

インタフェースモジュール 42

PT のデータリンク制御手順〔HDLC-BA(80)〕

目 次

1	概 要	135
2	フレーム構成とフレーム伝送	135
2.1	フレームの構成	135
2.2	フレーム伝送	136
3	制御動作の要素	137
3.1	モード	137
3.2	モードの遷移	137
3.3	制御部の形式	137
3.4	制御部の構成要素	138
3.5	状態変数	139
3.6	コマンドとレスポンス	140
4	データリンク制御動作	145
4.1	システム定数とカウンタ	145
4.2	データリンク制御動作のための条件	146
4.3	動作モードの設定	147
4.4	情報フレームの送受信	148
4.5	タイマ制御とタイムアウト後の動作	150
4.6	切断モードに移行する直前の制御	151
4.7	再送で回復できない誤りのあるフレーム受信後の動作	152
4.8	非番号制フレームの衝突	152
参考1	状態遷移例	155
参考2	FCS (フレーム検査シーケース) の作成例	175

1 概要

このインタフェースモジュールは、PNP-2100、PNP-2200、PNP-2210及びPNP2220の接続形態を持つDTEに適用し、DCEとの間のデータリンク制御に関する論理的条件を定めたものです。

2 フレーム構成とフレーム伝送

このインタフェースモジュールでは、データリンクの確立及び解放等すべての制御をフレームで行います。また、伝送路上で発生した誤りの検査及び回復もフレームで行います。

2.1 フレームの構成

このインタフェースモジュールにおけるフレームの各構成要素、その相対的位置及びフレームの境界を定めるフラグシーケンスのビットパターンは、図42.1によるものとします。

フラグシーケンス (開始フラグ)	アドレス部	制御部	情報部	フレーム検査シーケンス (FCS)	フラグシーケンス (終結フラグ)
0 1 1 1 1 1 1 0	8ビット ($b_1 \sim b_8$)	8ビット ($b_1 \sim b_8$)	(情報部のない場合 合があります。)	16ビット ($b_{16} \sim b_1$)	0 1 1 1 1 1 1 0

図42.1 フレームの構成

- (1) フラグシーケンスは、フレームの始めと終りの区切りを示すために使用します。すべてのフレームは、フラグシーケンスで始まり、フラグシーケンスで終るものとします。フレームの終りのフラグシーケンス(終結フラグ)とその次のフレームの始めのフラグシーケンス(開始フラグ)を兼ねてもかまいません。フレームを受信できる状態にあるDTE及びDCEは、同期をとるために継続してフラグシーケンスを監視するものとします。
- (2) アドレス部は、DTE又はDCEが送信するフレームを、コマンドとして使用するか、又はレスポンスとして使用するかを区別するために使用します。アドレス部とコマンド・レスポンスの関係を、図42.2に示します。但し、マルチリンク手順を使用する場合は、図42.2と異なります。(インタフェースモジュール89を参照)

方向	フレーム種別		コ マ ン ド							レ ス ポ ンス								
	ビット位置		b_8	b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_8	b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1
DTE←DCE			0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
DTE→DCE			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1

図42.2 アドレス部のビット構成

- (3) 制御部は、DTE又はDCEがアドレス部で指定したコマンド又はレスポンスの機能を規定するために使用します。

- (4) 情報部は、DTEが相手DTEへ送信すべき情報(データ)等挿入します。情報部は、オクテット(1かたまりの8ビットをいいます。)単位で構成するものとします。
- (5) フレーム検査シーケンス(FCS)は、誤りが発生したか否かを判別するためのものであり、次の(A)と(B)の和の補数をとった16ビットのシーケンスを挿入するものとします。
- (A) $X^K(X^{16} + X^{14} + \dots + X + 1)$ を生成多項式 $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ で割算(モジュロ2)した剰余。ただし、Kは、開始フラグの最後のビットとFCSの最初のビットとの間のビット数(透過性を確保するために挿入される「0」のビットを除きます。)です。
- (B) 開始フラグの最後のビットとFCSの最初のビットとの間のビットシーケンス(透過性を確保するために挿入される「0」のビットを除きます。)に X^{16} を乗じた後、生成多項式 $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ で割算(モジュロ2)した剰余。

2.2 フレーム伝送

(1) ビット送信順序

フレームは、開始フラグ、アドレス部、制御部、情報部、FCS及び終結フラグの順序で送信するものとします。

アドレス部、制御部及び情報部の中の網で定めるフォーマットのビットシーケンスは、低次のビット(b_1, b_2, \dots, b_8)から送信するものとします。またFCSは、高次のビット($b_{16}, b_{15}, \dots, b_1$)から送信するものとします。

(2) 透過性

フレームを送信するDTEは、開始フラグの最後のビットと終結フラグの最初のビットの間のビットシーケンスを調べ、「1」のビット(FCSを含みます)が5個連続したとき、その直後に、「0」のビットを1個挿入するものとします。このようにして、開始フラグと終結フラグの間に、フラグシーケンスと同一のパターンが現れないようにします。フレームを受信するDTEは、5個連続した「1」のビットの直後の「0」のビットを1個除去するものとします。

(3) タイムフィル

タイムフィルとは、同期の維持及び次のフレームを送信するまでの時間をうめるために、フレームとフレームの間に送信するビットシーケンスをいいます。タイムフィルに使用するビットシーケンスは、連続するフラグシーケンスを用いるものとします。なお、「0111111011111110」のビットシーケンスは送信しないものとします。ただし、伝送誤りにより受信した場合は、1つのフラグシーケンスと、誤りのあるシーケンスの受信(アボートに準じます。)とみなすものとします。

(4) アボート

アボート(フレームの放棄)とは、フレームを送信中のDTE又はDCEが、終結フラグを送信する前に、そのフレームの送信を、終結することをいいます。

アボートする場合は、アボートしようとした時点で、すでに送信している連続する「1」のビットの数を含めて、「1」のビットを連続して7個以上送信する(「0」のビットの挿入は行いません。)ものとします。開始フラグを受信した後、終結フラグを受信する前に、7個以上連続する「1」のビットを受信したDTE及びDCEは、そのフレームを無視(受信しなかったように動作することをいいます。)するものとします。

(5) 無効フレーム

無効フレームとは、7個以上連続する「1」のビットを含むフレーム、又は開始フラグと終結フラグではさまれたビットが32ビット未満のフレームをいいます。

無効フレームを受信した DTE 又は DCE は、いかなる場合にもそのフレームを無視するものとします。

3 制御動作の要素

3.1 モード

制御動作のモードには、非同期平衡モード (ABM モード) と、切断モード (DCM モード) があります。

- (1) ABM モードは、任意の時点でコマンドフレームを送信でき、また、コマンドフレームによって許可されなくてもレスポンスフレームを送信することができるモードです。
- (2) DCM モードは、データリンクから論理的に切断されたモードです。

3.2 モードの遷移

DTE 及び DCE のモードの遷移は、表42.1の通りとします。これらの表で、 N_2 回再送後タイムアウトとは、フレームを定められた回数再送した後、タイムアウトになったことを示します (表42.6参照)。

表42.1 DTE及びDCEのモードの遷移

旧 \ 新	DCM	ABM
DCM		SABM 送信後 UA 受信 SABM 受信後 UA 送信
ABM	DISC 送信後 UA 受信 DISC 受信後 UA 送信 DM 受信 N_2 回再送後タイムアウト	

3.3 制御部の形式

制御部には、その用途により以下の形式があります。

(1) 情報転送形式

情報転送形式は、情報 (データ) を転送する場合に使用する制御部の形式です。非番号制形式の一部を除けば、情報転送形式が情報部を有する唯一の制御部の形式です。この形式の制御部を持つフレームを情報フレーム (Iフレーム) といいます。

(2) 監視形式

監視形式は、データリンクの監視制御機能 (Iフレームの受信確認、Iフレームの再送要求及びI

フレームの一時的送信休止要求等を行うための機能をいいます。)に使用する制御部の形式です。この形式の制御部を持つフレームを、監視フレーム (S フレーム) といいます。

(3) 非番号制形式

非番号制形式は、その他のデータリンク制御機能を遂行するために使用する制御部の形式です。この形式の制御部を持つフレームを非番号制フレーム (U フレーム) といいます。

3.4 制御部の構成要素

制御部の構成要素とビット割当を図 42.3 に示します。

制御部の形式	制御部のビットシーケンス									
	b ₈	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁		
情報転送形式 (I形式)	受信順序番号 N(R)			P	送信順序番号 N(S)			0		
	2 ²	2 ¹	2 ⁰		2 ²	2 ¹	2 ⁰			
監視形式 (S形式)	受信順序番号 N(R)			P/F	監視機能ビット S		0		1	
	2 ²	2 ¹	2 ⁰							
非番号制形式 (U形式)	修飾機能ビット M			P/F	修飾機能ビット M		1		1	

図42.3 制御部の構成要素とビット割当

(1) 順序番号

DTE 又は DCE は、送信する I フレームの N(S) に置くべき値と、DCE 又は DTE から誤りなく受信した I フレームを示すための N(R) に置くべき値を管理するものとします。

(A) 送信順序番号 N(S)

I フレームのみが送信順序番号 N(S) を持ちます。I フレームを送信する場合は、送信状態変数 (3.5 項参照) の値を N(S) の領域に置きます。

(B) 受信順序番号 N(R)

I フレーム及び S フレームは、受信順序番号 N(R) を持ちます。I フレーム又は S フレームを送信する場合は、受信状態変数 (3.5 項参照) の値を N(R) の領域に置きます。N(R) は、N(R)-1 までのすべての I フレームを誤りなく受信したことを示します。

(2) 監視機能ビット

監視機能ビット (S) は、監視形式を用いるコマンド又はレスポンスの種類を示します。

(3) 修飾機能ビット

修飾機能ビット (M) は、非番号制形式を用いるコマンド又はレスポンスの種類を示します。

(4) P/Fビット

コマンドの P/F ビットは、P ビットであり、レスポンスの P/F ビットは、F ビットです。その機能は、次の通りです。

(A) P ビットの機能

Pビットは、DTE又はDCEからレスポンスを勧誘する場合に使用します。レスポンスを勧誘する場合は、Pビットを「1」とします。DTE又はDCEは、次のPビット「1」のコマンドを送信するためには、DCE又はDTEからのFビット「1」のレスポンスを受信していなければなりません。ただし、DTE又はDCEは、タイムアウト後誤りを回復する場合は、DCE又はDTEからFビット「1」のレスポンスを受信していなくてもPビット「1」のコマンドを送信することができます。

DTE又はDCEは、Pビット「1」のコマンドを受信した後、Fビット「1」のレスポンスをできるだけ速かに送信するものとします。

(B) Fビットの機能

Fビット「1」のレスポンスフレームは、Pビット「1」のコマンドフレームを受信した後に送信するものとします。DTE又はDCEは、Pビット「1」のコマンドを受信した後、できるだけ速かにFビット「1」のレスポンスフレームを送信するものとします。

また、DTEは、Pビット「1」のコマンドを受信した場合、レスポンスを送信中であったとき、後続のレスポンスのFビットをできるだけ速かに「1」にするものとします。

DTE又はDCEは、Fビット「1」のレスポンスを送信した後、Fビット「0」のレスポンスを送信してもかまいません。

(C) 順序番号誤りの検出に関連したP/Fビットの機能

Pビット「1」のコマンドと、Fビット「1」のレスポンスは、対に送受信されるので、P/Fビット「1」のフレームのN(R)の値を用いて、Iフレームの順序番号誤りを検出することができます。(4.4.3項参照)。P/Fビットのこの機能をチェックポイントと呼びます。

DTE又はDCEは、Fビット「1」のレスポンスのN(R)がPビット「1」のコマンド(そのフレームがIフレームならば、そのフレームを含みます。)までを受信確認していない場合、DCE又はDTEにおいて、順序番号誤りが発生したことを検出します。

3.5 状態変数

DTE及びDCEは、送信状態変数、受信状態変数及び最旧未確認状態変数を持つものとします。なお、これらの状態変数では、モジュラスは8を使用します。

(1) 送信状態変数 V(S)

Iフレームを送信することのできるDTE又はDCEは、送信する次の順序通りIフレームの送信順序番号を示し、ゼロからモジュラス-1までの値をとるV(S)を持ちます。V(S)は、各順序通りのIフレームを送信するごとに1を加算します。ただし、前に受信したフレームのN(R)にモジュラス-1を加えた値を超えてはなりません。

(2) 受信状態変数 V(R)

Iフレームを受信することのできるDTE又はDCEは、順序通りに受入れるべきIフレームのN(S)を示し、ゼロからモジュラス-1までの値をとるV(R)を持ちます。V(R)は、FCS誤りがなく、かつ、N(S)がV(R)に等しいIフレームの受信によって1を加算します。

