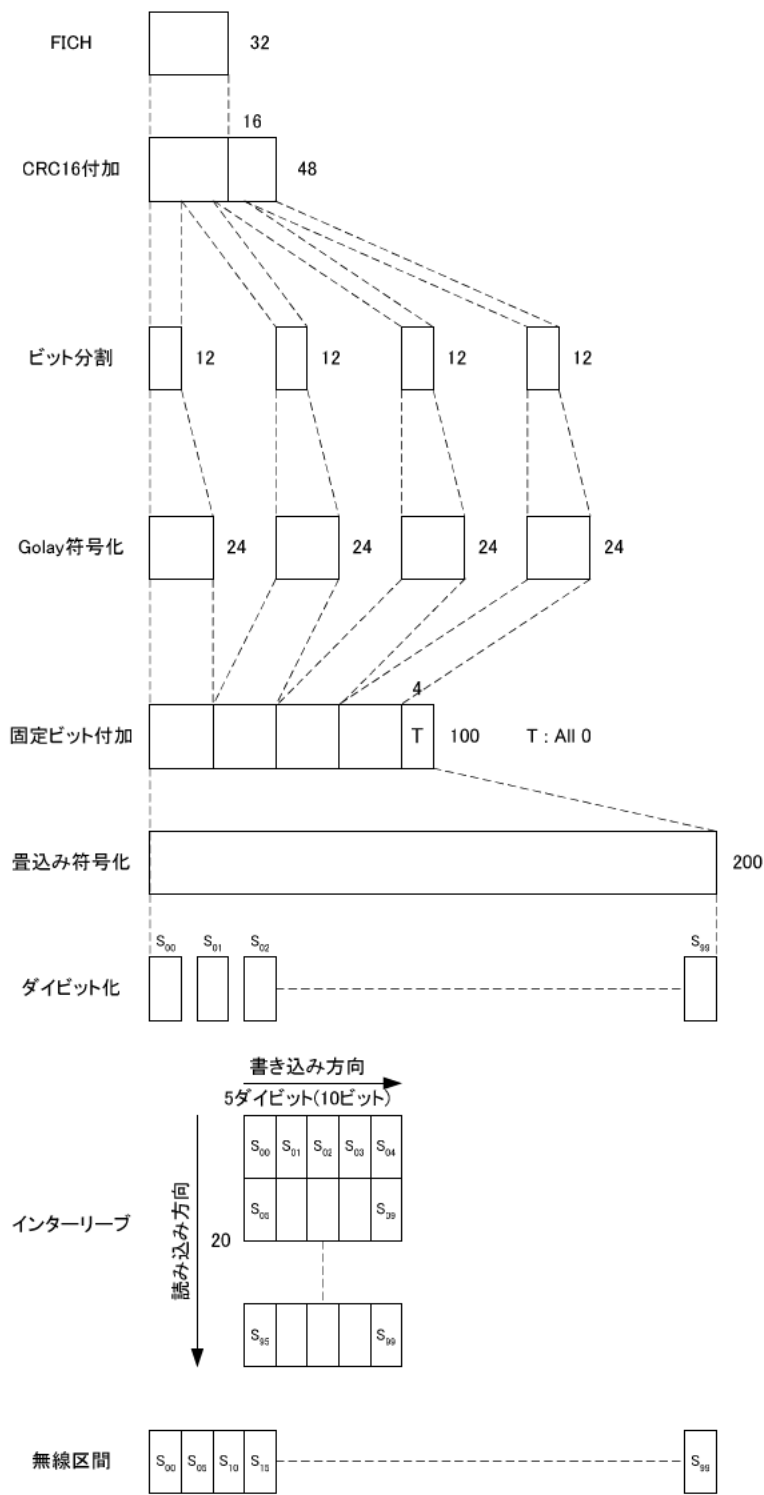


図 4-26 フレーム情報チャンネル(FICH)のコーディング方法

(2) DCH 部

データ通信チャネル(DCH : Data Channel)

