

解説

ハイレベルデータリンク制御手順とその標準化動向*

川 端 久 喜** 田 中 義 昭**

1. はじめに

データ通信用のデータリンク制御手順は 1960 年代に登場したが、国際規格が IS 1745 “Data Transmission Control Procedures—Basic mode” として勧告されたのは、ようやく 1971 年のことであった。これを受けて、わが国内規格、JIS C 6362「基本形データ伝送制御手順」が制定されたのは 1975 年である。

この時代には、データ端末は通信回線を介して情報処理設備に直結されており、伝送される情報の表現も文字と 1 対 1 に対応して定義された「符号」が用いられた。上記の「基本形伝送制御手順」も、いわゆる情報交換用標準符号の体系の中に定義された伝送制御キャラクタを用いて、回線の両端に接続された端末と電子計算機間のデータ転送を、確実に遂行する標準的な手続きを定めている。

いっぽう、オンライン情報処理技術の進展、とくに最近の LSI (高集積半導体回路) の発達に端を発するインテリジェンス分散化の傾向を受けて、点と点を直結したオンラインシステムから、網状のデータ通信ネットワークの形成へと、時代は進みつつある。

このような新しい網形成のための要請を受けて、上記の伝送制御手順の懸命の改良と拡充が行われたが、しよせん、その努力はその限界を一層明確にただけであり、かえって通信制御方式の種類を増し、システムの拡張性を減ずる効果しかなかったのである。

ここに解説する「ハイレベルデータリンク制御手順」は、このような背景のもとに生まれ、新たに規格化が進められているデータリンク制御手順である。解説は、まずデータリンク制御手順の概念とデータ通信網における位置づけについて述べたうえで、規格化作業の現状を報告し、最後に規格の概要を紹介している。規格化作業の現状を途中でそう入したのは、その方が

規格の概要を他との関係で理解しやすいと考えたからである。

2. データリンク制御手順の概念

2.1 データリンク制御手順とは

データリンク制御手順 (Data Link Control Procedures) とは、通信回線を介して対した二つの装置の間のデータ転送を、論理的に、確実に遂行する手続き (Procedures) であり、その基本的な役割りは論理的なリンクの確立とその解除、並びに転送中のデータの完全性確保の二つである。前者は、計算機本体に直結された入出力装置のインタフェースと本質的には同じで、入出力装置用の多線ケーブルインタフェースのシェークハンド論理がデータリンクの確立に対応し、データ転送後の入出力装置の論理的切離しは、データリンクの解放に対応する。

しかし、後者すなわち転送されるデータの完全性の確保については、途中で比較的高い確率でデータ誤りを発生させる通信回線が介在するが故に、本体直結の入出力装置の場合とは、趣きが異なってくる。このため、データリンク制御手順では、伝送過程で発生するかも知れない誤りに対して、一定の防御の手段が定められており、これは誤り制御と呼ばれる。

誤り制御はさらに誤り検出と誤り訂正の二つの段階に分けられるが、データリンク制御手順の中でこの二つの段階の手順が比較的大きな位置を占めている。誤り制御方式をどのように定めるかによって、データ伝送効率が大きく影響を受け、前項に述べた基本形伝送制御手順から、本稿の目的のハイレベル手順への変革の一つの要素となっている。

2.2 新しいデータリンク制御手順の開発の背景

前項で述べたデータリンク制御手順の役割りは、従来の基本形伝送制御手順でも、新しいハイレベルデータリンク制御手順 (High-level Data Link Control Procedures, 以下 HDLC 手順と略称する) でも共通である。それでは、基本形伝送制御手順の何が問題に

* The Trend of Standardization Activity on High-Level Data Link Control Procedures by Hisayoshi KAWABATA and Yoshiaki TANAKA (Data Communication Bureau, N, T, T.)

** 日本電信電話公社データ通信本部

なり、HDLC 手順ではそれがどのように改善されたかを、次に述べる。

(1) 転送データの透過性

基本形伝送制御手順は前述のとおり、文字符号の伝送を目的としており、同じ符号体系の中に定義された伝送制御キャラクタ (10 種類) を用いて、伝送制御手順を遂行する。これは一般文字ではない別目的の制御情報を二つの装置が交換しようとする場合には、著しい制限条件となる。HDLC 手順では、データの転送をフレームと呼ぶ単位で扱うこととし、フレーム内の所定フィールドに入っているビットの列に対しては、何らの制約を加えないようになっている。

