

大規模コンピュータ・ネットワークの一事例

— 国鉄 DACS オ四期システム —

五十嵐 善夫, 中山 信行, 松崎 徹 (国鉄)

小又 富士夫, 田淵 孝満, 種田 幸一, 宮本 孝, 小河原 孝一 (日本電気(株))

1. はじめに

DACS (Data Collecting & Switching System) は、国鉄の通信運用体系近代化の一環として、電信業務のコンピュータ化を図る為、開発されたシステムである。1974年4月、オ1期システムが稼動し、電信データ交換業務の自動化が実現した。

国鉄内には、さまざまな業務が存在し、その業務形態毎、コンピュータ化が行われている。これらのシステムは大規模化、広域化が進むにつれて、システム相互間の情報交換の必要性が生じ、オンライン化が進められている。オンラインを経済的に構築する為、DACSの持っているデータ交換機能や回線及び端末の共同利用が必要となり、回線の提供に関しては、汎用のパケット交換網の要求が高まってきた。

DACSは、これらの国鉄内、各システムの要求に応じて、オ2期、オ3期とシステムの拡張を続け、現在オ4期のシステムが、DACSネットワークシステムとして稼動中である。

DACSネットワークは、データ交換業務を行うDACSコンピュータとパケット交換網であるサフネットワーク、及びそれに加入する他システムのコンピュータで構成されている。

サフネットワークは、国鉄の6地方鉄道管理局、及び国立のコンピュータセンタに設置されたIMP (Interface Message Processor) と、IMP間を結ぶ回線で構成されている。

サフネットワークに加入しているコンピュータは、IMPに接続され、現在、次の5システムが稼動している。

- (1) COMTRAC
- (2) ADAMS
- (3) EPOCS
- (4) FOCS
- (5) 建設工事システム

本資料では、

オ4期DACSのサフネットワークの機能とデータ交換機能、及びサフネットワークに加入しているシステムに關し記述する。

図1-1にオ4期DACSネットワークの構成を示す。

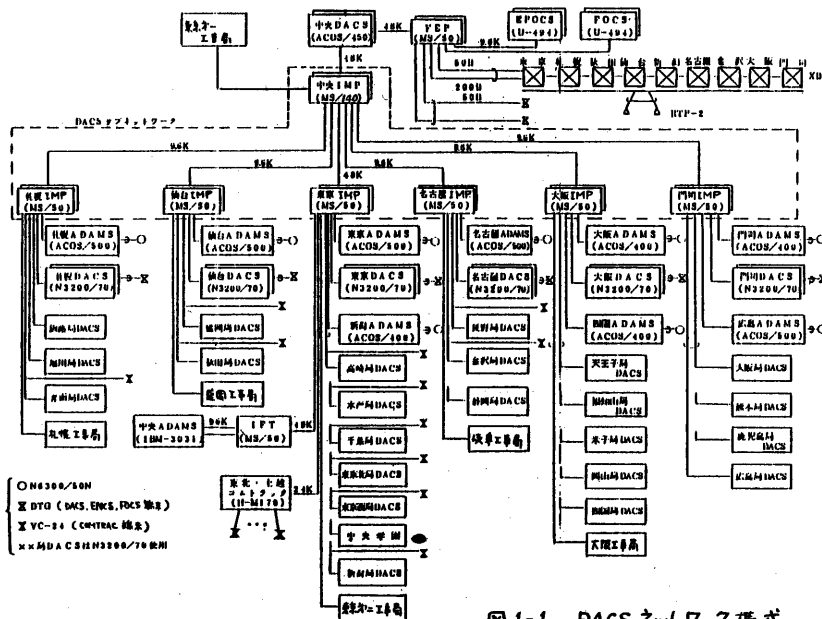


図1-1 DACS ネットワーク構成

2. サブネットワーク

2.1 サブネットワークの構成

サブネットワークの回線構成は、国立に設置された中央IMPを頂点とするトリ構造である。DACSデータ交換業務のメッセージの流れは、国立のDACSコンピュータ(中央DACS)と地方に設置されているDACSコンピュータ(地方DACS)向が大半であり本構成を採用しているが、DACS以外のサブネットワーク加入システムでは東京集中型である。その為、次期の南発ではサブネットワークの回線構成を、中央IMPと東京IMPの2頂点の構成にする予定である。