(a) 符号化手順

1 ユニット分の符号化手順を図 4-27 に示す。

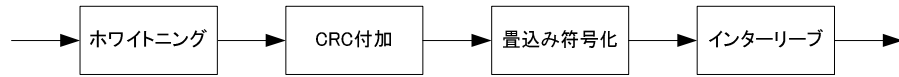
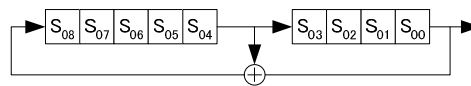


図 4-27 1 ユニットの符号化手順

(b) ホワイトニング

データ系列の白色化を目的とする。ホワイトニングパターンは、図 4-28 に示す PN(9,5)出力とし、ユニットの先頭ビットからそれぞれ排他的論理和されたビットをホワイトニング出力とする。シフトレジスタはユニットごとに初期化するものとする。



レジスタ	S ₀₈	S ₀₇	S ₀₆	S ₀₅	S ₀₄	S ₀₃	S ₀₂	S ₀₁	S ₀₀
初期値	1	1	1	0	0	1	0	0	1

図 4-28 ユニットのホワイトニングに用いる PN(9,5)の構成

(c) 誤り検出符号

16 ビット CRC

生成多項式: $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

CRC 符号器の構成は図 4-29 に示すとおりであること。シフトレジスタ S₁₅ ~ S₀₀ の初期値は All 0 とし、最後に全ビット反転すること。

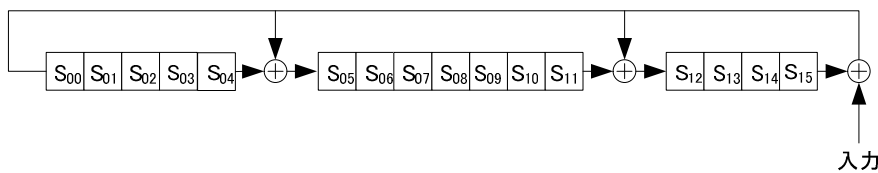


図 4-29 CRC16 符号器の構成

(d) 畳込み符号化 (Appendix B 参照)

入力ビット列の末尾に固定ビット(All0)を 4 ビット付加した系列を入力として、次に示す畳込み符号化を行うこと。出力ビットは G₁、G₂ の順に交互に読み出すこと。