(3) 最旧未確認状態変数 L

Iフレームを送信することのできるDTE又はDCEは、すでに送信し、DCE又はDTEに受け入れられたことを確認していない最も古いIフレームを示し、ゼロからモジュラス-1の値をとるLを持ちま

す。Lは、FCS誤りがなく、かつ、N(R)がL+1以上でV(S)以下の値を持つフレームの受信によってN(R)に更新します。

3.6 コマンドとレスポンス

コマンド及びレスポンスの種類を表42.2、表42.3に示します。

表42.2 コマンドの種類

コマンドの種類別	制御部の形式	コマンドの種類	備 考
Iコマンド	情報転送形式	I	Information
Sコマンド	監視形式	R R	Receive Ready
		R N R	Receive Not Ready
		R E J	Reject
Uコマンド	非番号制形式	S A B M	Set Asynchronous Balanced Mode
		D I S C	Disconnect

表42.3 レスポンスの種類

レスポンスの種類別	制御部の形式	レスポンスの種類	備 考
Sレスポンス	監視形式	R R	Receive Ready
		R N R	Receive Not Ready
		R E J	Reject
Uレスポンス	非番号制形式	U A	Unnumbered Acknowledge
		D M	Disconnected Mode
		F R M R	Frame Reject

DTE又はDCEが送信するコマンド及びレスポンスを表42.4に示します。また、モードごとに使用できるコマンド及びレスポンスを表42.5に示します。

表42.4 DTE又はDCEが送信するコマンド及びレスポンス

コ マ ン ド	レ ス ポ ン ス
I	
R R	R R
R N R	R N R
R E J	R E J
S A B M	
D I S C	
	U A
	D M
	F R M R

表42.5 モード別に使用できるコマンド及びレスポンス

コマンド 及びレスポンス	モード	DCM	ABM
I			○
R R			○
R N R			○
R E J			○
S ABM		○	○
D I S C			○
U A		○	○
D M		○	
FRMR			○

備考 ○：使用

(1) I コマンド

I コマンドは、情報部を持つフレームを送信順序番号順に、相手 DTE 又は DCE に送信するために使用します。I コマンドの制御部のビット割当てを図42.4に示します。

b ₈	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁
受信順序番号 (0~7)			Pビット	送信順序番号 (0~7)			0

図42.4 I コマンドの制御部のビット割当て

送信順序番号 N(S) は、どの I フレームかを識別するための順序番号です。受信順序番号 N(R) は、DTE 又は DCE が、次に受信することを期待するフレームの順序番号です。したがって、N(R) は、N(R) - 1 までの I フレームを正しく受信したことを示します。

Pビットについては、「3.4(4)項P/Fビット」を参照して下さい。

(2) S コマンドと S レスポンス

S コマンド又は S レスポンスは、受信確認、I フレーム転送の一時停止及び誤り回復などの基本的な監視制御を行うために使用します。

S コマンド又は S レスポンスを持つフレームに情報部を含めてはなりません。したがって、DTE 又は DCE は、S コマンド又は S レスポンスの送信及び受信によって、V(S) 及び V(R) を増加してはなりません。

S コマンド及び S レスポンスの制御部のビット割当てを図 42.5 に示します。

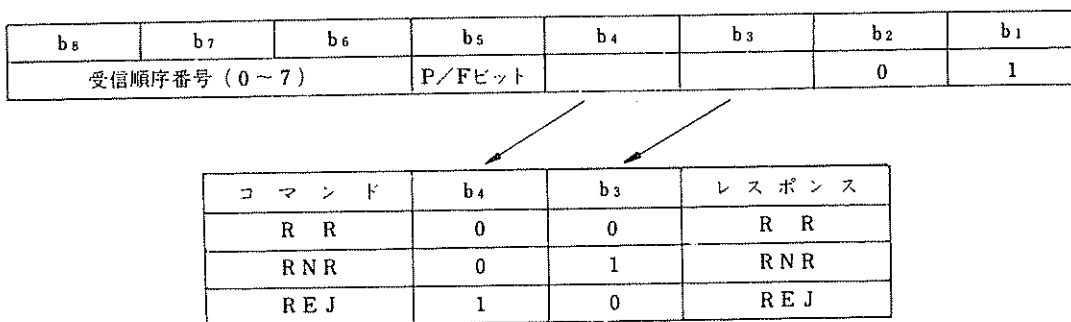


図 42.5 S コマンド及びS レスポンスの制御部のビット割当

受信順序番号 N(R)は、DTE 又は DCE が次に受信することを期待する I フレームの順序番号です。したがって、N(R)は、N(R)-1 までの I フレームを正しく受信したことを示します。

(A) RR コマンドと RR レスポンス

RR コマンド又は RR レスポンスは、DTE 又は DCE が I フレームの受信準備ができていること、及び N(R)-1 までの I フレームを正しく受信したことを通知するために使用します。また、RNR コマンド又は RNR レスポンスで通知したビジー状態の解除を通知するためにも使用します。DTE 又は DCE は、P ビットを「1」に設定して RR コマンドを送信し、DCE 又は DTE からのレスポンスを勧誘することができます。

(B) RNR コマンドと RNR レスポンス

RNR コマンド及び RNR レスポンスは、ビジー状態 (一時的に後続の I フレームを受入れることができない状態) を通知するために使用します。また、RNR コマンド及び RNR レスポンスの N(R) は、N(R)-1 までの I フレームを正しく受信したことを示します。

DTE 又は DCE は、I フレーム送信中に、RNR レスポンス又は RNR コマンドを受信した場合、できるだけ速かに I フレームの送信を停止しなければなりません。

DTE は、P ビットを「1」に設定して、RNR コマンドを送信し、DCE 又は DTE からのレスポンスを勧誘することができます。

(C) REJ コマンドと REJ レスポンス

REJ コマンド又は REJ レスポンスは、DTE 又は DCE が受信状態変数 V(R) に等しくない N(S) を持つ I フレームを受信した場合、V(R) に等しい N(S) を持つ I フレームから、順次フレームを再送するよう要求するために使用します。REJ コマンド又は REJ レスポンスを受信した DTE 又は DCE は、DTE が RNR コマンド又は RNR レスポンスで通知したビジー状態又は DCE が RNR レスポンスで通知したビジー状態の解除の通知とみなします。REJ コマンド又は REJ レスポンスの N(R) は、N(R)-1 までの I フレームを正しく受信したことを示します。複数の再送 I フレームに続いて複数の新しい I フレームを送信してもかまいません。

DTE 又は DCE は REJ コマンド又は REJ レスポンスを送信した後、その順序番号誤り状態がクリアされるまで別の順序番号誤りに対する REJ コマンド又は REJ レスポンスを送信してはなりません。すなわち、DCE から DTE に又は DTE から DCE に対しての順序番号誤り状態は、ただ 1 つのみです。

順序番号誤り状態は、REJ コマンド又は REJ レスポンスの N(R) と一致する N(S) を持つ I

フレームを受信又は SABM コマンドを受信したとき、クリアするものとします。

DTE 又は DCE は、P ビットを「1」に設定した REJ コマンドを送信することにより、DCE 又は DTE からのレスポンスを勧誘することができます。DTE 又は DCE は P ビット「1」の REJ コマンド受信時は、1 フレームの再送に先立ち、F ビット「1」の S レスポンスを送信する必要があります。

(3) U コマンドと U レスポンス

U コマンド及び U レスポンスは、DTE 又は DCE のモードの設定などの制御を行うために使用します。

DTE 又は DCE は、U コマンド又は U レスポンスの送信及び受信によって、V(S)、V(R) 及び最旧未確認状態変数 (L) を、リセットすることはあるが増加してはなりません。

U コマンド及び U レスポンスの制御部のビット割当を図 42.6 に示します。

b ₈	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁
			P/Fビット			1	1

U コマンド	b ₈	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	U レスポンス
—	0	0	0	F	1	1	DM
SABM	0	0	1	P	1	1	—
DISC	0	1	0	P	0	0	—
—	1	0	0	F	0	1	FRMR
—	0	1	1	F	0	0	UA

図42.6 U コマンド及び U レスポンスの制御部のビット割当

(A) SABM コマンド

SABM コマンドは、DTE 又は DCE が DCE 又は DTE を ABM モードに設定するために使用します。SABM コマンドを持つフレームに情報部を含めてはなりません。

SABM コマンドを受信し、ABM モードに移行できる状態のとき、DTE 又は DCE は、UA レスポンスを送信します。また、V(S)、V(R) 及び最旧未確認状態変数(L)をリセットします。

DTE 又は DCE は、SABM コマンドを受信する前に送信し、DTE 又は DCE に正しく届いたことを確認していない I フレームについては未確認のままです。このような I フレームの回復は、上位レベルの回復手順(パケットレベル等)に任せます。なお、DCE では上位レベルにおいて未確認 I フレームを SABM コマンド受信後、再送します。また、DTE 又は DCE は、SABM コマンドを送信する前に、REJ 誤り状態及びビジー状態をクリアするものとします。

(B) DISC コマンド

DISC コマンドは、DTE 又は DCE の ABM モードを、DCM モードに移行させるために使用します。DISC コマンドを持つフレームに、情報部を含めてはなりません。

DTE 又は DCE は、DISC コマンドを受信する前に送信し、DCE 又は、DTE に正しく届いたことを確認していない I フレームは未確認のままです。

DCE は、DISC コマンドを受信すると、UA レスポンス又は DM レスポンスを返送した後、DISC コマンドを送信してきた DTE 向けの網内に滞留する I フレームをすべて廃棄します。

なお、ABM モードで DTE から DISC コマンドを受信すると DCE は、相手 DTE に対し切断指示パケット又はリセット指示パケットを送信し、着端末が DCM モードにあることを通知します。

(C) FRMR レスポンス

FRMR レスポンスは、DTE 又は DCE が受信した FCS 誤りのないフレームに、次のいずれかを検出した場合に、これを報告するために使用するものとします。

- (a) 未定義又はインプリメントしていないコマンド又はレスポンス
- (b) Iフレームの情報部の最大ビット数 (N_1) (表42.6 参照) を超える情報部を持つIフレーム
- (c) 情報部を含んではならないにもかかわらず、情報部を持つコマンド又はレスポンス
- (d) 最旧未確認状態変数 (L) より小さい $N(R)$ 、又は送信状態変数 $V(S)$ より大きい $N(R)$ を持つフレーム

FRMR レスポンスには、その理由を示すための情報部を付加します。FRMR レスポンスの情報部のビット別割当を図42.7に示します。図において割当てた、それぞれのビットは、次により使用します。

b ₂₄	b ₂₃	b ₂₂	b ₂₁	b ₂₀	b ₁₉	b ₁₈	b ₁₇	b ₁₆	b ₁₅	b ₁₄	b ₁₃	b ₁₂	b ₁₁	b ₁₀	b ₉	b ₈b ₁
0	0	0	0	Z	Y	X	W	R			*	S			0	拒否したコマンドフレーム又はレスポンスフレームの制御部
								2 ²	2 ¹	2 ⁰		2 ²	2 ¹	2 ⁰		

図42.7 FRMR レスポンスの情報部のビット割当

なお、FRMR レスポンスを受信した DTE は、SABM コマンドの送信によるモード再設定又は DISC コマンド送信による DCM モードへ移行するものとします。

- (ア) S は、FRMR レスポンスを送信する時点での DTE 又は DCE の送信状態変数 $V(S)$ の値です。
- (イ) R は、FRMR レスポンスを送信する時点での DTE 又は DCE の受信状態変数 $V(R)$ の値です。
- (ウ) W は、「1」の場合、受信したコマンド又はレスポンスが未定義又はインプリメントされていないことを示します。
- (エ) X は、「1」の場合、受信したコマンド又はレスポンスに、情報部を含んではならないにもかかわらず、情報部を含んでいたことを示します。X が「1」の場合は、W も「1」とします。
- (オ) Y は、「1」の場合、受信した I フレームの情報部が、 N_1 (表42.6参照) を超えたことを示します。Y と W を同時に「1」にセットしてはなりません。
- (カ) Z は、「1」の場合、無効 $N(R)$ 値を受信したことを示します。Z と W を同時に「1」にセットしてはなりません。
- (キ) * は、拒否したフレームがコマンドのとき「0」をセットし、レスポンスのときは「1」をセットします。

(D) UA レスポンス

UA レスポンスは、DTE 又は DCE が U コマンドを受信し、受入れたことを示すために DTE 又は DCE が使用します。受信した U コマンドは、UA レスポンスを送出するまで動作させないものとします。UA レスポンスを持つフレームに、情報フィールドを含めてはなりません。

(E) DM レスポンス

DM レスポンスは、DTE 又は DCE が DCM モードにあることを通知するために使用します。

DM レスポンスは、モード設定コマンドの受信に対する応答として、DTE 又は DCE が、まだ切断モードであり、モード設定コマンドに対して、動作できないことを DCE 又は DTE に知らせるために送出されます。