(2) 伝送効率

基本形伝送制御手順では、データはブロック単位で伝送され、そのブロックが確実に相手にとどけられたことを肯定応答符号の受信によって確認するまでは、次のブロックを送出しない方式としていた。これを交互監視式伝送制御と呼ぶが、通常回線でも伝送効率 (本来その時間内に転送できるビットの数に対する誤り制御のために要した冗長時間を除いた時間のビット換算数の割合) は、80% 程度以下である。これに対して、HDLC 手順では、一定の数までのフレーム (概念的には、上記のブロックと同じ意味) を応答を待たずに連続送信することとし、代ってフレームごとに番号を付して、送信と並行して番号による応答を受信する方式としている。このような方式を同時監視式伝送制御と呼び、通常回線でも 90% 以上の伝送効率を確保できる。

(3) データ転送の信頼性

基本形伝送制御手順でも、文字符号ごとにパリティ

ビットを付し、ブロックごとにブロックチェックを行うよう勧告している (オプション)。したがって、データのブロックについては、一応の信頼性が確保されているが、監視制御用の符号は垂直パリティチェックだけである。監視制御符号の誤りは、場合によってはブロック単位の二重受信又は脱落を引き起こすかも知れない。これに対して、HDLC 手順は、監視情報も目的の転送データも、まったく同じ形式のフレームの中に包み込み、同じように誤り検査することとなっており、高速回線で大量のデータを伝送する際にも高い信頼性が保証される。

(4) リンク制御のモジュール化

基本形伝送制御手順の原形は、テレタイプ端末による通信にあり、例えば「WRU (Who are you?) 日本の加入電信での「あなたは?」符号によるアンサーバック要求が、データリンク確立手順へと発展している。同様に受信紙テープのきん孔開始、プリンタの改行なども同じ符号体系の中の制御符号で指令され、同時にプリンタの 1 行ごとにデータがブロック化されることも多い。このように、データを転送するという純粋な作業と、データ入出力やアプリケーションに密接に関連する作業が未分化のまま、基本形伝送制御手順では混在している。このような方式は、コンパクトで魅力がある一方、応用分野の多様化するデータ通信システムにおいて、拡張性、柔軟性を著しく制限してきた。この問題を解決するためには、データ転送制御を他の機能から分離させることしかない。

すなわち、リンク制御のレベルと、それ以外のデータ転送先や入出力装置の指定、アプリケーションに関する制御とを、分離独立させることである。HDLC 手順は、このようなねらいを持っており、その分担する機能は、あくまでも通信回線を介して向う側にある相手の装置に、データを転送することだけに専念する手順となっている。相手装置から再転送されるかも知れないもう一つの向うの装置のことや、応用プログラムに関する情報については、自分が今転送しているデータの中に含まれるかも知れないが、このリンク制御手順は、まったく関知しないのである。

2.3 ハイレベルデータリンク制御手順の位置付け

前項の (4) で述べたリンク制御機能の他からの分離独立は、HDLC 手順の広範な応用を保證するものである。

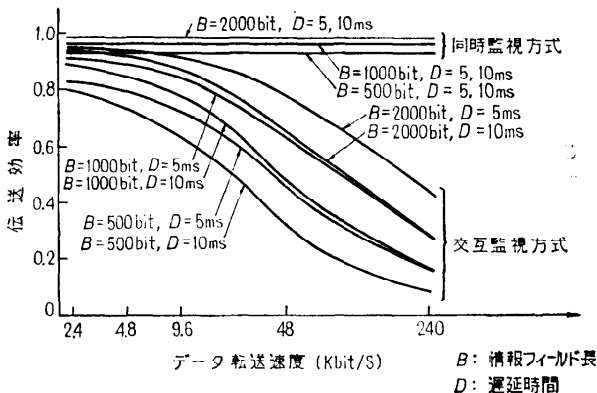


図-1 同時監視方式と交互監視方式の伝送効率

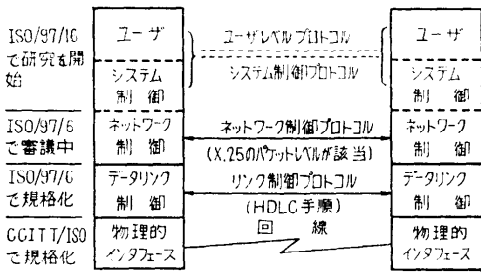


図-2 プロトコルの階層構成

HDLC手順と並行して、データ通信ネットワークを合理的に形成するためのネットワークアーキテクチャの研究が各所で進められているが、その中で、HDLC手順はリンクレベルと呼ばれる一つの階層のプロトコル（通信規約）として位置付けられている。

また公衆パケット交換網用に CCITT が勧告した勧告 X.25 でも、網と網に接続される端末との間のプロトコルに、やはりリンクレベルのプロトコルとして HDLC 手順を採用している (X.25 では LAP <Link Access Protocol> と呼んでいる)。

図-2 はプロトコルの階層の考え方を示したものである。なお、ネットワークアーキテクチャや、通信制御レベル以上のプロトコルについては、現在規格化のための研究が進められているものの、まだ具体案の起草にまで至っておらず、国際的な規格としては、前述の CCITT 勧告 X.25 が公衆パケット交換網用に、パケットレベルのプロトコルを勧告しているだけである。