符号化率 R=1/2

拘束長 K=5

生成多項式: $G_1 = x^4 + x^3 + 1$
 $G_2 = x^4 + x^2 + x + 1$

(e) インターリーブ

入力ビットを2ビットごとに読み出しダイビット化した後、ブロック長 M=9 ダイビット、深さ N=20 のインターリーブを行うこと。

(f) 符号化の詳細

1 ユニットの符号化の詳細を図 4-30、図 4-31 に示す。

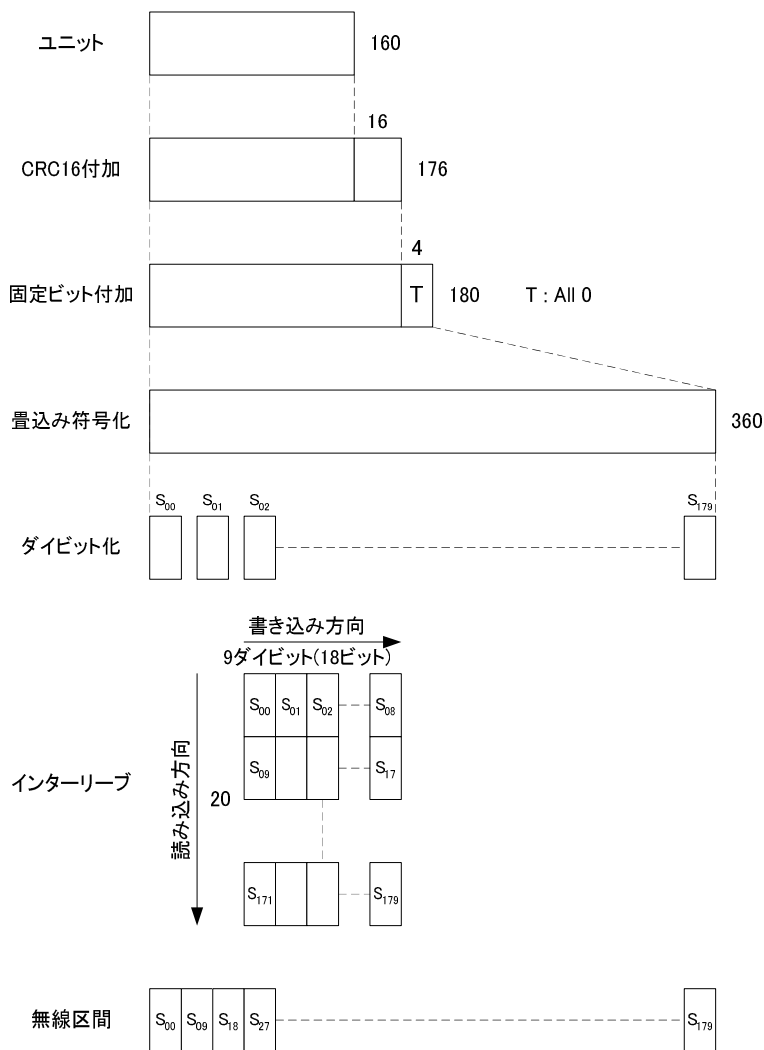


図 4-30 データ通信チャネル(DCH:HC(Header CH), TC(Terminator CH), V/D mode type1 の CC 及び Data FR mode の CC)のコーディング方法