中央IMPと東京IMPは、マイクロルートの異なる48Kbits、2回線で接続されている。内1回線は、予備回線である。中央IMPと東京以外の地方IMP向は、各々、マイクロルートの異なる9.6Kbits、2回線で接続されている。内1回線は、予備回線である。

IMPは、ミニコンピュータで構成され、各地方に2台設置されている。内1台は、予備機である。

回線とIMPは、各々、2対2の切換スイッチで接続され、障害時には手動にて切換えられる。

2.2 IMPの機能

サブネットワークのIMPの主な機能は、次の通りである。

- ・加入コンピュータとの通信インターフェース
- ・ルート制御
- ・テスト機能
- ・トラフィック制御

(1) 加入コンピュータとの通信インターフェース

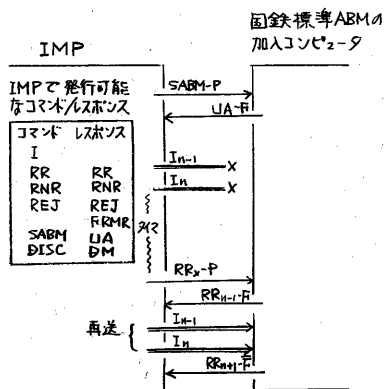
IMPは、加入コンピュータに対し物理レベル、データリンクレベル、パケットレベルを有し、一部加入システムには、更に上位のレベルとして、ゲートウェイ機能を提供している。

データリンクレベルは、国鉄標準のHDLC-ABM、NRM及びDDX用DTE対応のHDLC-ABM⁽¹⁾を提供している。HDLC-NRMは、端末系のシステムに使用している。

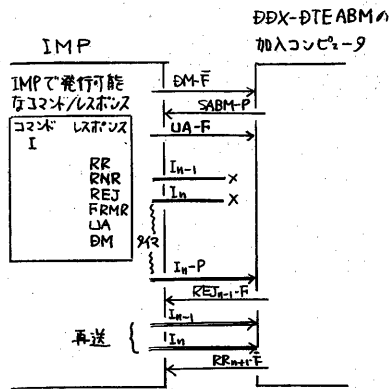
DDX用DTEに対しては、国鉄標準のABMに改造を行い、発行コマンドの制限や、エラー回復手順等を、整合させて、1983年4月に接続を実現している。

この2つのABMについて、IMPからのリンク確立手順と、フレーム紛失時の回復手順例を図2-1に示す。

(a) 国鉄標準ABM



(b) DDX-DTE対応ABM



パケットレベルは、DACSコンピュータで使用しているパケット転送方式と、X.25 PVCデータ転送のインターフェースを提供している。IMPでは、パケットフォーマットのチェックとルート制御を行っている。

DACSコンピュータの packets

図2-1 リンク確立手順、フレーム紛失時の回復手順例

転送方式は、パケット転送レベルと機能制御レベルを1対1で実現し、加入コンピュータ間で、機能制御レベルの送達確認、フロー制御等を行い、パケット転送レベルでは、それらの機能を省略している。

X.25データ転送の手順は、加入コンピュータ間のエンド・ツー・エンドの通信で実現し、IMPでは、サブネットワーク内の障害、ビジーに関する対応、リモート/ローカル手順誤りの検出機能等のサービスを一部システムに提供している。