3. 規格化作業の現状

3.1 規格化の経緯

HDLC 手順の国際規格化の作業は、ISO/TC 97/SC 6 が分担し、わが国では工業標準調査会からの委託を受けて、情報処理学会規格委員会/SC 6 専門委員会が、その作業を行っている。

HDLC 手順の最初の提案国は米国である。米国では基本形（ベーシックモード）伝送制御手順の規格化作業が終了した 1970 年代始めから、ADCCP (Advanced Data Communications Control Procedures) の名のもとに、現在の HDLC 手順の研究を進めていた。米国規格協会 (ANSI) が ADCCP 第 6 次草案を発行したのは、1973 年 2 月であり、これをリンク制御レベルのプロトコルとして組み入れたネットワークアーキテクチャを、SNA (システムネットワーク体系) として、

IBM 社が発表したのは 1974 年 9 月であった。

その後、1974 年 10 月に東京で開かれた TC 97/SC 6 国際会議で、一層の改良が行われ、現在の HDLC 手順の原形が形成された。

いっぽう、CCITT では、1973~1976 年の期間の重要なプロジェクトとして、国際的に高まりつつあるデータ通信需要に応えるための新しい公衆通信網である「公衆データ網 (Public Data Network)」の研究と、その国際接続に関する規格の勧告を進めていた。

その中のパケット交換網に関する勧告が前述の X.25 であるが、その原案のリンクアクセスプロトコル (LAP) に HDLC 手順を使用することが合意されるに及んで、ISO と CCITT は相互に緊密な連絡をとるところとなった。

細部での意見の相違（が、かつてあった）はここでは触れないが、両者の間で解決されなければならなかった最大の問題点は、「局（ステーション、ここでは電子計算機やデータ端末を指す）」の果すリンク制御のための機能の問題であった。すなわち、ISO では当初、リンク制御に関して全責任を負う一次局と、一次局の制御を受けて動作する二次局が通信するという構成を前提に、HDLC 手順の規格化を進めていたが、公衆データ網とユーザ設備が接続される際には、一方を一義的に一次局と決められないという問題が明らかになった。

この論議の過程で、一次局と二次局の通信手順を定めようとする案、一つの局が一次局機能と二次局機能の両方を持ち、それぞれが相手局の二次局機能と一次局機能と通信するという案などが提案された。この問題は最終的には、上記両案の長所を両立させた新しい局機能として、一次局、二次局に続く第三の局——複合局——を定義することによって解決をみている。

すなわち、二つの複合局はまったく対等の責任を負って HDLC 手順を遂行するものであり、ISO は、この新しい複合局の定義の結果に基づいて、国際規格案の一部修正を行い、CCITT も、X.25 の LAP の改定を暫定勧告として公布した (LAP-B と呼ばれる)。

3.2 規格制定の現状

HDLC 手順の国際規格は、その審議のつごうもあって、フレーム構成、手順要素及び手順クラスの 3 段階に分けて制定されつつある。わが国の国内規格 (JIS) の制定も、これに歩調を合わせて制定作業が進んでいる。表-1 (次頁参照) に規格 (又は規格案) の現状をとりまとめた。

表-1 規格化の現状

(1978年3月現在)

規格の名称	国際規格 (IS)	国内規格 (JIS)	規格の概要
HDLC 手順のフレーム構成	IS 3309 [HDLC Proc. -Frame Structures] (制定済み)	原案作成済 (51年度) (近く制定の予定)	HDLC 手順で使用されるフレームの構成, 誤り検査方式等を定めている。
HDLC 手順の手順要素	Draft IS 4335 [HDLC Proc. -Elements of Procedures] (国際郵便投票は終わっているが, 次の2件による修正が行われる予定である。 ① コマンド/レスポンスの追加 ② 複合局機能の追加)	原案作成済 (51年度) 52年度に左記の修正を行った。 (近く制定の予定)	HDLC 手順で使用されるパラメータ, コマンド, レスポンスなどの定義と用法を, 原則としてコマンドを受信した局が実行すべき動作という観点で規定している。
HDLC 手順の手順クラス	不平衡型手順クラス Draft IS 6159 [HDLC Proc. -Unbalanced Class of Procedures] (国際郵便投票待ち)	左記の両クラスを一つの JIS として 52 年度に原案作成を終了 (近く制定の予定)	上の二つの規格を実際のシステムに適用する際の標準手順を, 三つの基本クラス (不平衡型正規応答モード, 不平衡非同期応答モード, 平衡型非同期モード) に分けて規定している。各基本クラスごとに, その使用すべきコマンド/レスポンスの基本レパートリが示され, 追加機能用に付加的使用の認められるコマンド/レスポンスが定められる。
	平衡型手順クラス Draft IS 6256 [HDLC Proc. -Balanced Class of Procedures] (国際郵便投票待ち)		