DM レスポンスを持つフレームに情報部を含めてはなりません。

4 データリンク制御動作

4.1 システム定数とカウンタ

- (1) DTE 及び DCE に必要なシステム定数には次のものがあります。システム定数の値を表42.6に示します。

表42.6 DTE 及び DCE におけるシステム定数

システム定数名	DTE/DCE	
N ₁	パケットレベル最大ユーザデータ長(注1)	N 1 (注2)
	128オクテット	2,072ビット
	256オクテット	2,072ビット
	512オクテット	4,120ビット
	1,024オクテット	8,216ビット
	2,048オクテット	16,408ビット
	4,096オクテット	32,792ビット
(注3) N ₂	25回 (48kbit/s)	パケットレベル最大ユーザデータ長1,024オクテット以下
	13回 (48kbit/s)	パケットレベル最大ユーザデータ長4,096オクテット以下
	7回 (9,600 bit/s)	1,024オクテット以下
	3回 (9,600 bit/s)	4,096オクテット以下
	5回 (4,800 bit/s)	
	3回 (2,400 bit/s)	
N ₃	7 以下	
T ₁	500ms以上 (48kbit/s)	パケットレベル最大ユーザデータ長1,024オクテット以下
	1.2秒 (48kbit/s)	パケットレベル最大ユーザデータ長4,096オクテット以下
	2.0秒 (9,600 bit/s)	1,024オクテット以下
	7.0秒 (9,600 bit/s)	4,096オクテット以下
	4.0秒 (4,800 bit/s)	
	8.0秒 (2,400 bit/s)	

(注1) パケットレベルの最大ユーザデータ長は、契約時に指定する必要があります。

(注2) ファストセレクト受諾ファシリティ未契約の DTE は、N₁ が1,048ビットを超える I フレーム受信時は、4.7節の手順を行ってもかまいません。

マルチリンク手順契約時、N₁の値はさらに16ビット大きくなります。(インタフェースモジュールを参照)

(注3) DTE は、T₁の間隔で2～25回の範囲で再送してもかまいません。本表の DTE は、一例です。

本表に記した DCE のシステムパラメータ値は、本表の値に従う DTE の通信に支障のない範囲内で変更されることがあります。

(A) Iフレームの情報部の最大ビット数 (N_1)

N_1 は、DTE 又は DCE が受入れることのできる I フレームの情報部の最大ビット数です。 N_1 を超える情報を送信する場合は、複数の I フレームに分割して送信しなければなりません。

(B) システム回復移行タイムアウト回数 (N_2)

N_2 は、高位レベル (参考 1 参照) の回復動作を開始する連続タイムアウトの回数です。

(C) 最大アウトスタンディング I フレーム数 (N_3)

N_3 は、DTE 又は DCE に受入れられたことを確認しないで送信できる I フレームの最大数です。

(D) 受信確認用タイマの限界値 (T_1)

T_1 は、受信確認用タイマの限界値です。

(2) DTE 及び DCE に必要なカウンタには、次のものがあります。

(A) 送信状態変数 $V(S)$

$V(S)$ は、I フレームの送信順序番号を決定するために使用し、次に送信する I フレームの送信順序番号を示します。

(B) P ビット送信時送信状態変数 (J)

J は、P/F ビットのチェックポイント機能による DTE 及び DCE における $N(S)$ の順序番号誤りを検出するために使用し、P ビットが「1」のフレーム (そのフレームが I フレームならばその I フレームを含みます。) を送信直後の送信状態変数の値を示します。

(C) 受信状態変数 $V(R)$

$V(R)$ は、受信 I フレームの送信順序番号誤りの有無を判断するために使用し、次に受入れるべき I フレームの送信順序番号を示します。

(D) 最旧未確認状態変数 (L)

L は、受信したフレームの受信順序番号誤りを判断するために使用し、すでに送信し、DTE 又は DCE に受入れられたことを確認していない最も古い I フレームの送信順序番号を示します。

(E) アウトスタンディング I フレーム数 (O)

O は、続けて送信できる後続の I フレーム数を管理するために使用し、すでに送信し、DTE 又は DCE に受入れられたことを確認していない I フレームの数を示します。また、 O に N_3 の値を設定して I フレーム送信不可の状態にすることができます。

アウトスタンディング I フレーム数と他の変数との間に、 $O = V(S) - L$ の関係があります。

(F) 連続タイムアウト回数 (K)

K は、タイムアウトによる高位レベルの回復動作の開始を判断するために使用し、連続してタイムアウトになった回数を示します。

(G) 受信確認用タイマ (T)

T は、送信したフレームに対して応答がもどるまでの時間を示します。 T の値が T_1 を超えるとタイムアウトになります。

4.2 データリンク制御動作のための条件

- (1) FCS 誤りのあるフレーム又は無効フレームを受信したとき、DTE 及び DCE は、そのフレームを受信しなかったように動作することとします。

- (2) アンダラン (フレームの送信において送信すべきビットシーケンスの回線への送信が間に合わなくなることをいいます。)が発生したときには、そのフレームをアボート (破棄) することとします。アボートしたフレームを改めて送信してもかまいませんが、再送とはみなしません。
- (3) アドレス部は、コマンドとレスポンスの区別をするために使用します。(2.1 (2)参照)。
DCE は、アドレス部を制御部より優位のものとして扱います。すなわち、アドレス部の設定が誤ったため、制御部が未定義のコマンド又はレスポンスになった場合は、アドレス部を正しいものとして FRMR レスポンスを送信します。
また、DTE 又は DCE は、アドレス部に図42.2で規定されている以外のアドレスを含むフレームを廃棄するものとします。
- (4) ビジー状態 (後続の I フレームを受入れることができない状態をいいます。)^(注) 発生は、DTE によって異なるが、I フレームの受信によるバッファ不足、装置内部の故障等が考えられます。ビジー状態の発生及び解除の命令は、高位レベルからあるものとします。
- (注) DTE の機能によっては、RNR コマンド及び RNR レスポンスの送信後もいくつかの I フレームを受信できる場合もあります。
- (5) 通信の開始及び終了に関する指示は、高位レベルからあるものとしこの項では規定しません。
- (6) DCE が廃棄する I フレームは次の通りです。
- (A) FCS 誤り検出又は無効フレームとなった I フレーム
 - (B) REJ 誤り状態において、再送を指示した I フレーム以外の受信 I フレーム
 - (C) ビジー状態表示後の I フレーム
 - (D) DISC コマンド受信後の該当 DTE 向けの網内滞留 I フレーム
 - (E) 連続タイムアウト回数 $K=N_2$ になったとき、該当 DTE 向けの網内滞留 I フレーム

4.3 動作モードの設定

4.3.1 SABM コマンドの送信

- (1) DTE 又は DCE は、次の場合に、連続タイムアウト回数 K を 0 に設定し、P ビット「1」の SABM コマンドを送信して、受信確認用のタイマ T をスタートするものとします。
- (A) 通信を開始する場合
P ビット「1」の SABM コマンドの送信に先立ち、DTE は、フラグシーケンスを 1 以上連続送信する必要があります。(注: 場合によるが、10 ms 程度の送信が必要) これに対し、DCE も折返し、フラグシーケンスを連続送信します。DCE からのフラグシーケンスの送信が DTE に先立って行われることがあります。また、DCE が P ビット「1」の SABM コマンドを送信する場合には、DCE はフラグシーケンスを 1 以上連続送信します。これに対し、DTE も折り返し、フラグシーケンスを連続送信して下さい。DTE からのフラグシーケンスの送信が DCE に先立って行われても構いません。
 - (B) DCE から SABM コマンドの送信要求を受け入れた場合
 - (C) 動作モードを再設定する必要が発生した場合
- (2) DTE 又は DCE は、P ビット「1」の SABM コマンドを送信した後、場合により次の動作を行うものとします。
- (A) F ビット「1」の UA レスポンスを受信したとき、 T をストップし、 K を 0 に設定するものとし

ます。また、状態変数等の初期設定を行うものとします。

- (B) Pビット「1」の SABM コマンドを送信後 Fビット「1」の DM レスポンスを受信したとき、T をストップし、通信を終了するものとします。
- (C) Pビット「1」の SABM コマンドを送信後 Fビット「0」の DM レスポンスを受信したときは、その DM レスポンスを廃棄するものとします。
- (D) FRMR レスポンスを受信したときは、高位レベルの回復動作に移行するものとします。

Fビット「1」の FRMR レスポンスを受信したとき、T をストップし、K を 0 に設定するものとします。
- (E) U コマンドを受信したときは 4.8(1) の動作を行うものとします。
- (F) 上記以外のコマンド又はレスポンスは無視するものとします。
- (G) タイムアウトになったとき、K に 1 を加算し Pビット「1」の SABM コマンドを再送して、T をスタートするものとします。K が N_2 に等しくなった場合は、高位レベルの回復動作を行うものとします。

4.3.2 SABM コマンドの受信

Pビット「1」の SABM コマンドを受信した DTE 又は DCE は、ABM モードに移行できる状態のときは、Fビット「1」の UA レスポンスを送信します。

ABM モードに移行できないときは、Fビット「1」の DM レスポンスを送信します。

4.4 情報フレームの送受信

4.4.1 情報フレームの送信

- (1) DTE 又は DCE は、I フレームを送信する場合、 $V(S)$ 及び $V(R)$ をそれぞれ制御部の $N(S)$ 及び $N(R)$ として設定し、また、Pビットを設定し、 $V(S)$ に 1 を加算するものとします。ただし、タイムアウトによって I フレームを再送する場合は、 $V(S)$ を更新しないこととします。
- (2) DTE 又は DCE は、次のすべての条件を満足しなければ、I フレームを送信することができません。
 - (A) SABM コマンドに対する UA レスポンスを受信又は送信した時点から、動作モード終了 (Pビット「1」の RNR コマンドを送信し、Fビット「1」の監視レスポンス受信後、Pビット「1」の DISC コマンドを送信する動作モードの終了をいいます。) の指示又は強制動作モード終了 (Pビット「1」の RNR コマンドを送信せず、Pビット「1」の DISC コマンドを送信する動作モードの終了をいいます。) の指示があるまでの間。
 - (B) アウトスタンディング I フレーム数 O が N_3 未満の場合。
 - (C) 相手が非ビジー状態 (I フレームを受信する DTE 又は DCE が非ビジー状態) の場合。
 - (D) タイムアウト後でない場合。

4.4.2 情報フレームの受信

- (1) 誤りのない情報フレームの受信

DTE 又は DCE は、制御部の $N(S)$ の値が $V(R)$ に等しい I フレームを受信した場合、 $V(R)$ に 1 を加算し、I フレームを誤りなく受信したことを DCE 又は DTE に通知するものとします。その

通知は、送信すべき I フレームがあれば、I フレームの N (R) で行い、送信すべき I フレームがなければ、RR レスポンス又は RNR レスポンスの N (R) で行います。送信すべき I フレームがない場合、原則として受信した個々の I フレームに対して RR レスポンス又は RNR レスポンスを送信するが、DTE 又は DCE でタイムアウトとならない時間内において、受信した複数の I フレームに対して 1 つの RR レスポンス又は RNR レスポンスを送信してもかまいません (受信 I フレームに対する通知フレームは、I フレーム受信後速かに送信する必要があります。)

(2) 順序番号誤りのある I フレームの受信

DTE 又は DCE は、順序番号誤りのある I フレームを受信すると、REJ 誤り状態として次の処置を行うものとします。

(A) REJ 誤り状態の処置

N (S) の値が V (R) に等しくない I フレームを受信した場合、REJ 誤り状態となり、そのフレームの P/F ビットと N (R) を解読するが、情報部を廃棄し、REJ 誤り状態になったことを通知するため、REJ フレームを送信するものとします。REJ 誤り中に、N (S) の値が V (R) に等しくない I フレームを受信した場合、その I フレームの P/F ビットと N (R) を解読するが、情報部は廃棄するものとします。

(B) REJ 誤りの状態のクリア

N (S) の値が V (R) に等しい I フレームを受信した場合、REJ 誤り状態をクリアします。このとき、DTE 又は DCE は、V (R) に 1 を加算し、I フレームを誤りなく受信したことを DCE 又は DTE に通知するものとします。

(3) 情報部をもたない I フレームの受信

情報部をもたない I フレームを受信した場合、データリンクレベルでは I フレームを受信したように動作するものとします。

4.4.3 順序番号誤りの回復

(1) DTE 又は DCE は送信順序番号誤りが発生したことを、P/F ビットのチェックポイント機能又は REJ レスポンスの受信により検出します。

(2) 送信順序番号誤りの回復方法は、次の通りです。

(A) P/F ビットのチェックポイント機能により検出した場合の回復

DTE 又は DCE は、F ビット「1」の RR レスポンス又は RNR レスポンスを受信したフレームの N (R) が、P ビット送信時の送信状態変数 J よりも小さい場合、そのフレームの N (R) を V (S) に設定し、I フレームの再送を開始するものとします。ただし、タイムアウト後の場合を除き、P/F ビットのチェックポイント機能による回復を行わなくてもよいものとします。