サブネットワーク加入インタフェース条件を図2-2に示す。

IMPは、パケットレベルの上位に2つのゲートウェイ機能を持っている。1つは、中央DACSと地方のDACS間のゲートウェイである。第4期の開発において、中央DACSのコンピュータのレベルアップを行い、その結果、中央DACSと地方のDACS間の通信インタフェースが合わなくなり、IMPにゲートウェイを設定し、整合している。他の1つは、COMTRACのゲートウェイである。IMP内にCOMTRACホストコンピュータの機能制御レベル、メッセージ処理レベルと、COMTRAC端末の通信制御機能を持ち、COMTRACホストコンピュータとのホスト間通信と非パケット端末のIMP収容を実現している。

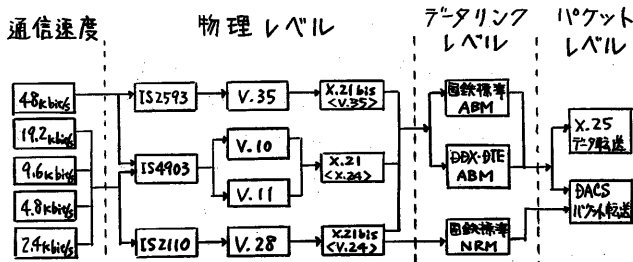


図2-2 加入インタフェース条件

(2) ルート制御機能

IMPのルート制御は、パケットヘッダ内に規定されている着局アドレスにて行われる。発局、着局アドレスはサブネットワーク内で一意に識別されるIMP番号とIMP内で一意に識別されるコンピュータ番号で構成されている。

DACSサブネットワークのパケットヘッダフォーマットを図2-3に示す。

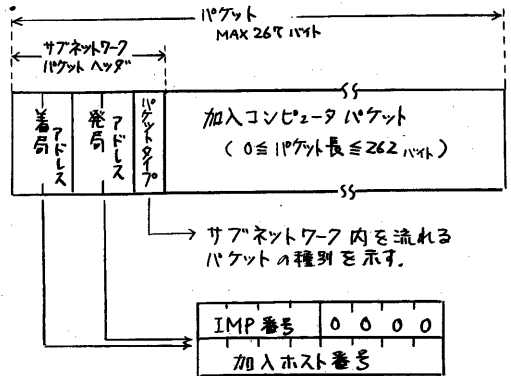


図2-3 DACSパケットフォーマット

IMPは、接続コンピュータのパケットレベルのチャネル番号とその通信相手の着局アドレス及びパケットレベルのチャネル番号の対応表を持っている。

IMPは、接続コンピュータからパケットを受信すると、そのパケットヘッダのチャネル番号から通信相手の着局アドレスを得て、サブネットワークパケットヘッダを付加し、またチャネル番号を着局のチャネル番号に変換する。次に、着局アドレスからサブネットワーク送出国線を選択して、パケットをサブネットワークへ送信する。

IMPは、サブネットワークからパケットを受信すると、着局アドレスが自局がチェックし、自局以外ならば、サブネットワ

ーク送出回線を選択して、再びサブネットワークへ送信する。自前のIMP番号を持つパケットならば、サブネットワークへツグを削除して該当する接続コンピュータへパケットを送信する。

(3) テスト機能

IMPは、回線折返しテスト機能と経路テスト機能を持っている。

回線折返しテストは、回線の品質チェックや、障害時の切分け、障害箇所の検出に使用される。モデムを折返し状態にして、パケットの連続送信を行い、その送受信結果を集計して、一定時間毎にコンソールへ出力する機能である。

経路テストは、サブネットワーク内の通過経路の確認やパケットの伝送遅延時間の計測に使用される。経路テストパケットを発行すると、その経路テストパケットを受信した着局IMPでは、発局IMPへ送り返す。経路テストパケットが通過した各IMPでは、IMP番号と通過時刻をデータ部へ付加する。戻ってきた経路テストパケットをコンソールへ出力することにより経路の確認と遅延時間が分かる。