注. Draft IS は国際郵便投票の後, 理事会にはかって, IS (国際規格) として制定される。

4. ハイレベルデータリンク制御手順の概要

4.1 HDLC 手順における誤り制御

HDLC 手順の具体的な内容を紹介する前に, とくにその誤り制御の手順を中心に概括的な説明を試みることにしたい。この誤り制御方式を理解することによって, ともしれば無味乾燥に感じられる規定を, より立体的に理解できるものと考え。

HDLC 手順では, 前述したとおり, データも制御用の情報もフレームと呼ぶ統一形式で送受信される。

各フレームは CRC 方式により誤り検査ビットを持っているほか (4.2 項参照), 所定の領域にアドレスと制御情報を持っており, 制御情報部には, コマンド又はレスポンスが入り, 直接にデータ転送に関わるコマンド/レスポンスは, 番号情報を持っている。HDLC 手順では, 誤り制御は, この番号の順序性を監視することによって行われる。

すなわち, フレーム内に相手を受信してほしいデータを持っている場合, その旨を指示するコマンド又はレスポンス (具体的には, これは後述する I コマンド/レスポンスである。) とともに, 送信番号を送る。HDLC 手順は, 原則的には相手からの受信確認を受けなくても, 次々と情報転送フレームを送信でき, その際には送信番号を 1, 2, 3, 4... とインクリメントしてゆく。情報転送フレームを受信した局は自局から送信する逆方向の情報転送フレームか, 又は監視フレームかに受信番号を乗せて応答する。受信番号は, 常に今まで正しく受信してデータを受け入れたフレームの持っていた送信番号に 1 を加えた局である。

つまり送信側が送信番号 5 まで送った後, 受信側が 6 と答えて来れば, 5 までの情報転送フレームは確実に

に受信され, 受け入れられたことを意味している。

HDLC 手順には, 応答動作のモードとして, 正規応答モード (応答を要求されたときだけ答える) と, 非同期応答モード (随時に応答する) の二つが用いられるが, とくに後者の場合に, 3, 4, 5... と送っている最中に 4 という応答があっても, 続いて 5, 6... と応答があるかも知れず, 必ずしも誤り発生と判断できない。これを解決するために, P/F ビットという制御情報領域内に定義された特定ビットが用いられる。一次局が, 3, 4, 5P... と送った結果, 相手 (二次局) が, 4F と応答してきた場合, 送信番号 4 のフレームから再送要求されていると判断するわけである。

このように, HDLC 手順は, 番号の管理を巧妙に用いることによって誤り制御を行っている。

4.2 フレーム構成

HDLC 手順では, 電子計算機の入出力制御と類似の伝送形式を採用し, 処理の単純化を図っている。フレームの構成を図-3 に示す。

図-3 からわかるとおり, フレームの中で特異なビットシーケンスは, フラグに用いられる "01111110" だけである。フラグは, フレームの開始と終りを示すほか, アイドル状態 (フレームの外) では同期をとるためにも用いられる。フレームの中に "01111110" なる

フラグシーケンス	アドレスフィールド	制御フィールド	情報フィールド	フレームチェックシーケンス	フラグシーケンス
01111110	8ビット	8ビット	注	16ビット	01111110

注. 情報フィールドの長さ(ビット数)は規定されていない。また, フレームが監視制御用に用いられる場合には, 情報フィールドはなく, 制御フィールドに続いてフレームチェックシーケンスが送信される。

図-3 フレームの構成

ビットの列が現われると受信側はそこでフレームは終りと判断するから、もしフレーム内の種々の情報の組合せでビット“1”が5個連続する場合には、送信側は“0”を挿入する約束となっている。受信側は5個連続した“1”のあとに“0”が検出されれば、この“0”を除去する。このような約束を守ることによって、回線の上にフレームを送受信でき、かつ送受信データの透過性を確保できる。

終りのフラグの直前の16ビットは、フレームチェックシーケンスのためのフィールドに割り当てられている。これは伝送誤りの検出用のビットシーケンスであり、 $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ を生成多項式とするCRC(循環冗長符号)方式が用いられる。すなわち、始めのフラグシーケンスの次のビットから、フレームチェックシーケンスの直前のビットまでを伝送順に降べきに並べた多項式を、上記の生成多項式で割算(モジュロ2)した剰余の1の補数をフレームチェックシーケンスとして用いる規約となっている。ただし多項式には、前述した透過性確保のためのそう入ビットは除くことが必要である。