I フレームの再送は、受信フレームの N (R) で示される I フレームから、元の順序通りとし、再送 I フレームの N (R) と P ビットの値を再送する時点の状態によることとします。また、複数の再送 I フレームに続いて複数の新しい I フレームを送信してもよいものとします。

チェックポイントによる I フレームの再送は、F ビット「1」のフレームを受信する前に REJ コマンド又は F ビット「0」の REJ レスポンスを受信した場合は行いません。

(B) REJ フレーム受信による回復

DTE 又は DCE は、REJ レスポンスを受信した場合、そのフレームの N (R) の値を V (S) に設

第4章 データリンク制御

定し、Iフレームの再送を開始します。Iフレームの再送は、受信フレームのN(R)で示されるIフレームから元の順序通りとし、再送フレームのN(R)とPビットの値を再送する時点の状態によるものとします。また、複数の再送フレームに続いて複数の新しいIフレームを送信してもよいものとします。

なお、チェックポイント機能による再送を開始している場合に、チェックポイント機能により指示されたN(R)を持つREJフレームを受信したとき、REJフレームによる再送は行わなくてよいものとします。

4.4.4 P/Fビットの制御

(1) Pビットを「1」にする条件

DTE又はDCEは、レスポンスを必要とするコマンドを送信する場合、Pビットを「1」とします(3.4(4)参照)。

(2) Fビットを「1」にする条件

DTE又はDCEは、Pビット「1」のコマンドを受信した後、できるだけ速かに、Pビット「1」のコマンドの送信よりも優先してFビット「1」のレスポンスを送信するものとします。

4.4.5 ビジー状態の発生・解除

(1) DTE又はDCEは、ビジー状態が発生した場合、ビジー状態になったことを通知するために、RNRコマンド又はRNRレスポンスを送信するものとします。ビジー状態であるDTE又はDCEが送信できるSフレームは、RNRフレームのみです。

DTEは、ビジー状態においてIフレームを受信した場合、受入れられるものは受入れてもかまいません。

(2) DTE又はDCEは、ビジー状態が解除された場合、ビジー状態をクリアし、次のコマンド又はレスポンスを送信することにより、ビジー状態の解除を通知するものとします。

ただし、ビジー状態の解除を確実にを行うため、(a)及び(b)についてはPビット「1」のコマンドを使用し(c)についてはPビット「1」とすることが望ましい。

- (a) RR コマンド RR レスポンス
- (b) REJ コマンド REJ レスポンス
- (c) SABM コマンド
- (d) SABM コマンドに対する UA レスポンス

4.5 タイマ制御とタイムアウト後の動作

(1) DTE又はDCEは、Pビット「0」のIコマンドの送信時、受信確認用タイマTが動作中でなければスタート(停止しているタイマを初期値から開始することをいいます)するものとします。

Pビット「1」のコマンド及びFRMRレスポンスを送信した場合、受信確認用タイマTをスタート又はリスタート(動いているタイマを初期値から再開することをいいます)するものとします。

Pビット「0」のIコマンドの送信に対して、以前受け取ったN(R)値より大きく、状態変数V(S)より小さいN(R)値を持つフレームを受信した場合はTをリスタートするものとします。

(2) 次の場合は、Tをストップするものとします。ただし、FRMRレスポンス送出時にスタートしたT

のストップについては、4.7項を参照して下さい。また、以前受け取ったN (R) より大きいN (R) を持つフレームを受信した場合、連続タイムアウト回数Kを0に設定するものとします。

- (A) Pビット「0」のIコマンドの送信に対してV (S) に等しいN (R) を持つフレームを受信した場合
 - (B) Pビット「1」のコマンド送信に対してFビット「1」のレスポンスを受信した場合で受信待ちのIフレームがない場合
 - (C) Pビット「1」のIコマンドの送信に対してV (S) に等しいN (R) を持つFビット「1」のレスポンスを受信した場合
- (3) タイムアウトになった場合、DTE又はDCEはKに1を加算し、タイムアウトになったコマンドのPビットを「1」にセットし、再送するものとします。但し、IコマンドにあってはPビット「1」のRRコマンド又はRNRコマンドを送信する場合があります。Kが N_2 に等しくなったときにDTEは、高位レベルの回復動作を行い、DCEは該当DTE向けの送信待ちIフレームを廃棄し、SABMコマンドを送信します。

4.6 切断モードに移行する直前の制御

DTE又はDCEは、高位レベルより動作モード終了又は強制動作モード終了の指示があった場合、以降Iフレームを送信せず、受信Iフレームは無視するものとします。

(1) 動作モード終了

動作モード終了の指示があった場合、DTE又はDCEは連続タイムアウト回数Kを0に設定し、Fビット「1」の監視レスポンス受信後の状態になったとき、Pビット「1」のRNRコマンドを送信し、受信確認用タイマTをスタートとするものとします。

DTE又はDCEは、RNRコマンドを送信した後、以下の動作を行うものとします。

- (A) Fビット「1」の監視レスポンスを受信した場合、Kを0に設定してPビット「1」のDISCコマンドを送信し、Tをスタートするものとします。その後の動作は、次項(2)の(A)、(B)、(C)に従うものとします。
- (B) タイムアウトになった場合、Kに1を加算し、Pビット「1」のRNRコマンドを再送して、Tをスタートするものとします。Kが N_2 に等しくなったときは、高位レベルの回復動作を行うものとします。

(2) 強制動作モード終了

強制動作モード終了の指示があった場合、DTE又はDCEはKを0に設定し、Fビット「1」のレスポンス受信後の状態になった時、及び動作モード終了の指示があり、RNRコマンドに対するFビット「1」の監視レスポンスを受信した時Pビット「1」のDISCコマンドを送信しTをスタートします。

DTE又はDCEはPビット「1」のDISCコマンドを送信後、以下の動作を行うものとします。

- (A) UAレスポンス又はPビット「1」のDISCコマンド送信後Fビット「1」のDMレスポンスを受信した場合、DCE又はDTEが切断モードへ移行したものと判断し切断モードへ移行します。
- (B) 監視レスポンスを無視します。
- (C) タイムアウトになった場合、Kに1を加算しPビット「1」のDISCコマンドを再送して、Tをスタートします。Kが N_2 に等しくなったときは、DTE又はDCEは高位レベルの回復動作を行います。

4.7 再送で回復できない誤りのあるフレーム受信後の動作

- (1) 動作モード設定後、FCS 誤りのないフレームで、次の誤りのあるフレームを受信した場合、DTE 又は DCE は、再送で回復できない誤り状態に移行するものとします。
 - (A) 未定義又はインプリメントしていないコマンド又はレスポンスを持つフレーム
 - (B) 情報部を含んではならないにもかかわらず、情報部を含んだコマンド又はレスポンスを持つフレーム
 - (C) N_1 を超える情報部を持つ I フレーム（動作モード終了要求の指示の直前まで）
 - (D) 無効 N (R) を持つフレーム
- (2) DTE 又は DCE は、前項各号のフレームを受信した場合、連続タイムアウト回数 K を 0 に設定し、P ビット「1」のコマンドを受信していない状態のときは、F ビット「0」の FRMR レスポンスを送信し、P ビット「1」のコマンドを受信後の状態のときは、F ビット「1」の FRMR レスポンスを送信して、受信確認用タイム T をスタートするものとします。
- (3) 動作モード設定後、FRMR レスポンスを受信すると、DTE は、高位レベルの回復動作に移行するものとします。また、DCE は、SABM コマンドを送信します。なお、DTE は、FRMR レスポンスの F ビットが「1」のときは、 T をストップするものとします。
- (4) DCE 又は DTE が SABM コマンド、DISC コマンド又は DM レスポンスを受信した場合、DCE 又は DTE は、再送で回復できない誤り状態をリセットし、 T をストップするものとします。
- (5) T がタイムアウトになった場合、DTE 又は DCE は、 K に 1 を加算し、(2)項の動作を再度行うものとします。 K が N_2 に等しくなったときは、DTE 又は DCE は、高位レベルの回復動作を行うものとします。また、DCE は、該当 DTE への送信待ち I フレームを廃棄します。

4.8 非番号制フレームの衝突

- (1) U コマンドの衝突
 - (a) 送受した U コマンドが同一の場合

DTE 又は DCE は、できるだけ早期に UA レスポンスを送り、UA レスポンス受信後、コマンドで指示された状態 (ABM モード、DCM モード) に移行するものとします。
 - (b) 送受した U コマンドが異なる場合

DTE 又は DCE は、DCM モードに移行し、DM レスポンスをできるだけ早期に送出するものとします。

表42.7 U コマンド衝突時の DCE 又は DTE の送出すべきレスポンス及び移行モード

受信コマンド \ 送信コマンド	SABM	DISC
SABM	UA レスポンス ABM	DM レスポンス DCM
DISC	DM レスポンス DCM	UA レスポンス DCM

(2) DM レスポンスと SABM 又は DISC コマンドの衝突

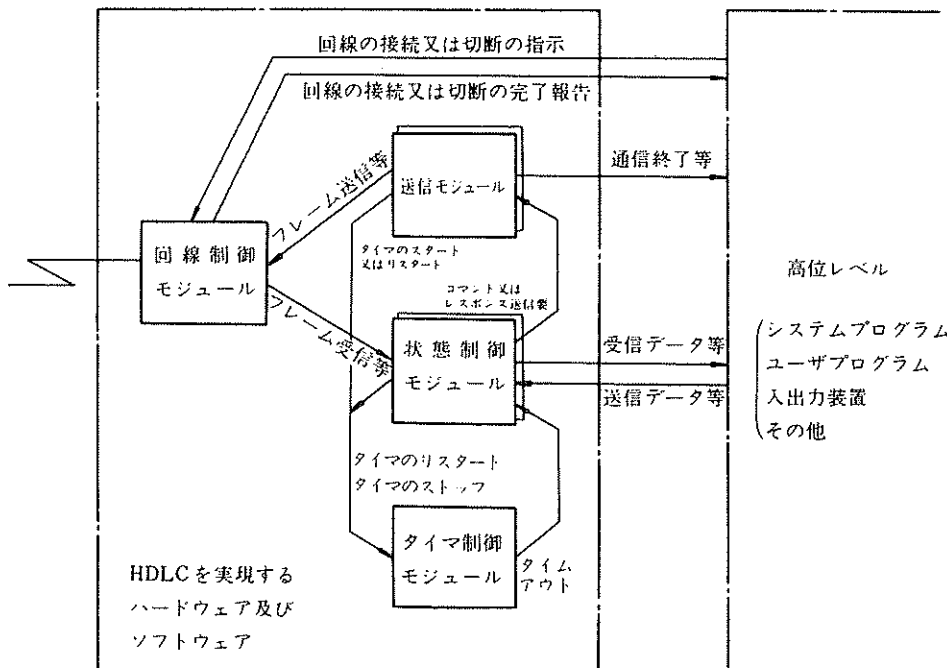
DCE が、SABM コマンドの勧誘のために F ビット「0」の DM レスポンスを DTE に送出した時、この DM レスポンスと DTE からの SABM コマンド又は DISC コマンドとの衝突が起こり得ます。DM レスポンス受信時の誤動作を避けるために、DTE は SABM コマンド及び DISC コマンドの P ビットを常に「1」にするものとします。

参考1 状態遷移例

この状態遷移は、ハードウェア及びソフトウェアの構成例によるハイレベルデータリンク制御手順(HDLC)を示したものです。なお、ハードウェア及びソフトウェアの構成は、インプリメンテーションの例であり、実際の構成を規定するものではありません。

1 状態遷移で示す範囲

参考図42.1は、この状態遷移で示す HDLC を実現するためのハードウェア及びソフトウェアの機能的構成の想定を示したものです。状態遷移表と処理状態遷移表で規定する範囲は、このうち状態制御モジュールと送信モジュールの機能です。



- (備考) 1 回線制御モジュールは、主としてフレームの送受信を行うハードウェア及びソフトウェアであり、フラグシーケンスの作成及び検出、透過性の処理、FCSの付加及び検査、ある種の受信フレームの廃棄等を実行します。この外、回線の接続又は切断の機能を有します。
- 2 送信モジュールは、状態制御モジュールの指示に基づいて送信すべきフレームを作成します。また、フレームの送信に関連する状態の遷移等を行います。
- 3 状態制御モジュールは、高位レベル、回線制御モジュール及びタイマ制御モジュールからの指示又は通知を受け、これらを解析して、状態の管理及び遷移、コマンド又はレスポンスの送信指示等を行います。
- 4 タイマ制御モジュールは、状態制御モジュール及び送信モジュールの指示に基づき、回線動作の時間監視に必要なタイマの歩進とタイムアウトの通知を行います。