(4) トラフィック制御

IMPは、パケットの送受信や蓄積用のバッファとして共通のメモリバッファを使用している。

IMPの收容回線及びIMPで認識しているパケット転送パスに対し、各々使用可能なバッファ数が割当てられている。IMP内のパケット滞留により割当て個数を使い切るか、又は、全バッファの残数が一定値以下になると該当の回線やパケット転送パスは、ビジー状態となりIMPへのパケット流入を禁止する。IMPの滞留パケットが減少し、全バッファの残数が一定値以上となり、又自分の割当て個数が一定値以上戻ってくると、レディ状態となり、パケット流入を可能とする。

このバッファの割当ては、回線スピードやパケットレベルのウィンドウサイズ等により、個々に決定される。

3. DACSデータ交換業務

3.1 処理システムの概要

DACSネットワークの機能を利用して、直接エンド・ユーザに対し各種データ交換サービスを提供している。

サブネットワークに接続された処理システムがこの機能を受け持っており、その処理システムに接続された周辺装置や端末装置を介して、データの送受信が行われる。

処理システムの配置は、国鉄の組織に合わせて行われている。中心となる「中央DACS」、地方拠点には「地方DACS」、地方拠点に従属した形で「局DACS」が、それぞれ役割を担っている。(図1-1参照)

中央DACSと地方・局DACSの役割分担は大きく分けて2つである。一つは負荷分担である。一地方内で困じるデータの交換や処理については、その地方内で解決し、中央への集中を避け、システムとしての安全性、効率性を向上させている。

他方は高速端末としての役割である。サブネットワークの高速性をエンドユーザにまで生かして利用する為、共通の高速端末装置として国鉄の管理運営拠点に配置されている。

中央DACSの規模は最も大きく、局DACSの規模は小さい。これは取扱うデータ量の大小による。中央DACSは全国的なデータを取扱うが、地方DACSはその地方拠点および従属する局DACSの範囲のデータを取扱う。局DACSはその管理局内のデータのみ取扱うことが原則である。

3.2 Xツセージ伝送の方式

処理システムがサブネットワークを介してデータを伝送する単位は、「X

メッセージ」である。メッセージをサブネットワークに送信する為の packets への分解や、サブネットワークから受信した packets のメッセージへの組立は、処理システムの通信制御プログラムによって行われる。

メッセージはその内容により以下のような伝送方式で送受信される。

(1) 中間蓄積方式

送信メッセージは先ず外部媒体である中間蓄積ファイルに納められる。サブネットワークや目的とする端末機のトラフィック状況を判断し良好の場合のみ送信する方法である。他のメッセージにくらべ送信の優先度は低いがデータ処理プログラムにとって簡便に利用できることが特長である。

(2) 問い合わせ方式

端末装置と処理システム双方向のメッセージ伝送が組で行われる形式である。端末装置から問い合わせ方式のメッセージを受信した場合、たゞちにその処理システムに送信するとともに、処理システムからの回答メッセージの受信を期待して、端末装置を「待ち」の状態に保つ機能を持っている。

(3) 疑似問い合わせ方式

処理システムが端末装置等へ、一方的にメッセージを送信する場合、端末装置等の受信準備の確認ができる方式であり、ヌトラフィック制御が自動的に行われる方式として、この疑似問い合わせ方式がある。

処理システムが送信先きの端末装置等の受信可否をチェックし、可となった時にメッセージを送信する方式である。

(4) インド・ツー・インド方式

処理システムが相手の処理システムと同期をとりながら大量のメッセージを伝送する方式である。サブネットワーク等を効率よく使用する為、同期に冗長を持たせる方法が採用されている。