その他のフレーム内の構成要素は、次のとおりである。

(1) アドレスフィールド

アドレスフィールドには、そのコマンドを受信すべき二次局若しくは複合局のアドレス、又はそのレスポンスを送信した二次局若しくは複合局のアドレスの表示に用いられる。つまり、一次局は二次局のアドレスをアドレスフィールドに入れてコマンドを送出し、二次局は自局のアドレスをアドレスフィールドに入れてレスポンスを送出する。複合局の場合には、相手の複合局のアドレスを持って送出されたフレームはコマンドフレームであり、自局アドレスを持って送出されたフレームはレスポンスフレームである。

なお、JISではさらに、all“1”のアドレスとall“0”のアドレスを特別な意味に用いている。前者は「グローバルアドレス」と呼び、不特定の相手局にコマンドを受信するよう指示するもので、後者は「ノーステーションアドレス」と呼び、どの局もそのフレームを無視するよう指示するものである。これらの組合せ以外は、システムで自由に定めて用いることができる。

なお、アドレスフィールドは8ビットであるから、256通りのアドレスを用いることができるが、さらに拡張したい場合には、アドレスフィールドの第1ビットを拡張の有無の表示を用いて、アドレスフィールド

制御フィールドの形式	フレームの呼称	制御フィールドのビット						
		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇
情報転送(I)フォーマット	情報(I)フレーム	0	N(S)			P/F	N(R)	
監視(S)フォーマット	監視(S)フレーム	1	0	S	P/F	N(R)		
非番号制(U)フォーマット	非番号制(U)フレーム	1	1	M	P/F	M		

- 備考 1. N(S)は、そのフレームを送出する局の送信シーケンス番号を表し、b₂が低位ビットである。
 2. N(R)は、そのフレームを送出する局の受信シーケンス番号を表し、b₆が低位ビットである。
 3. Sは、監視機能ビットを表す。
 4. Mは、修飾機能ビットを表す。
 5. P/Fは、そのフレームがコマンドの場合にはポール(P)ビットであることを表し、そのフレームがレスポンスの場合にはファイナル(F)ビットであることを表すものとし、それぞれ1のときにその機能を果す。

図-4 制御フィールドの形式

を拡張する方法も規格化されている。

(2) 制御フィールド

制御フィールドは、コマンドとして相手局に対する動作の指令に、またレスポンスとしてその指令に対する応答として使用される。制御フィールドの形式には図-4に示す三つのフォーマットがある。

情報転送(I)フォーマットの制御フィールドをもつフレームは、情報フィールドを持ち、実際の情報メッセージの伝送に用いる。

監視(S)フォーマットの制御フィールドを持つフレームは、リンクの監視制御用に用いられ、情報フィールドを持たないが、受信シーケンス番号を送出できる。

非番号制(U)フォーマットの制御フィールドを持つフレームは、モードの設定又はその応答、異常状態の報告などの制御機能を果すために用いられ、シーケンス番号を持たない。

シーケンス番号は、図-4からもわかるとおり、一つの一次局又は二次局で二つ——送信シーケンス番号N(S)と受信シーケンス番号N(R)——が用いられる。つまり、一次局が送出する情報(I)フレームの送信シーケンス番号N_{i→ii}(S)に対して、二次局はその受信シーケンス番号N_{ii→i}(R)で応答する一方、二次局が送出する情報(I)フレームの送信シーケンス番号N_{ii→i}(S)に対して、一次局はその受信シーケンス番号N_{i→ii}(R)で応答するのである。ここで、説明上、受信シーケンス番号を応答するという表現をとったが、一次局の場合には、必ずしも応答だけでなく、いわゆる二次局に対するポーリングを意味することもあるので留意されたい。

なお、図-4で見るとおり、シーケンス番号用には

いずれも3ビットが割り当てられており、シーケンス番号のモジュラスは8である。しかし、衛星通信などで伝送遅延時間が問題となる場合には、制御フィールドを16ビットに拡張し、シーケンス番号に7ビットを割り当てる方法も規格化されている。その場合のモジュラスは128である。

4.3 手順要素

手順要素とは、HDLC 手順を遂行するために定義される要素のことである。動作モード、パラメータ、P/F ビットの用法、各種のコマンド及びレスポンス並びに異常状態についての規約が含まれる。

4.3.1 モード

モードとはここでは二次局又は複合局の動作形態を指しており、初期モード、動作（応答）モード、切断モードの三つが使用される。ここでは、HDLC 手順において最も重要な動作モードについて解説する。

HDLC 手順では、正規応答モード (Normal Response Mode, NRM)、非同期応答モード (Asynchronous Response Mode, ARM) 及び非同期平衡モード (Asynchronous Balanced Mode, ABM) の三つの動作モードが定義されている。いかなる二次局も前二者のいずれかの動作モードとなる必要があり、複合局は非同期平衡モードで動作しなければならない。