参考図42.1 HDLCを実現するハードウェア及びソフトウェアの機能的構成(概念図)

2 記述しない機能

状態制御モジュールと送信モジュールの機能を、状態遷移表と処理状態遷移表で規定するに当たり、状態種別、カウンタ及び入出力インタフェースを定める必要があります。このために基本となる他モジュールとの機能分担を想定し、状態遷移表にも処理状態遷移表にも記述しない機能を示します。

以下に基本的な考え方を示します。

(1) 回線制御モジュールの機能として想定する機能

(A) FCS 誤りのある受信フレーム及び無効フレームの廃棄

FCS 誤りのある受信フレーム及び無効フレームを廃棄します。(状態制御モジュールへの入力として FCS 誤りのあるフレーム受信及び無効フレーム受信を設けません。)

(B) アンダラン発生時の処理

アンダラン (フレームの送信において送信すべきビットシーケンスの回線への送信が間に合わなくなることです。)が発生した場合は、そのフレームをアボートします。アンダラン発生によるフレームの再送は、回線制御モジュールが行います。(状態制御モジュール又は送信モジュールへの入力としてアンダラン発生を設けません。)

(2) タイマ制御モジュールの機能として想定する機能

(A) 状態制御モジュール又は送信モジュールの指示によるタイマのスタート又はリスタート

(B) タイマの歩進

(C) 状態制御モジュールの指示によるタイマのストップ

(D) タイムアウトの通知

(3) 高位レベルの機能として想定する機能

(A) 通信の開始及び終了に関する指示

(B) データ送信可及び不可の管理、送信データの送信指示及び受信データの引取り

(C) ビジー状態に関する指示

(D) 再送で回復できない誤りの回復処理

以上の機能分担に基づき、状態制御モジュール又は送信モジュールへの入力と出力とを定めることができます。状態制御モジュールの入出力インタフェースを参考表42.1, 参考表42.2に、送信モジュールの入出力インタフェースを参考表42.3, 参考表42.4に示します。なお、これらの表中のアンダラインは、状態遷移表及び処理状態遷移表での語句を表します。

高位レベルの主な入出力インタフェースの相互関係を参考表42.5に示します。

参考表42.1 状態制御モジュールの入力インタフェース

相手モジュール	入力種別	備考
回線制御モジュール	フレーム受信	
タイマ制御モジュール	タイムアウト	
高 位 レ ベ ル	通信開始 相手からの動作モード設定待 動作モード再設定指示 動作モード終了指示 強制的動作モード終了指示 送信データ 最終送信データ ビジー発生 ビジー解除 相手ビジー状態問合せ要求	DTEのみです。

参考表42.2 状態制御モジュールの出力インタフェース

相手モジュール	出力種別	備考
送信モジュール	Iフレーム送信要 Iフレーム再送要 (注) RR, RNR, REJ送信要 非番号制フレーム(SABM等)送信要	複数のIフレームを再送する 場合があるが、処理状態遷移 表には1回のみ記述します。
タイマ制御モジュール	タイマのリスタート タイマのストップ	
高 位 レ ベ ル	通信終了報告 データ送信可 受信データ 相手ビジー状態通知 相手ビジー状態解除の通知 システム回復要 相手システム回復 相手からの動作モード再設定要求 動作モード再設定完了	「相手ビジー」が優先します。

(注) RR送信要は、送信モジュールでフレーム送信時の状態により、RR又はRNRとなります。

参考表42.3 送信モジュールの入力インタフェース

相手モジュール	入力種別	備考
状態制御モジュール	参考表42.2の相手モジュールが送信モジュールの 場合と同じです。	

参考表42.4 送信モジュールの出力インタフェース

相手モジュール	出力種別	備考
回線制御モジュール	コマンド及びレスポンスの略称、P/F送信指示 コマンド及びレスポンスの略称送信指示	P/Fビット=「1」 例：SABM, P, RR, F P/Fビット=「0」 例：I, RNR
タイマ制御モジュール	タイマのスタート及びリスタート	
高位レベル	通信終了報告 データ送信不可	

参考表42.5 高位レベルの主な入出力インタフェースの相互関係

項番	データリンクレベルの相互関係	(注) 方向	高位レベルの相互関係	入出力種別	備考
1		←		通信開始又は動作モード再設定 データ送信可 通信終了	
2		→		モード再設定 データ送信可	
3		←		相手動作モード設定待 データ送信可 強制動作モード終了又は動作モード終了要求	
4		←		動作モード終了又は強制動作モード終了 通信終了	
5		→		データ送信可 データ送信不可又は受信データ データ送信不可	
6		←		ビジー発生 ビジー解除	
7		→		相手ビジー 相手ビジー 相手ビジー問合せ 相手ビジー 相手ビジー解除	
8		←		システム回復要 動作モード再設定又は強制動作モード終了	K≠N2の場合のみです。

(注) 方向→は、高位レベルへ、方向←は、高位レベルからを示します。

3 定義する状態種別等

状態制御モジュール及び送信モジュールは、その入力に従って状態遷移を行います。その状態種別を参考表42.6、参考表42.7に示します。ある時点の状態は、いくつかの状態種別の組合せによって表わされます。状態制御モジュール又は送信モジュールが持つカウンタ及びシステム定数をそれぞれ参考表42.8及び参考表42.9に示します。主な状態種別の遷移又はカウンタの設定を参考図42.2から参考図42.4までに示します。

状態遷移又は処理状態遷移表で使用する記号を参考表42.10に示します。

参考表42.6 3つ以上の状態をもつ状態種別の状態の定義

項番	状態種別 (略称)	意 味		備 考
1	自己フェーズ (M-Phase)	AA	SABM受信待ち状態です。	
		AB	SABM未送信状態です。	
		AC	UAレスポンス受信待ち状態です。	
		B	Iフレーム送受信状態です。	
		CA	Iフレームの送受信を終了し、RNRコマンド未送信状態です。	
		CB	DISCコマンド未送信状態です。	
		CC	UAレスポンス受信待ち状態です。	
		DA	再送で回復できない誤り状態です。	
2	動作モード設定不可能 (M-Set=N)	N	動作モード設定のコマンド送受信が不可能な状態です。	

参考表42.7 2つの状態 (Y, N) をもつ状態種別の状態の定義

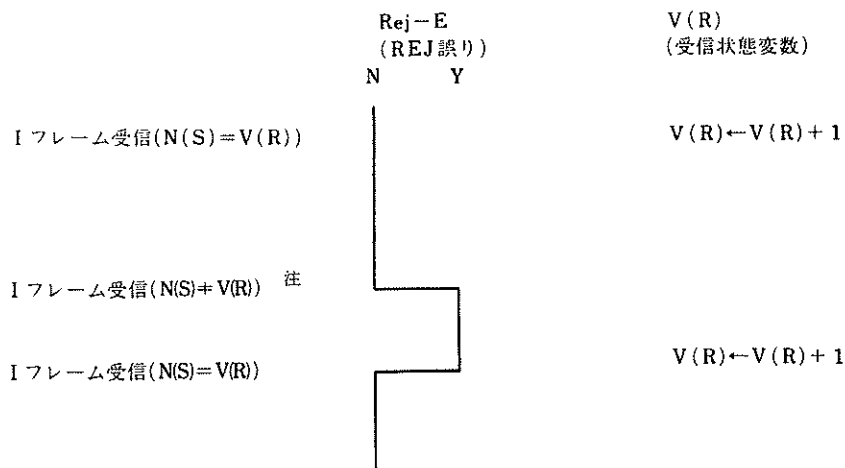
項番	状態種別	略 称	Y の 時 刻 の 意 味	備 考
1	動作モード設定可能	M-Set	M-Phaseが有効です。(M-Set=Nでは、SABMの送受信が不可能です)	
2	ポール送信済	P-Sent	Pビットが「1」のフレームを送信済です。	
3	ファルナル送信済	F-Sent	Fビットが「1」のフレームを送信済です。	
4	ポール送信要	P-On	次に送信するフレームのPビットを「1」とします。	
5	自局ビジー	M-Busy	自局が、Iフレームを受入れることができません。	
6	相手局ビジー	Y-Busy	相手局が、Iフレームを受入れることができません。	
7	受信Iフレーム廃棄	Discard-I	受信したIフレームを廃棄します。	初期設定を除いて、この更新は、システムごとに決定します。
8	R E J 誤り	Rej-E	N(S)≠V(R)のIフレームを受信しました。	
9	Iフレーム再送開始	Retrans	Iフレームの再送を開始しました。	

参考表42.8 カウンタの種類とその値

項番	カウンタ種別	略 称	カ ウ ン タ の 値	備 考
1	送信状態変数	V(S)	次の順序どおりのIフレームの送信順序番号を示します。	
2	受信状態変数	V(R)	次の順序どおりの受入れべきIフレームの送信順序番号を示します。	
3	最旧未確認状態変数	L	以前送信し、相手に受入れられたことを確認していない最も古いIフレームの送信順序番号を示します。	
4	アウトスタンディングIフレーム数	O	以前送信し、相手に受入れられたことを確認していないIフレームの数を示します。また、N ₃ を設定し、Iフレーム送信不可を示します。	
5	連続タイムアウト回数	K	連続してタイムアウトになった回数を示します。	
6	Pビット送信時送信状態変数	J	Pビット=「1」のフレームを送信した時点のV(S)の値を示します。	
7	受信確認用タイマ	T	送信したフレームに対して応答が戻るまでの時間を示します。	

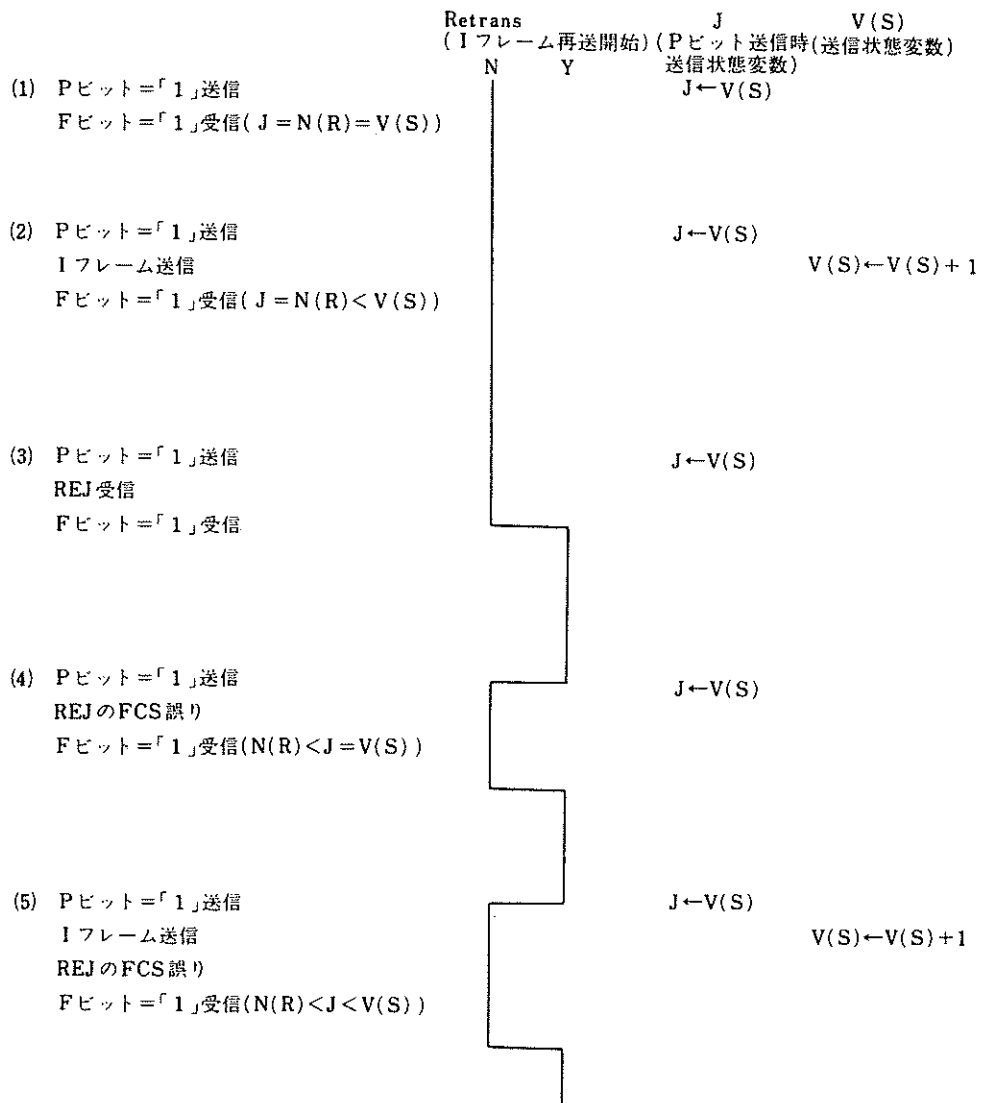
参考表42.9 システム定数の種類とその値

項番	システム定数種別	略 称	シ ス テ ム 定 数 の 値	備 考
1	最大Iフレーム情報フィールドビット数	N ₁	相手を受入れることができるIフレームの情報部の最大ビット数	
2	システム回復移行タイムアウト回数	N ₂	システム回復に移行する連続タイムアウト回数	
3	最大アウトスタンディングIフレーム数	N ₃	相手に受入れられたことを確認しないで送信できるIフレームの最大数	順序番号のモジュラス未満です。
4	受信確認用タイマの限界値	T ₁	1つ又は複数のフレームが相手に受入れられたかどうか判断するためのタイマの限界値	