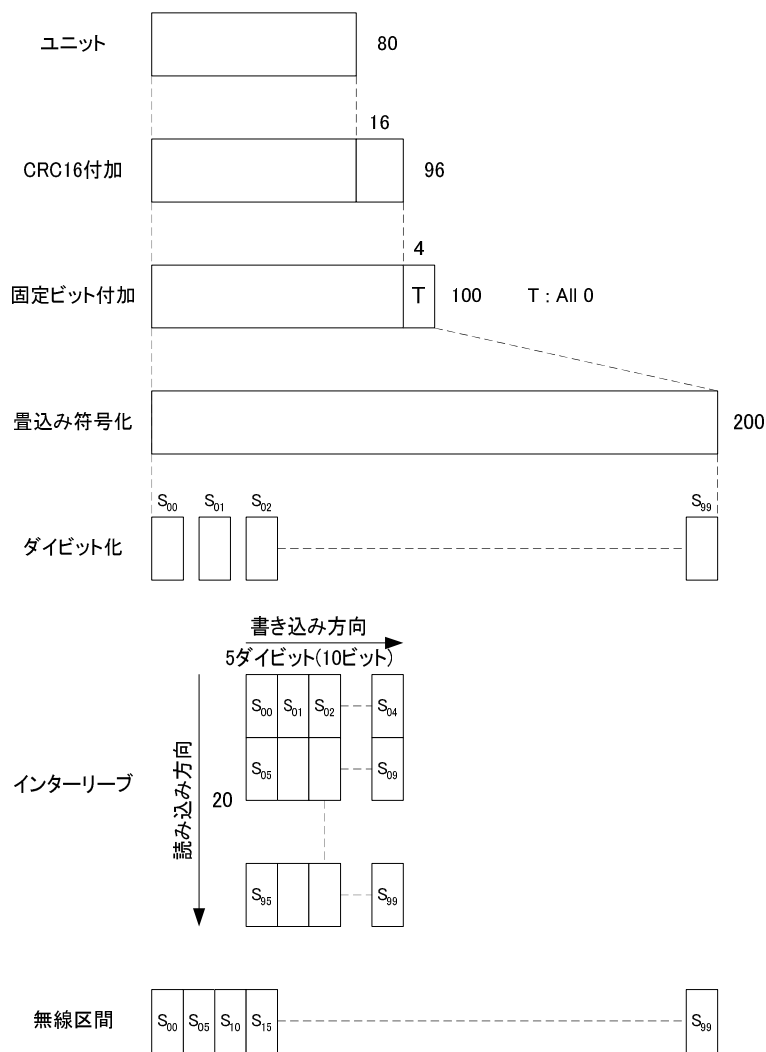


図 4-31 データ通信チャンネル(DCH:V/D mode type2 の CC)のコーディング方法

(3) VCH 部と VeCH 部

V/D mode type2 の場合、弱電界での接続性向上を目的とした誤り訂正を行う(音声符号化器が持つ誤り訂正機能とは別に行う)。誤り訂正として多数決法を採用する為、49 ビットの音声符号化情報を 27 と 22 に分割ブロック化する。前半の 27 情報ビットを 3bit 化(81)し、分割した後半22を結合する(103)。1bit(0)を付加する(104)。DCH と同じホワイトニングをかけ、ブロック長 M=26 ビット、深さ N=4 のインターリーブを行い、VCH(72)と VeCH(32)に分割する。