(1) 正規応答モードでの二次局の動作

このモードでは、二次局は一次局からPビットが“1”となったコマンドを受けることによって、送信を許可されたときだけ、レスポンスフレームを送信できる。複数のフレームを連続してよいが最後のフレームを送出する場合には、Fビットを“1”としなければならない。このモードでは、このようにP/F ビットを用いて完全な会話型通信を実現できるほか、マルチポイント型の回線構成でも使用が容易である。

(2) 非同期応答モードにおける二次局の動作

このモードでは、一次局からの許可を受けることなく、一次局からのモード設定コマンドによってこのモードに設定されておれば、随時にレスポンスフレームを送出できる。このモードではP/F ビットは、伝送誤りの有無をチェックするためだけに用いられ、これをチェックポイントニングの手法と呼ぶ(4.3.2参照)。

(3) 非同期平衡モードにおける複合局の動作

複合局は必ずこのモードで動作し、相手の複合局の許可を受けることなく、随時にコマンド又はレスポンスフレームを送信できる。また複合局はこの動作モードによって、対等の責任をもって相手複合局と通信

することになるので、使用はポイントツーポイント形のシステム構成に限定される。

4.3.2 パラメータ及びP/F ビットの用法

HDLC 手順では、送信/受信シーケンス番号、及びこれらを送出するための局の内部で管理する送信/受信変数をパラメータとして使用する。これらが手順の中で果す役割については、前述したとおりである。

また、P/F ビットの用法についても随所で述べてきたので繰り返しを避けるが、前項の(3)で触れたチェックポイントニングについて、紹介する。

チェックポイントニングとは、P/F ビットを用いて行う情報(I)フレームのシーケンス番号誤りの検査を意味し、P=1で送信したフレーム及びそれ以前に送信したフレームの送信シーケンス番号が、相手から返ってきたF=1のフレームの受信シーケンス番号ですべて確認されていなければ誤りが発生したと判断し、回復動作を開始せよ、という手法である。同様に二次局から一次局に送信される情報(I)フレームのシーケンス番号誤りは、F=1に対するP=1の受信によって検査できる。ただし、複合局相互の通信の場合には、チェックポイントニングは、P=1に対するF=1の受信だけに限定される。なぜなら複合局は、コマンドもレスポンスも送信できるため、P→F、F→Pの両刀を使うことにするとフレームの二重再送が発生する可能性があり、かえって不都合であるからである。

なお、4.1の最後に具体的に述べた例は、実はここで解説したチェックポイントニングのことであるので、振り返って参照されたい。

4.3.3 コマンド/レスポンス

HDLC 手順の JIS 原案では、ISO での審議経過を勘案しつつ、18 種類のコマンドと、13 種類のレスポンスを規定している。ISO では現在さらに4つのコマンド/レスポンスがほぼ追加の方向で審議されている。種類も多いので、ここでは詳細を報告できないことを詫び、とりあえず JIS 原案に規定されたものを、表-2(次頁参照)に一括して示すこととする。

4.3.4 異常状態とその回復

(1) N(S) シーケンス誤り

伝送誤りが発生して、フレームチェックシーケンスの検査にかかると、そのフレームは受信局によって廃棄される。その結果一般にはN(S)シーケンス誤りが引き起されるが、その場合の回復措置として、原則的に用いられるのは、P/F ビットを1としてN(R)を返