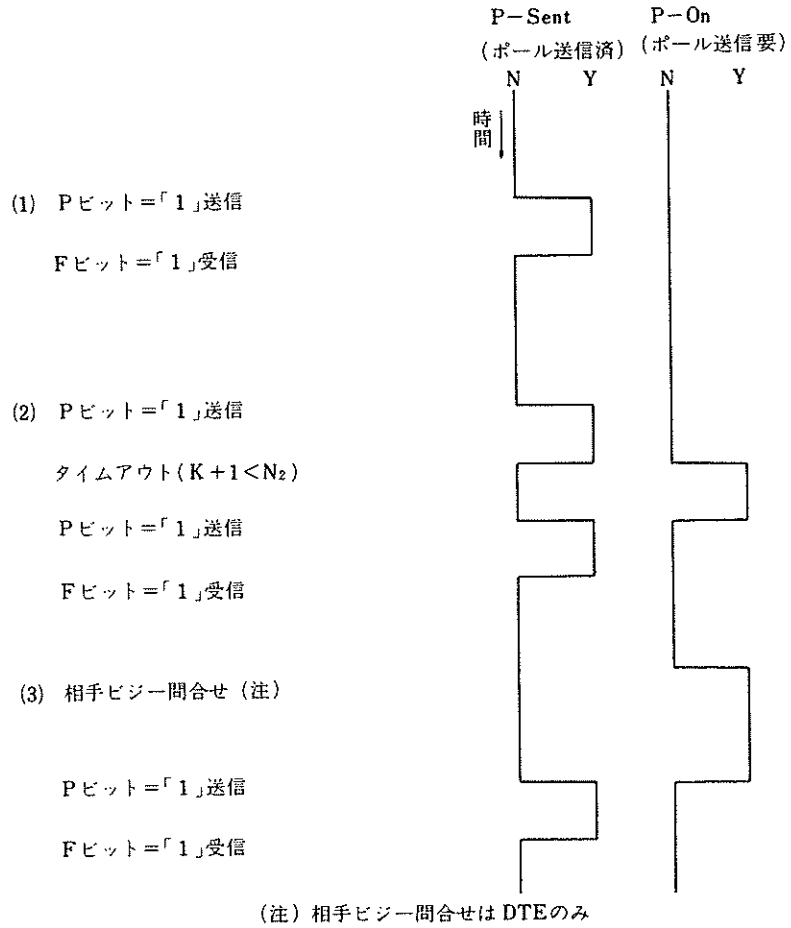


(注) そのフレームの情報部を廃棄します。

参考図42.2 状態種別 Rej-E の遷移とカウンタ V(R) の設定




参考図42.3 状態種別Retransの遷移とカウンタJの設定



参考図 42.4 状態種別, P-Sent, P-Onの遷移概要

参考表42.10 状態遷移表又は処理状態遷移表で使用する記号

項番	記号	意味	例	例の意味
1	×	その状態遷移要因を無視することを示します。		
2	○	もとの状態であることを示します。		
3	△	その状態遷移要因を無視してもよいことを示します。	△ ○	I フレーム受信によって状態が変わらない、又は受信 I フレームを廃棄してもかまいません。
4	[フレーム廃棄]	受信したフレーム全体を受信しなかったように動作します。		
5	[情報部廃棄]	受信した I フレームの情報部のみ廃棄します。		
6	[保留]	該入力を実行できるようになるまで、保留することを示します。		
7	←	状態種別又はカウンタの設定値を示します。	$O \leftarrow O + 1$	カウンタ O に 1 を加えます。
8	V	カウンタの値によらないことを示します。	$O = V$	カウンタ O の値によりません。
9	*	入力の解析の一部が他の表にもあることを示します。		

参考表 42.12 受信 I フレームの解析による処理状態遷移表 * : 参考表42.15に継続

入力とその解説			状態及びカウンタの更新	タイマ制御	フレーム送信指	高位レベルへの通知	備考	索引番号	
フレーム受信	I	Discard-I=Y(フレーム廃棄)						000	
	I	Discard-I=N	N(S)=V(R)			(RR送信要) (注1)	受信データ	001*	
			N(S)≠V(R) (R)	Rej-E=Y	M-Busy=Y		(RNR送信要) (注2)		002*
				M-Busy=N				003*	
	情報部	Rej-E=N		M-Busy=Y	Rej-E←Y		(RNR送信要) (注2)		010*
				M-Busy=N	Rej-E←Y		REJ送信要		011*

(注1) (RR送信要)は、Y-Busy=Nかつ送信Iフレーム有の場合は送信しなくてもかまいません。

(注2) (RNR送信要)は、P/Fビット=「0」の場合です。

参考表 42.13 受信監視フレームの解析による処理状態遷移表 * : 参考表42.15に継続

入力とその解説			状態及びカウンタの更新	タイマ制御	フレーム送信指	高位レベルへの通知	備考	索引番号	
フレーム受信	RR	Y-Busy=Y	Y-Busy←N			相手ビジー解除		020*	
		Y-Busy=N						021*	
	RNR		Y-Busy←Y			相手ビジー		022*	
	REJ	Y-Busy=Y	Y-Busy←N, V(S)←N(R) Retrans←Y			I再送要	相手ビジー解除	(注)	023*
		Y-Busy=N	Retrans←Y, V(S)←N(R)			I再送要			024*

(注) V(S)←N(R)は、参考表42.15におけるOの更新を行った後行うこととします。

参考表42.14 BA クラス・DTE の処理状態遷移表

M-Phase	入力とその解析		状態およびカウンタの更新	タイマ制御	フレーム送信指示	高位モジュールへの通知	備考	索引番号		
M-Set = N	通信開始		M-Set←Y, M-Phase←AB K←0		SABM 送信要		初期値 M-Set = N	501		
	相手動作モード設定待		M-Set←Y, M-Phase←AA					502		
	フレーム受信	Pビット=1のコマンド	F-Sent←N			DM送信要		P-Sent = N	504	
		レスポンス Pビット=0のコマンド (フレーム廃棄)						F-Sent = Y	—	
M-Phase = AA	フレーム受信	SABM, P	M-Phase←AC, M-Busy←N Y-Busy←N, Rej-E←N F-Sent←N, Retrans←N Discard-I←N V(S)←0, V(R)←0 L←0, O←0, K←0	Tストップ	UA送信要			506		
		DISC, P	M-Set←N, F-Sent←N		DM送信要	通信終了		505		
	DM	Fビット=1 (フレーム廃棄)						—		
		Fビット=0	M-Phase←AB, P-Sent←N, K←0			SABM 送信要			501	
	その他	Pビット=1	F-Sent←N			DM送信要			504	
		P/Fビット=0 (フレーム廃棄)							—	
強制動作モード終了		M-Set←N				通信終了		508		
M-Phase = AB	フレーム受信	SABM, P	F-Sent←N		UA送信要			509		
		DISC, P	M-Set←N, F-Sent←N		DM送信要	通信終了		505		
		その他 (フレーム廃棄)								
M-Phase = AC	フレーム受信	DM, F	M-Set←N, P-Sent←N	Tストップ		通信終了		510		
		SABM, P	F-Sent←N		UA送信要			511		
	UA, F	F-Sent=Y	M-Phase←B, P-Sent←N M-Busy←N, Y-Busy←N Rej-E←N, Retrans←N Discard-I←N V(S)←0, V(R)←0 L←0, O←0, K←0	Tストップ			データ送信可		512	
		F-Sent=N	M-Phase←AC, P-Sent←N M-Busy←N, Y-Busy←N Rej-E←N Retrans←N Discard-I←N V(S)←0, V(R)←0 L←0, O←0, K←0	Tストップ					512	
	ΓRMR	Fビット=1	M-Phase←DA, P-Sent←N	Tストップ			システム回復要		513	
		Fビット=0	M-Phase←DA	Tストップ			システム回復要		514	
	DISC, P		M-Set←N, F-Sent←N	Tストップ	DM送信要	通信終了			507	
	その他 (フレーム廃棄)								—	
	タイムアウト	K+1 ≠ N 2	M-Phase←AB, P-Sent←N K←K+1			SABM 送信要			515	
		K+1 = N 2	M-Set←N				システム回復要		516	
M-Phase = B	動作モード再設定		M-Phase←AB, K←0 P-Sent←N, F-Sent←Y	Tストップ	SABM 送信要			550		
	送信データ	Y-Busy=Y (保留)								
		Y-Busy = N	$\bar{O} + 1 \leq N3$	$O \leftarrow \bar{O} + 1$		I送信要				
			$\bar{O} + 1 > N3$ (保留)							
	ビジー発生		M-Busy←Y			RNR送信要			519	
	ビジー解除		M-Busy←N, P-On←Y			RR送信要			520	
	フレーム受信	I 付表42.12								
		RR RNR REJ	L ≤ N (r) ≤ V (s) 付表42.13							
			N (R) < L または V (S) < N (R) 付表42.15							
			SABM, P	M-Phase←AC, M-Busy←N Y-Busy←N, Rej-E←N F-Sent←N, Retrans←N Discard-I←N V (S)←0, V (R)←0 L←0, K←0 P-Sent←N	Tストップ	UA送信要	モード再設定 さる		521	
DISC, P		M-Phase←CC, F-Sent←N	Tストップ	UA送信要			522			
DM	Fビット=1	M-Set←N, P-Sent←N	Tストップ		通信終了		510			

M-Phase	入力とその解析		状態およびカウンタの更新	タイマ制御	フレーム送信指示	高位モジュールへの通知	備考	索引番号	
M-Phase = B	フレーム受信	DM	Fビット = 0	M-Phase ← AB, P-Sent ← N, K ← 0	Tストップ	SABM 送信要		501	
		FRMR (M-Phase = ACの場合に同じ)						513, 514	
		実現していないコマンド/レスポンス	Pビット = 1	M-Phase ← DA, F-Sent ← N, K ← 0		FRMR 送信要	相手システム回復		523
			Fビット = 1	M-Phase ← DA, P-Sent ← N, K ← 0	Tストップ	FRMR 送信要	相手システム回復		524
	タイムアウト	K + 1 ≠ N2		P-Sent ← N, P-On ← Y, K ← K + 1, O ← N3		RR 送信要		525	
		K + 1 = N2		M-Set ← N			システム回復要	526	
	動作モード終了	P-Sent = Y		M-Phase ← CA, K ← 0				529	
		P-Sent = N		M-Phase ← CA, K ← 0		RNR送信要		530	
	強制動作モード終了	P-Sent = Y		M-Phase ← CB, K ← 0				531	
		P-Sent = N		M-Phase ← CB, K ← 0		DISC送信要		532	
M-Phase = CA	フレーム受信	RR, RNR, REJ, I (情報部廃棄)							
		DISC		M-Phase ← CC, F-Sent ← N	Tストップ	UA送信要		522	
		SABM, UA (フレーム廃棄)							
		DM		M-Set ← N, P-Sent ← N	Tストップ		通信終了		510
		FRMR (M-Phase = ACの場合に同じ)							513, 514
	実現していないコマンド/レスポンス (M-Phase = Bの場合に同じ)							523 ~ 525	
タイムアウト	K + 1 ≠ N2		P-Sent ← N, K ← K + 1		RNR送信要		533		
M-Phase = CB	フレーム受信 (M-Phase = CAの場合に同じ)								
タイムアウト	K + 1 ≠ N2		M-Phase ← CA, P-Sent ← N, K ← K + 1		RNR送信要		534		
	K + 1 = N2		M-Set ← N			システム回復要	516		
M-Phase = CC	フレーム受信	DISC		F-Sent ← N		UA送信要		535	
		I, RR, RNR, REJ, SABM	P/Fビット = 0 (フレーム廃棄)	F-Sent ← N		DM送信要		504	
M-Phase = CC	フレーム受信	UA, DM		M-Set ← N, P-Sent ← N	Tストップ		通信終了	536	
		FRMR (M-Phase = ACの場合に同じ)						513, 514	
		実現していないコマンド/レスポンス	Pビット = 1	F-Sent ← N, M-Phase ← DA		FRMR 送信要	相手システム回復		551
			Fビット = 1	P-Sent ← N, K ← 0, M-Phase ← DA	Tストップ	FRMR 送信要	相手システム回復		524
	タイムアウト	K + 1 ≠ N2		M-Phase ← CB, P-Sent ← N, K ← K + 1		DISC送信要		537	
		K + 1 = N2		M-Set ← N			システム回復要	516	
M-Phase = DA	フレーム受信	I, RR, RNR, REJ, 実現していないコマンド/レスポンス (フレーム廃棄)	Pビット = 1	F-Sent ← N		FRMR送信要		538	
			Fビット = 1	P-Sent ← N			539		
			P/Fビット = 0					540	
		SABM, P		M-Phase = Bの場合に同じ	Tストップ	UA送信要	モード再設定さる		521
		DISC, P		M-Phase ← CC, F-Sent ← N		UA送信要			522
	DM	Fビット = 1 (フレーム廃棄)						—	
		Fビット = 0		M-Phase ← AB, P-Sent ← N, K ← 0	Tストップ	SABM 送信要	通信終了		501
	その他 (フレーム廃棄)							—	
	タイムアウト	K + 1 ≠ N2		P-Sent ← N, K ← K + 1		FRMR送信要		541	
		K + 1 = N2		M-Set ← N			システム回復要	550	
動作モード再設定			M-Phase ← AB, F-Sent ← Y, P-Sent ← N, K ← 0	Tストップ	SABM 送信要		542		
強制動作モード終了			M-Phase ← CB, K ← 0, P-Sent ← N, F-Sent ← Y	Tストップ	DISC送信要		543		