V/D mode type 2 (音声/データ同時通信モード 2)符号化の詳細を図 4-32 に示す。

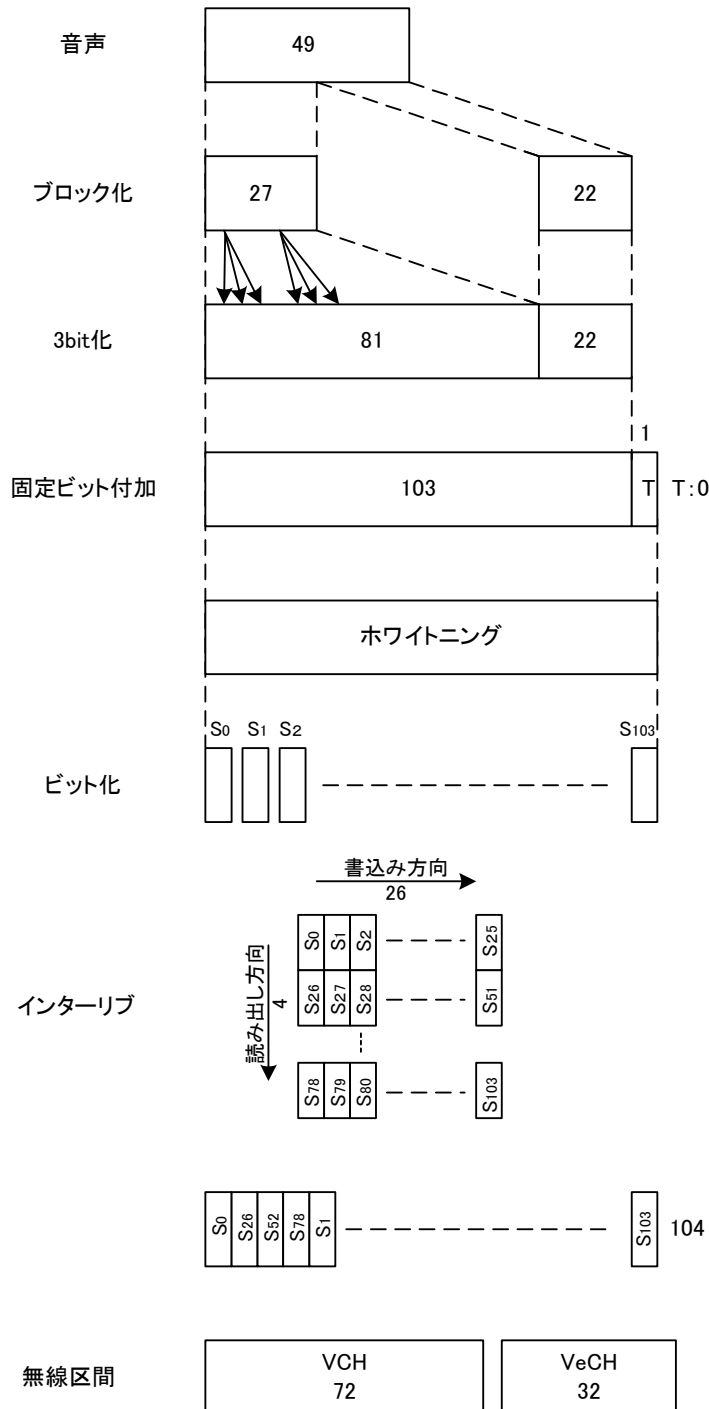


図 4-32 V/D mode type2 の VCH 部と VeCH 部のコーディング方法

4.6 通信チャネルの起動／保持／停止条件

(1) 通信チャネルの起動手順

無線局は、通信チャネル(CC)の送信を行う前に、先頭チャネル(HC)を規定回数(N_0 :推奨値 1)連送すること。

(2) 通信チャネルの保持条件

先頭チャネルから通信チャネルへの移行失敗時または通信中にフレーム同期が外れた場合には、受信している通信チャネルでの自律同期捕捉を行うこと。

(3) 通信チャネルの停止条件

規定しない。

4.7 フレーム同期

(1) 同期確立条件

N_1 (推奨値 1)回連続してフレーム同期シンボルが受信できたとき。

(2) 同期外れ条件

N_2 (推奨値 4)回連続してフレーム同期シンボルが検出できなかったとき。

Appendix

A. 拡大 Golay 符号(24,12,8)

符号化データtxdは元データ 12bit に Golay(24,12,8)の生成行列を掛けることにより求める。

$$txd = [d_{11} \ d_{10} \ d_9 \ d_8 \ d_7 \ d_6 \ d_5 \ d_4 \ d_3 \ d_2 \ d_1 \ d_0] \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

符号化データは

$$txd = [d_{11} \ d_{10} \ d_9 \ d_8 \ d_7 \ d_6 \ d_5 \ d_4 \ d_3 \ d_2 \ d_1 \ d_0 \ p_{11} \ p_{10} \ p_9 \ p_8 \ p_7 \ p_6 \ p_5 \ p_4 \ p_3 \ p_2 \ p_1 \ p_0]$$

となる

B. 畳み込み符号器 符号化率 $R=1/2$ 拘束長 $K=5$

畳み込み符号器の構成を図 B-1 に示す。

$$G1=x^4+x^3+1$$

$$G2=x^4+x^2+x+1$$

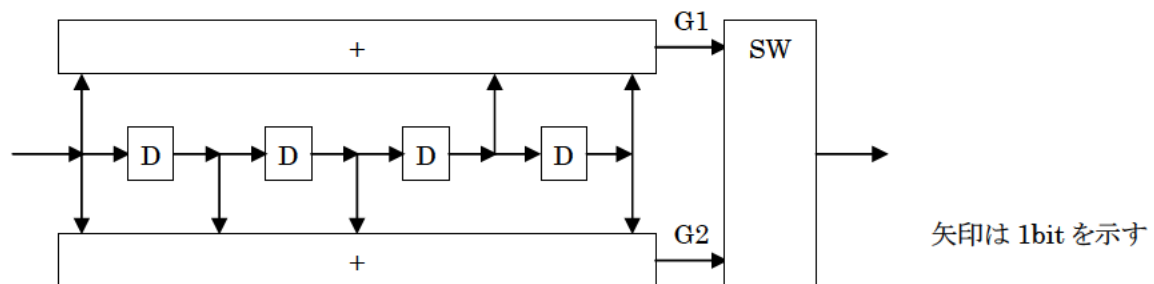


図 B-1 畳み込み符号器

上図において初期時符号器レジスタ D を全て 0 としておき、シフトしながらデータを入力する。

出力はシフトする度に G1,G2 を入れ替え G1,G2 の順序とする。

YAESU
The radio