表-2 JIS (原案) に規定されたコマンド/レスポンス

フォーマット	コマンド	レスポンス	名称	機能の概要
情報(I)	I	I	Information	情報フィールド内のデータを番号を付けて転送する。また、相手からの1フレームを正しく受信したことを通知する。
監視(S)	RR	RR	Receive Ready	Iフレームの受け入れが可能であることを通知する。Iフレームを正しく受信したことを通知する。
	RNR	RNR	Receive Not Ready	ビジー状態を通知する。
	REJ	REJ	Reject	指定したIフレーム以降の再送を要求する。
	SREJ	SREJ	Selective Reject	指定した1つのIフレームの再送を要求する。
非番号制(U)	SNRM		Set Normal Response Mode	アドレスフィールドに指示した二次局に正規応答モード(NRM)で動作するよう指令する。
	SARM		Set Asynchronous Response Mode	アドレスフィールドに指示した二次局に非同期応答モード(ARM)で動作するよう指令する。
	SABM		Set Asynchronous Balanced Mode	アドレスフィールドに指示した複合局に非同期平衡モード(ABM)で動作するよう指令する。
	SNRME		Set Normal Response Mode Extended	アドレスフィールドに指示した二次局に拡張された正規応答モードで動作するよう指令する。
	SARME		Set Asynchronous Response Mode Extended	アドレスフィールドに指示した二次局に拡張された非同期応答モードで動作するよう指令する。
	SABME		Set Asynchronous Balanced Mode Extended	アドレスフィールドに指示した複合局に拡張された非同期平衡モードで動作するよう指令する。
	SIM		Set Initialization Mode	アドレスフィールドに指示した二次局又は複合局に制御機能を初期化するための手続きを開始させる。
	DISC		Disconnect	アドレスフィールドに指示した二次局又は複合局に以前に設定された動作モードを終結させる。
	UI	UI	Unnumbered Information Transfer	一つ若しくは複数の二次局又は相手の複合局に、どの局の状態変数に影響を与えずに情報を転送する。
	UP		Unnumbered Poll	一つ若しくは複数の二次局又は相手の複合局からのレスポンスを勧誘する。
(U)	FRMR	FRMR	Frame Reject	再送で回復できない誤りを検出したことを相手複合局に通知する。拒絶理由を情報フィールドに示す。
	XID	XID	Exchange Identification	アドレスフィールドに指示した二次局又は複合局に、その局識別、特性等を報告させ、自局も報告する。
	RSET		Reset	アドレスフィールドに指示した複合局の受信状態変数をリセットする。
		UA	Unnumbered Acknowledge	二次局又は複合局が用い、モード設定コマンドの受け入れを報告する。
		DM	Disconnect Mode	二次局又は複合局が用い、自局が切断モードであることを通知する。またモード設定コマンドの送信を要請する。
		RD	Request Disconnect	二次局又は複合局が用い、DISCコマンドの送信を要請する。
		RIM	Request Initialization Mode	二次局又は複合局が用い、SIMコマンドの送信を要請する。
	CMDR	Command Reject	二次局が再送で回復できない誤りを検出したことを一次局に通知する。拒絶理由を情報フィールドに示す。	

送し、その番号からの情報(I)フレームの再送を要求することである。ただしこの方法は相手からP/Fビットを受けていない場合には、直ちに始めるわけにゆかない(PとFは交互に交換される)から、一層伝送効率をあげたい場合には、REJコマンド/レスポンスを用いることができる。REJコマンドはP/Fの交換がどのような状態であろうとも、N(R)を送信して再送要求ができる。また、使用に制限事項があるが、SREJコマンド/レスポンスを用いて、特定のN(S)を持った情報(I)フレームだけを再送させることも可能である。

(2) フレーム拒絶

受信したコマンド/レスポンスを受け入れることができない場合である。例えば、定義されていないコマンド/レスポンスや、システムがサポートしていないコマンド等である。このような場合には、二次局ならばCMDRレスポンスを、複合局ならばFRMRコマンド/レスポンスを返送する。このようなフレーム拒

絶の状態は、再度モード設定コマンド又はRSETコマンドによって、番号の初期化が行われるまで解消しない。

4.4 手順クラス

4.4.1 手順クラスの定義

国際規格及びJISでは、以上に述べてきた手順の要素を実際のデータ通信システムに適用する場合の、標準的な実施方法を、不平衡型と平衡型の二つの手順クラスに分けて規定している。二つの手順クラスは、動作モードによって、更に三つの基本手順クラス、UNクラス、UAクラス及びBAクラスに分けられる。

UNクラス: 不平衡型, 正規応答モード

UAクラス: 不平衡型, 非同期応答モード

BAクラス: 平衡型, 非同期平衡モード

各基本手順クラスごとに、基本としてシステムが使用するべきコマンド及びレスポンスのレパートリが規格化されており、これとは別にシステムごとに選択使用できる付加機能(基本からの削除オプションも含む)

も、付加機能番号とともに規定されている。図-5はその一覧を示したものであり、付加機能を持った基本手順クラスは、「クラス UN, 1, 2, 6, 9」のように表示することになっている。

4.4.2 HDLC 手順の実際

最後に、まとめの意味も含めて、HDLC 手順の流れを順を追って述べる (図-6 参照)。

(1) リンクの設定

HDLC 手順では、データリンクは一次局又は複合局がモード設定コマンドを送信し、相手の二次局又は複合局がこれを受け入れて、指示された動作 (応答) モードになったとき設定される。同コマンドを受け入れた局は、UA レスポンスを応答する。リンクが設定されたとき、双方のシーケンス番号はゼロにセットされる。

(2) 情報転送

リンクが設定されると、I コマンド/レスポンスを用いて情報転送が行われる。フレームチェックシーケンスによって誤りが検査され、誤りが検査されたフレームは受信側で廃棄される。シーケンス番号誤りが検査されると P/F ビットを用いて相手に再送要求を行う。送信側は、P/F チェックポイントングによって再送すべきフレームを識別し、回復動作を開始する。このほか、REJ 又は SREJ コマンド/レスポンスを付加使用することによって、一層の伝送効率改善を得ることも可能