参考表 42.15 BAクラス・DTEにおけるN(R)とP/Fビットの解析による処理状態遷移表

M-Phase	入力とその解析		状態及びカウンタの新 更	タイマ 制御	フレーム 送信要	高位レベル への通知	備考	索引 番号	
M-Phase = B	N(R)=L	Fビット =「1」	新Y-Busy=Y(注)	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0					
			Retrans =N	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R) Retrans←Y, V(S)←N (R), K←0		I再送要			
			Retrans =Y	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0			チェック ポイントよ り受信し たN(R)が V(S)を更 新しな い場合 V(S)←N (R)とし て再送 要		
		Pビット =「1」	M-Busy=Y	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RNR送信 要			
			M-Busy=N	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RR送信 要			
		P/Fビット=「0」		L←N(R), O←V(S)-N(R)					
	N(R)≥J	Fビット=「1」	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)	Tスト ップ					
		Pビット =「1」	M-Busy=Y	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RNR送信 要			
			M-Busy=N	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RR送信 要			
		P/Fビット=「0」		L←N(R), O←V(S)-N (R)					
	L < N(R) ≤ V(S)	N(R) < J	Fビット =「1」	新Y-Busy=Y	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0				
				Retrans =N	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R) Retrans←Y, V(S)←N (R), K←0		I再送要		
Retrans =Y				P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0			チェック ポイントよ り受信し たN(R)が V(S)を更 新しな い場合 V(S)←N (R)とし て再送 要		
Pビット =「1」			M-Busy=Y	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RNR送信 要			
			M-Busy=N	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RR送信 要			
P/Fビット=「0」			L←N(R), O←V(S)-N(R) K←0						
N(R) ≥ J		Fビット =「1」	N(R)=V(S)	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0	Tスト ップ				
			N(R) ≠ V(S)	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0					
		Pビット =「1」	M-Busy=Y	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RNR送信 要			
			M-Busy=N	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RR送信 要			
		P/F ビット= 「0」	P-Sent =N	N(R)=V(S)	L←N(R), O←V(S)-N (R), K←0	Tスト ップ			
				N(R) ≠ V(S)	L←N(R), O←V(S)-N (R), K←0	Tリス タート			
P-Sent=Y		L←N(R), O←V(S)- N(R)							

参考表42.15つづく

M-Phase	入力とその解析		状態及びカウンタの新 更	タイマ 制御	フレーム 送信要	高位レベル への通知	備考	索引 番号
M-Phase =B	N(R)<L又は N(R)>V(S)	Fビット=「1」	M-Phase←DA, P- Sent←N, K←0	Tストップ	FRMR送 信要	相手システ ム回復		
		Pビット=「1」	M-Phase←DA, F-Sent←N		FRMR送 信要	相手システ ム回復		
		P/Fビット=「0」	M-Phase←DA		FRMR送 信要	相手システ ム回復		
M-Phase =CA	L≤N(R)≤V(S)	Fビット=「1」	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0	Tストップ	RNR送信 要			544
		Pビット=「1」	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RNR送信 要			545
		P/Fビット=「0」	L←N(R), O←V(S)-N(R)					546
	N(R)<L又はN(R)>V(S) (M-Phase=Bの場合に 同じ)							
M-Phase =CB	L≤N(R)≤V(S)	Fビット=「1」	P-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R), K←0	Tストップ	DISC送 信要			547
		Pビット=「1」	F-Sent←N, L←N(R), O←V(S)-N(R)		RNR送信 要			548
		P/Fビット=「0」	L←N(R), O←V(S)-N(R)					549
	N(R)<L又はN(R)>V(S) (M-Phase=Bの場合に 同じ)							

(注) 新Y-Busyは、参考表42.12又は参考表42.13の処理終了後のY-Busyの値を示します。

参考表 42.16 BA クラス・DTE におけるフレーム等送信による処理状態遷移表

M-Phase	状態制御モジュールからの入力とP/Fビット等の決定				回線へのフレーム等送信	状態及びカウンタの更新	タイマ制御(注2)	高位レベルへの通知	備考	
M-Set = N	DM送信要				DM, F	F-Sent←Y				
M-Phase = AB	SABM送信要				SABM, P	M-Phase←AC, P-On←N, P-Sent←Y	Tスタート			
M-Phase = AC1	UA送信要				UA, F	M-Phase←B, P-Sent←Y, P-On←N		データ送信可		
M-Phase = AC3	UA送信要				UA, F	M-Phase←AC, F-Sent←Y				
M-Phase = B	I 送信要 又は I 再送要	P-Sent = N	F-Sent = N	M-Busy = Y	O = V	RNR, F	F-Sent←Y		RNR, FとIを送信する必要があります。RNR, Pは送信しなくてもかまいません。RR, FとIを送信する必要があります。P-On=NのときRR, Pは送信しなくてもかまいません。RNR, Pは送信しなくてもかまいません。P-On=NでI, Pを送信してもかまいません。	
				M-Busy = N	O = V	RR, F 及び I	V(S)←V(S)+1, F-Sent←Y	Tスタート*		
			M-Busy = Y	O = V	RR, P	P-Sent←Y, Retrans←N, J←V(S), P-On←N	Tスタート			
			M-Busy = N	O = V	RR, P	P-Sent←Y, Retrans←N, J←V(S), P-On←N	Tスタート			
			M-Busy = Y	O = V	I	V(S)←V(S)+1	Tスタート*			
		P-Sent = Y	F-Sent = N	M-Busy = Y		RNR, F	F-Sent←Y			
				M-Busy = N		I	V(S)←V(S)+1	Tスタート		
			F-Sent = Y	M-Busy = Y		RR, F 及び I	V(S)←V(S)+1, F-Sent←Y	Tスタート		
				M-Busy = N	P-On = Y	I, P	V(S)←V(S)+1, P-Sent←Y, Retrans←N, J←新V(S), P-On←N	Tスタート		
				M-Busy = N	P-On = N	I	V(S)←V(S)+1	Tスタート*		
	RR送信要	P-Sent = N 且つ P-On = Y	F-Sent = N	M-Busy = Y		RNR, F	F-Sent←Y			
				M-Busy = N		RR, F	F-Sent←Y			
			F-Sent = Y	M-Busy = Y		RNR, P	P-Sent←Y, P-On←N, Retrans←N, J←V(S)	Tスタート		
				M-Busy = N		RR, P	同上	Tスタート		
		P-Sent = Y	F-Sent = N	M-Busy = Y		RNR, F	F-Sent←Y			
				M-Busy = N		RR, F	F-Sent←Y			
			F-Sent = Y	M-Busy = Y		RNR	Retrans←N			
				M-Busy = N		RR	Retrans←N			
	RNR送信要	P-Sent = N	F-Sent = N		RNR, F	F-Sent←Y				
			F-Sent = Y		RNR, P	P-Sent←Y, P-On←N, Retrans←N, J←V(S)	Tスタート			
P-Sent = Y		F-Sent = N		RNR, F	F-Sent←Y					
		F-Sent = Y		RNR						
REJ送信要	P-Sent = N	F-Sent = N		REJ, F	F-Sent←Y					
		F-Sent = Y		REJ, P	P-Sent←Y, Retrans←N, P-On←N, J←V(S)	Tスタート				
	P-Sent = Y	F-Sent = N		REJ						
		F-Sent = Y		REJ, F	F-Sent←Y					
M-Phase = AA	DM送信要				DM, F	F-Sent←Y				

参考表42.16つづく

M-Phase	状態制御モジュールからの入力とP/Fビット等の決定		回線へのフレーム等送信	状態及びカウンタの更新	タイマ制御 (注2)	高位レベルへの通知	備考
M-Phase = CA	RNR送信要	F-Sent = N	RNR, F	F-Sent ← Y			
		F-Sent = Y	RNR, P	P-Sent ← Y M-Phase ← CB	Tスタート		
M-Phase = CB	RNR送信要		RNR, F	F-Sent ← Y			
	DISC送信要	(注1)	DISC, P	P-Sent ← Y M-Phase ← CC	Tスタート		
M-Phase = CC1	UA送信要		UA, F	F-Sent ← Y M-Set ← N		通信終了	
M-Phase = CC3	UA送信要		UA, F	M-Phase ← CC2 F-Sent ← Y			
M-Phase = CC2	DM送信要		DM, F	F-Sent ← Y			
M-Phase = DA	FRMR送信要	F-Sent = N	FRMR, F	F-Sent ← Y	Tスタート		
		F-Sent = Y	FRMR		Tスタート		

(備考) I 送信 + RNR, P 送信では, I, P 送信でもかまいません。

(注1) DCE が送信する F ビット「0」の DM による誤動作を避けるために, SABM, DISC の P ビットは 1 とするものとします。

(注2) タイマ制御における T スタートは, T が非動作時にのみ行います。動作中のときは, リスタートせずに継続して動作させます。 * 印無しの T スタートは, 無条件にスタートさせます。

4 状態遷移表, 処理状態遷移表の見方

HDLC 制御を行うための状態遷移の方法と処理内容(カウンタの更新, タイマ制御, フレーム送信指示, 高位レベルの通知)については, 状態遷移表と処理状態遷移表を組み合わせることで見ることとなり, 以下にその例を示します。

(例)

状態 B01 (正常な通信状態) に於て I フレーム (P ビット「1」) を受信

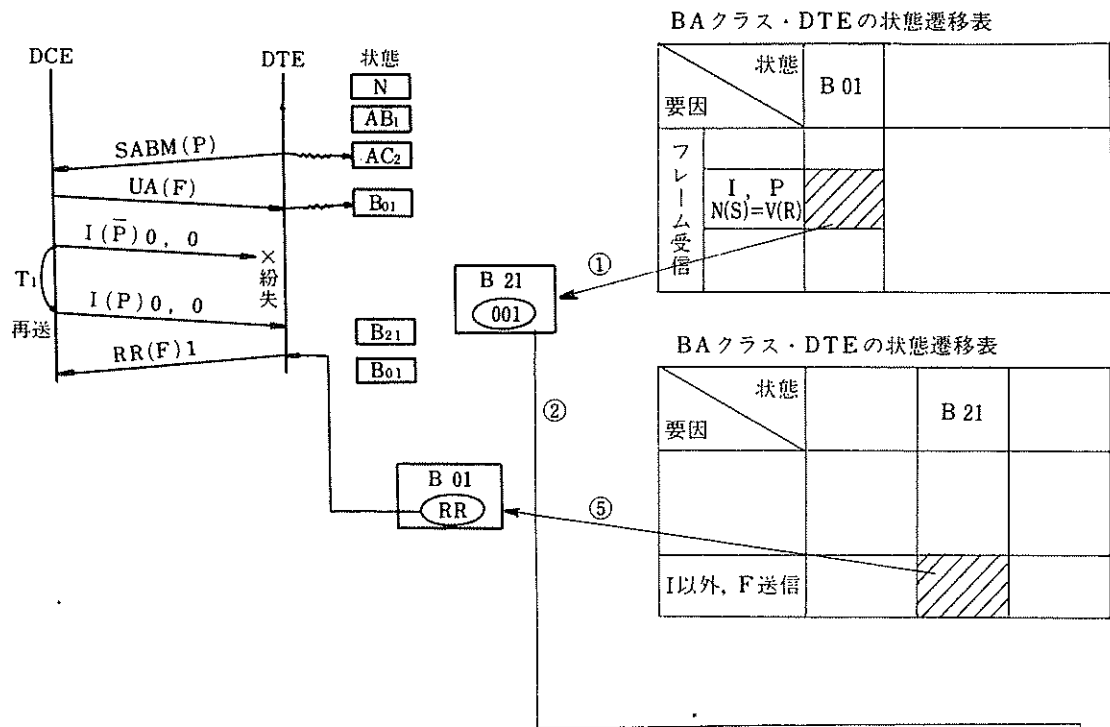
- ① 状態遷移表で横方向に現在の状態 (B01), 縦方向で状態遷移要因 I, P(N(S)=V(R))……(送信順序番号が正しい P ビット「1」の I フレームで受信) を探し, 両者のクロスポイントの情報