以上4つの伝送方式を図3-1に示す。

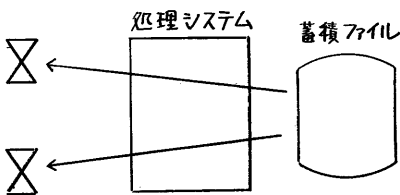
3.3 データ交換業務

DACSは前述のメッセージ伝送の機能を組み合わせ、データ交換業務として、以下のような情報の伝送、蓄積の提供を行っている。

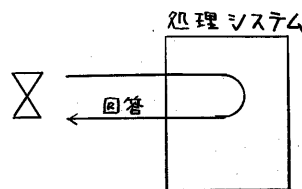
(1) 同報業務

通常の記事やデータを送受信する業

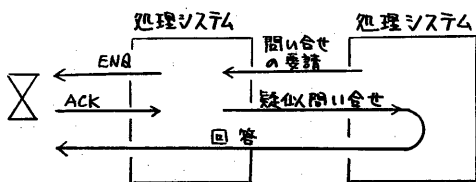
(a) 中間蓄積方式



(b) 問い合わせ方式



(c) 疑似問い合わせ方式



(d) インド・ツー・インド方式

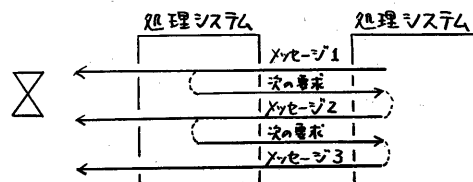


図3-1 DACSのメッセージ伝送方式

務で、中間蓄積方式によりトラフィックコントロールされる。同報は同一メッセージの多数宛先への配達、あらかじめ決められた宛先パターン番号による複数宛先への送信も可能である。また受信側のサービスとしては「代表」「再生」などの機能がある。

(2) 問い合わせ

EPICS及びFICSをホストとする貨物の予約システムにDACSの処理システムとサブネットワークが利用されている。例えば貨車予約では問い合わせ方式が利用され、複数のホストで共同利用されている端末機の排他制御が行われている。

(3) ファイル伝送

磁気テープやフロッピーディスクのエンド媒体を透過伝送することを可能にしている。エンド・ツー・エンド方式のメッセージ伝送を行ない、8メッセージ迄の先送りにより高い効率を得ている。ファイル伝送のサービス機能としては異種媒体の伝送を可能にしていること、同報機能が利用できることである。

(4) 集信

鉄道運営資料の採集のため、貨物、旅客、資金関係の現場情報を中央DACSで集信している。集信の方式は処理に要する時間の関係から集信電文に群して、すぐに1回回答を返し端末機を開放する問合せ方式、処理結果の回答である2回回答は疑似問合せ方式によって伝送している。集信されたデータは各種の統計処理が行われ次に述べる配信によってエンドユーザにフィードバックされる。また地方DACSでは中央DACSの集信ファイルより必要なデータを抽出し地方DACS独自の統計処理を行っている。

(5) 配信

中央DACSでの統計処理結果等を地方DACS、局DACS側の起動で

受信する。メッセージの伝送方式は、エンド・ツー・エンドの方式を利用している。

(6) 収集分配

ファイル単位の集信、配信である。前述のファイル伝送と配信の機能を組み合わせ全体的な会計データなどの宛先毎へ仕分けを行なうことも可能となっている。

4. DACSの運用

4.1 運転方式

DACSは、24時間連続運転を行っている。各業務処理は、それぞれ運転休止時間が異なるため、業務処理毎に単独の運転形態をとっている。

DACSシステムおよび各業務処理の運転時間帯を図4-1に示す。

システム	時刻	0	6	12	18	24	備考	
中央DACS コンピュータ	同報	[連続線]						24H 運転
	集信	[連続線]						
	配信	[連続線]						
	ファイル伝送	[連続線]						
	収集分配	[連続線]						
	問合せ	[連続線]						
地方局DACS コンピュータ	問合せ	[連続線]						▽ 運転日切替
	問合せ	[連続線]						
IMP		[連続線]						24H 運転