である。

(3) リンクの切断

一次局又は二次局は、DISC コマンドを送出することによってリンク切断動作を開始できる。二次局又は手複合局がこれを相受け入れて UA レスポンスを応

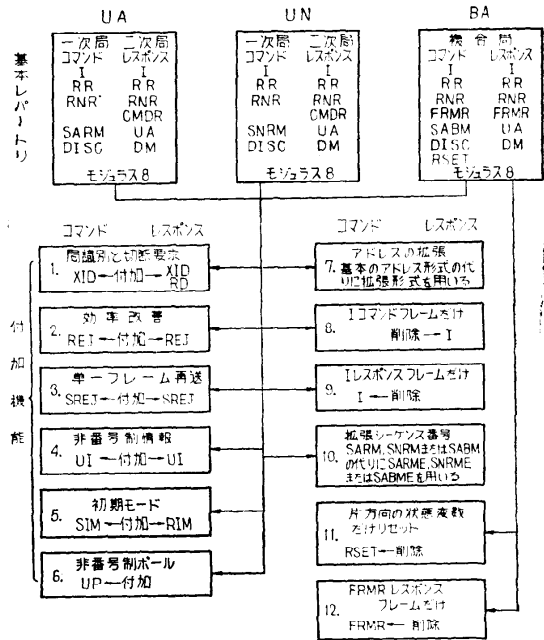
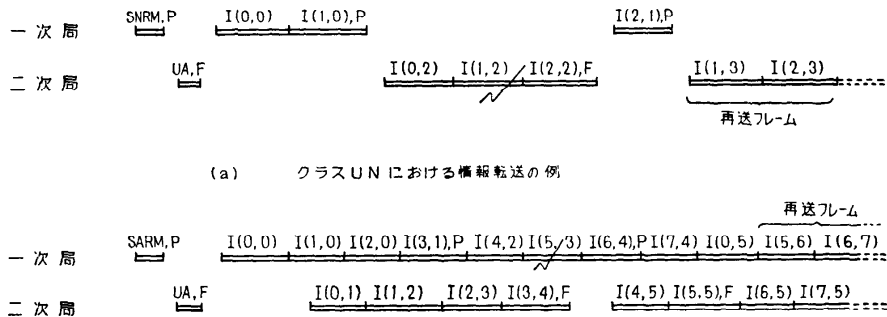


図-5 基本手順クラス別のコマンド/レスポンスと付加機能



(a) クラスUNにおける情報転送の例

(b) クラスUAにおける情報転送の例

備考 1. I(4,5),P は送信シーケンス番号が4,受信シーケンス番号が5, Pビット=1のIフレームであることを表わす。
 2. ~~I(2,2),F~~ は伝送過程で誤りを生じたことを示す。

図-6 情報転送のタイムチャートの例

答すると、リンクは切断され、二次局は次のリンク設定に備えて正規切断モード又は非同期切断モードに入る。すでに切断モードにある二次局又は複合局が、DISC コマンドを受信した場合には、DM レスポンスを返送する。

5. おわりに

オンライン情報処理の利用が普及してきたとは言え、通信制御についてはメーカ等の専門家にまかされており、一般の情報処理技術者にとっては、理解の難しい分野のようである。本稿では、このような層も含めて理解が頂けるよう、可能な限り平易に解説したつもりである。

すでに当学会誌でもプロトコル関係の解説が何度か掲載され、筆者らもこれらプロトコルの運搬の役割を果たす HDLC 手順の標準化動向を、早く紹介すべきことを承知していたが、規格化作業を優先したために、遅くなってしまった。

ISO では、すでに HDLC 手順については、主要な審議を終り、今後は、ネットワーク制御レベルのプロトコルの規格化に作業の重点が移ることとなる。

稿を終るにあたり、日頃から御指導を頂いております情報処理学会、規格委員長、和田 弘教授に感謝致します。

参考文献

- 1) International Standard 3309 "Data Communication—High-level Data Link Procedures—Frame Structure", ISO, UDC 681, 3: 621. 391.
- 2) Draft International Standard ISO/DIS 4335 "Data Communication—High-level Data Link Control Procedures—Elements of Procedures (Independent Numbering)", ISO, UDC 681. 327. 18. 01.
- 3) DP 6159 "HDLC Proposed Unbalanced Class of Procedures", ISO/TC 97/SC 6, N 1339.
- 4) DP 6256 "HDLC Proposed Balanced Class of Procedures", ISO/TC 97/SC 6, N 1444.
- 5) Composite of ISO/DIS 4335+N 1300+N 1445 (Revised)+4335 (Comments), ISO/TC 97/SC 6, N 1500.
- 6) Addendum to HDLC Classes of Procedures, ISO/TC 97/SC 6, N 1501.
- 7) 三井信雄: SNA (System Network Architecture) の概要, 情報処理, Vol. 16, No. 11, pp. 1017~1023.
- 8) 石野福彌: パケット交換網の通信規約, 情報処理, Vol. 18, No. 11, pp. 1148~1156.

(昭和 53 年 3 月 23 日受付)