B21
001

 を見ます。
- ② 「001」は処理状態遷移表の索引番号であり, 該当する項目の内容により処理内容が分かります。「B21」は, 次の状態番号です。
- ③ 自己フェーズ(B), N(R) 条件及び P ビットの状態により該当する N(R) と P/F ビットの解析による処理状態遷移表を探し, 処理内容を見ます。
- ④ ③の遷移表でフレーム送信の項が「RR 送信要」となっているのでフレーム送信等による処理状態遷移の RR 送信要の項目により実際に送信されるべきフレーム種別 (RR (F)) が決定されます。
- ⑤ 状態遷移表で「B21」と「I 以外 F 送信」のクロスポイントの情報

B01
RR

 を見れば, 次の遷移先 (B01) と DCE に対する処理 (RR 送信) が分かります。



参考表 42.12 受信 I フレームの解析による処理状態遷移表

入力とその解説			状態及びカウンタ更新	タイマ制御	フレーム送信指示	高位レベルへの通知	索引番号
フレーム受信	I	Discard	$N(S) = V(R)$	$Rej - E \leftarrow N$ $V(R) \leftarrow V(R) + 1$	(RR 送信要)	受信データ	001*
		$-I = N$					

受信状態変数を更新

受信フレームの N(S) は期待すべき値である

参考表 42.15 BA クラス・DTE における N(R) と P/F ビットの解析による処理状態遷移表

M-Phase	入力とその解説			状態及びカウンタ更新	フレーム送信
③ → M-Phase = B	$L < N(R) \leq V(S)$	$N(R) \geq J$	Pビット = 「1」	M-Busy = N	RR 送信要

④

参考表 42.16 BA クラスにおけるフレーム等送信による処理状態遷移表

M-Phase	状態制御モジュールからの入力と P/F 決定			回線へのフレーム等送信	状態、カウンタ更新
M-Phase = B	RR 送信要	P-Sent = N かつ、 P-Qn = N	F-Sent = N	M-Busy = N	RR, F F-Sent ← Y

参考図 42.5 状態遷移表の見方

参考2 FCS (フレーム検査シーケンス) の作成例

FCSの具体的な作成例について次に示します。

なお、ここで使用する生成多項式は $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ です。

フラグシーケンス 01111110	アドレス部 (b1~b8)	制御部 (b1~b8)	情報部	フレーム検査シーケンス (b1~b16)	フラグシーケンス 01111110
----------------------	------------------	----------------	-----	-------------------------	----------------------

次のようなデータが入っている場合

A	C	LCGN	L C N	送NO受NO	ユーザデータ
00000001	00010000	00100000	00000000	00000000	11001000 10111010

これを多項式にすると (フラグシーケンスは除き、フレーム検査シーケンスより数えて1のビットがたっている所に重みを付けて多項式とします。

多項式 = $X^{65}+X^{61}+X^{54}+X^{32}+X^{31}+X^{28}+X^{24}+X^{22}+X^{21}+X^{20}+X^{18}$ となります。

これを $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ で割ります。

すると、余りは $X^{14}+X^{13}+X^{10}+X^9+X^6+X^5+X^4+X^3+X$ となります。

(この際、商は問題にしません) (自分で計算して確かめてみたい人は次のページを見て下さい)

余りから FCSのb14, b13, b10, b9, b6, b5, b4, b3 を1にし、他のビットは0にしFCSを作ります。

従ってこの場合のFCSは次のようになります。

0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

この16ビットをFCSとして相手に送ります。

受信側では、「A」から「FCS」までのビット列を多項式にして、 $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ で割り算し余りが0であればデータに誤りが無かったと判断します。

これがFCSによる誤り制御です。

送信側でのFCSの生成

$$\begin{aligned}
 & X^{16} + X^{12} + X^9 + 1 \quad \left. \begin{array}{l} X^{49} + X^{33} + X^{28} + X^{25} + X^{22} + X^{21} + X^{16} + X^{15} + X^{14} + X^{13} + X^8 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{65} + X^{61} + X^{54} + X^{49} \\ X^{45} + X^{38} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{28} + X^{24} + X^{22} + X^{21} + X^{20} + X^{18} \\ X^{49} + X^{45} + X^{38} + X^{33} \\ X^{45} + X^{41} + X^{34} + X^{29} \\ X^{41} + X^{37} + X^{30} + X^{25} \\ X^{38} + X^{37} + X^{34} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{26} + X^{25} + X^{24} + X^{23} + X^{21} + X^{20} + X^{18} \\ X^{38} + X^{34} + X^{27} + X^{22} \\ X^{37} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18} \\ X^{37} + X^{33} + X^{28} + X^{21} \\ X^{32} + X^{28} + X^{21} + X^{16} \\ X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18} + X^{14} \\ X^{31} + X^{27} + X^{20} + X^{15} \\ X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{18} + X^{15} + X^{14} \\ X^{30} + X^{26} + X^{19} + X^{14} \\ X^{29} + X^{25} + X^{18} + X^{13} \\ X^{24} + X^{21} + X^{19} + X^{16} + X^{15} + X^{14} + X^{13} \\ X^{24} + X^{20} + X^{13} + X^8 \\ X^{21} + X^{20} + X^{19} + X^{18} + X^{15} + X^{14} + X^8 \\ X^{20} + X^{19} + X^{17} + X^{16} + X^{15} + X^{14} + X^{10} + X^8 + X^5 \\ X^{19} + X^{16} + X^9 + X^4 \\ X^{19} + X^{17} + X^{15} + X^{14} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^5 + X^4 \\ X^{19} + X^{15} + X^8 + X^3 \\ X^{17} + X^{14} + X^{10} + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 \\ X^{17} + X^{13} + X^6 + X \\ X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \end{array} \right\} \text{ビット列を多項式にしたもの} \\
 & -) \frac{X^{45} + X^{38} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{28} + X^{24} + X^{22} + X^{21} + X^{20} + X^{18}}{X^{65} + X^{61} + X^{54} + X^{49}} \\
 & -) \frac{X^{49} + X^{45} + X^{38} + X^{33}}{X^{45} + X^{41} + X^{34} + X^{29}} \\
 & -) \frac{X^{41} + X^{37} + X^{30} + X^{25}}{X^{38} + X^{37} + X^{34} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{26} + X^{25} + X^{24} + X^{23} + X^{21} + X^{20} + X^{18}} \\
 & -) \frac{X^{38} + X^{34} + X^{27} + X^{22}}{X^{37} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18}} \\
 & -) \frac{X^{37} + X^{33} + X^{28} + X^{21}}{X^{32} + X^{28} + X^{21} + X^{16}} \\
 & -) \frac{X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18} + X^{14}}{X^{31} + X^{27} + X^{20} + X^{15}} \\
 & -) \frac{X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{18} + X^{15} + X^{14}}{X^{29} + X^{25} + X^{18} + X^{13}} \\
 & -) \frac{X^{24} + X^{21} + X^{19} + X^{16} + X^{15} + X^{14} + X^{13}}{X^{24} + X^{20} + X^{13} + X^8} \\
 & -) \frac{X^{21} + X^{17} + X^{10} + X^5}{X^{20} + X^{19} + X^{17} + X^{16} + X^{15} + X^{14} + X^{10} + X^8 + X^5} \\
 & -) \frac{X^{19} + X^{16} + X^9 + X^4}{X^{19} + X^{17} + X^{15} + X^{14} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^5 + X^4} \\
 & -) \frac{X^{19} + X^{15} + X^8 + X^3}{X^{17} + X^{14} + X^{10} + X^6 + X^5 + X^4 + X^3} \\
 & -) \frac{X^{17} + X^{13} + X^6 + X}{X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X} \quad \text{余り}
 \end{aligned}$$

これでFCSを作ります。

0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1
b16	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1

これが16ビットのFCSです。これを付けて送信します。

受信側での誤り検証

$$\begin{aligned}
 & X^{16} + X^{12} + X^9 + 1 \quad \left. \begin{array}{l} X^{49} + X^{33} + X^{28} + X^{25} + X^{22} + X^{21} + X^{16} + X^{15} + X^{14} + X^{13} + X^8 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{65} + X^{61} + X^{54} + X^{49} \\ X^{45} + X^{38} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{28} + X^{24} + X^{22} + X^{21} + X^{20} + X^{18} + X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{49} + X^{45} + X^{38} + X^{33} \\ X^{45} + X^{41} + X^{34} + X^{29} \\ X^{41} + X^{37} + X^{30} + X^{25} \\ X^{38} + X^{37} + X^{34} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{26} + X^{25} + X^{24} + X^{23} + X^{21} + X^{20} + X^{18} + X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{38} + X^{34} + X^{27} + X^{22} \\ X^{37} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18} + X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{37} + X^{33} + X^{28} + X^{21} \\ X^{32} + X^{28} + X^{21} + X^{16} \\ X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18} + X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{31} + X^{27} + X^{20} + X^{15} \\ X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{18} + X^{15} + X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{30} + X^{26} + X^{19} + X^{14} \\ X^{29} + X^{25} + X^{18} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{29} + X^{25} + X^{18} + X^{13} \\ X^{24} + X^{21} + X^{18} + X^{15} + X^{14} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{24} + X^{20} + X^{13} + X^8 \\ X^{21} + X^{20} + X^{19} + X^{16} + X^{15} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X \\ X^{21} + X^{17} + X^{10} + X^5 \\ X^{20} + X^{19} + X^{17} + X^{16} + X^{15} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^4 + X^3 + X \\ X^{20} + X^{15} + X^8 + X^4 \\ X^{19} + X^{17} + X^{15} + X^{13} + X^8 + X^6 + X^3 + X \\ X^{19} + X^{15} + X^8 + X^3 \\ X^{17} + X^{13} + X^6 + X \\ X^{17} + X^{13} + X^6 + X \end{array} \right\} \\
 & -) \frac{X^{45} + X^{38} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{28} + X^{24} + X^{22} + X^{21} + X^{20} + X^{18}}{X^{65} + X^{61} + X^{54} + X^{49}} \\
 & -) \frac{X^{49} + X^{45} + X^{38} + X^{33}}{X^{45} + X^{41} + X^{34} + X^{29}} \\
 & -) \frac{X^{41} + X^{37} + X^{30} + X^{25}}{X^{38} + X^{37} + X^{34} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{26} + X^{25} + X^{24} + X^{23} + X^{21} + X^{20} + X^{18}} \\
 & -) \frac{X^{38} + X^{34} + X^{27} + X^{22}}{X^{37} + X^{33} + X^{32} + X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18}} \\
 & -) \frac{X^{37} + X^{33} + X^{28} + X^{21}}{X^{32} + X^{28} + X^{21} + X^{16}} \\
 & -) \frac{X^{31} + X^{30} + X^{29} + X^{27} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{20} + X^{18} + X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X}{X^{31} + X^{27} + X^{20} + X^{15}} \\
 & -) \frac{X^{30} + X^{29} + X^{28} + X^{25} + X^{24} + X^{21} + X^{18} + X^{15} + X^{14} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X}{X^{29} + X^{25} + X^{18} + X^{13}} \\
 & -) \frac{X^{24} + X^{21} + X^{19} + X^{16} + X^{15} + X^{14} + X^{13}}{X^{24} + X^{20} + X^{13} + X^8} \\
 & -) \frac{X^{21} + X^{17} + X^{10} + X^5}{X^{20} + X^{19} + X^{17} + X^{16} + X^{15} + X^{13} + X^{10} + X^9 + X^6 + X^4 + X^3 + X} \\
 & -) \frac{X^{20} + X^{15} + X^8 + X^4}{X^{19} + X^{17} + X^{15} + X^{13} + X^8 + X^6 + X^3 + X} \\
 & -) \frac{X^{19} + X^{15} + X^8 + X^3}{X^{17} + X^{13} + X^6 + X} \\
 & -) \frac{X^{17} + X^{13} + X^6 + X}{X^{17} + X^{13} + X^6 + X} \\
 & \quad \quad \quad \downarrow \\
 & \quad \quad \quad 0 \quad (\text{割り切れた}) \\
 & \quad \quad \quad \downarrow \\
 & \quad \quad \quad \text{受信データに誤りがなかった。}
 \end{aligned}$$