図4-1 DACS オンライン運転時間

運転形態を大別すると、運転の開始終了時間の設定がされている業務処理と連続運転の業務処理に分けられる。ただし、連続運転の業務処理でも内部処理としては、運転日の切替処理と称し、ファイル情報、通番等をイニシャライズする方式をとっている。この処理は、あらかじめ運転情報ファイルに登録しておくことにより、該当時間に

ほぼ自動的に処理される方式に行っている。

ソフトウェア保全、ハードウェア保全時には、計画的に運転を停止させ運やかに待機予備系のマシンへ切替え(ただし、ファイル装置は継続する)運転を続行する運用に行っている。

4.2 自動オペレーション方式

運用コマンド(システムのオープン/クローズ、運転日切替指示、等)の中で通常運転日においては、定時に発行するものが多い。これらのコマンドは、運転情報ファイルへ登録しておくことにより、該当時間になると自動的に通知する機能を持ち、操作者の負荷軽減を計している。図4-2にその概念を示す。

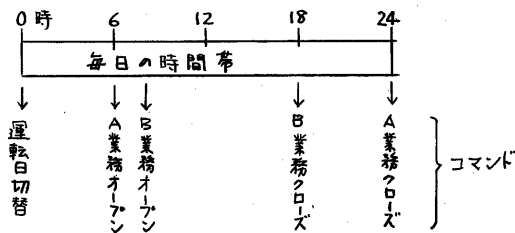


図4-2 自動発行コマンド例

4.3 システムの監視機能

DACS系全体の運転状態を監視するため、中央DACS指令室に「ダックス集中監視装置」を設置し、DACS加入ホスト、接続回線の状態等を常時監視している。図4-3にダックスの監視システム構成を示す。

ダックス集中監視装置は、以下のよう機能をもつ装置から構成されている。

① 監視盤

- ・電信交換機、端末装置、系統表示
- ・計算機相互のオンライン状態の表示と切替接続、障害表示、ブザー鳴動
- ・FEP, IMPの起動表示、運転

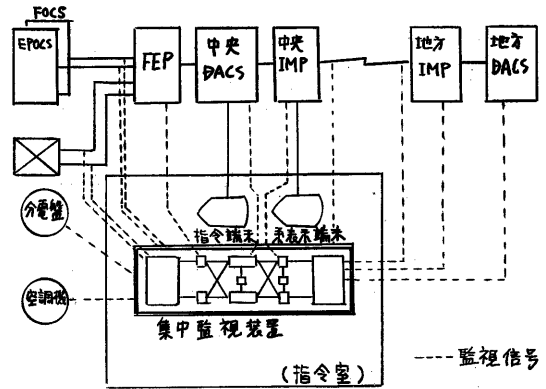


図4-3 監視システム構成

表示、ブザー鳴動

- ・FOCS, EPOCSシステムの運転表示
- ・地方DACS, 地方IMPの運転表示、ブザー鳴動
- ・分電盤, 空調機, マイクロ回線の運転表示

② 集中電話装置

自動電話回線, テレホン・スピーカ電話回線を収容し、集中操作を行う。

上記の他に、詳細な運転状況の把握のため、次の装置も併設し、監視を行っている。

① 指令端末装置

- ・DACS加入ホストの運転状態、端末接続数、ファイル使用率の表示
- ・運転情報の出力
- ・指令情報の入力

② 系表示端末装置

- ・サブネットワーク網の運転状態表示
- ・サブネットワーク網の運用情報の出力
- ・サブネットワーク網への指令情報の入力

4.4 システムの保全

(1) システム環境情報の一元管理

DACSのシステム保全状況を考え

ると、端末の撤去、新設、DACSネットワーク網へのホスト加入を適時可能なように「端末マスター」という概念をとり入れ、プログラムと切り離した管理を行っている。

端末マスターは、中央で一元管理され、変更の都度、事前にIMPや地方DACSへファイル伝送にて配布し、システム保全を行っている。

端末マスターにもつ情報には、以下のものがある。

① ホスト情報

システム名、システム番号、リソース値、論理チャネル番号、etc

② 回線情報

回線モード、発着アドレス、タイムー値、再送・再試行回数、etc

③ 端末情報

端末番号、接続回線番号、接続システム識別名、取扱資格、etc

IMPや地方DACS、この端末マスターファイルを参照して、必要な各種テーブル情報を作成し、運転開始の準備をする。

(2) ソフトウェアの保全

ソフトウェア資産は、オンライン処理プログラムが中央DACS、地方DACSのバッチ処理プログラムが各地方DACS所在地に分散させ、その保全管理まで責任をもたせた、分散方式をとっている。これらのソフトウェア資産の相互交流、保全は、サブネットワークを使用して、配送を行っている。

5. 加入システム

現在、ダックス・サブネットワークに加入しているシステムの概要と、これらのシステムが、どのようにサブネットワークを利用してしているかについて述べる。

(1) 新幹線運転管理システム (COMTRAC)

本システムは、新幹線の列車運転管理、進路制御を行うシステムである。

COMTRACホストコンピュータは、HITACH M-170で構成され、運転計画、営業情報、運行情報をリアルタイムに作成し、サブネットワークを介して一定時間毎に、関係部門に設置されたCRTディスプレイ端末に送信する。

COMTRACホストコンピュータは、東京IMPに、CRTディスプレイ端末は、各々の地区のIMPに接続されている。IMPは、この端末を接続する為に、端末制御プログラムとCOMTRACホストコンピュータとの通信インタフェースプログラムを持っている。

(2) 運輸統計業務近代化システム (ADAMS)

運輸統計業務は、旅客、貨物、及び運転の全般にわたって順次電算化が行われてきた。

本システムは、運輸統計データの作成及び経営情報に関し処理コンピュータ間のデータ交換を行う。

この為、鉄道管理局（札幌、仙台、新潟、東京、名古屋、大阪、四国、広島、門司）に設置されているADAMSホストコンピュータ（NEC ACOS-400〜500）がサブネットワークに接続されている。

ADAMSセンター・コンピュータとしてIBM3031がサブネットワークに接続されている。

ADAMSは、サブネットワークを使用して、以下の処理を行う。

- ADAMSホストコンピュータ間の運輸統計データのファイル転送⁽²⁾
- センター・コンピュータとADAMSホストコンピュータ間の運輸統計データのファイル転送。

ADAMSホストコンピュータとIMP間は、CCITT勧告X.25インタフェースで接続されている。

ADAMSセンター・コンピュータ

は、X.25がないので、ゲートウェイ・コンピュータ(NECMS50)を加入し、ADAMSホストコンピュータとファイル転送を行っている。

(3) コンテナ情報システム(EPICS) / 地域間急行貨物システム(FOCS)

EPICSは、コンテナ輸送の管理システムである。EPICSホストコンピュータは、コンテナの予約、荷物の到着予報の通知、照会等をオンラインで即時処理する。

FOCSは、貨物列車の管理システムである。FOCSホストコンピュータは、貨物列車の予約、貨物列車の到着予報の通知、照会等をオンラインで即時処理する。

EPICS/FOCSは、DACSのデータ交換機能を利用して、オンライン業務を行っている。この為、国鉄のコンピュータ・センタに設備されているEPICS/FOCSホストコンピュータシステム(ともにUNIVAC494)は、中央DACSのFEP(Front End Processor)に9600bps回線で接続されている。

又、全国のコンテナ基地又は、貨物基地に設置されている約300台の端末装置(キーボード・プリンタ)は、およりの地方DACSやFEPに、50BPS又は200BPS回線で接続されている。又2400BPSのEPICS端末も接続されている。

(4) 建設工事システム

本システムは、土木、建築の各工事局の積算データを集収し、一括処理の後、配信を行うものである。

建設工事システムのメイン・ホストコンピュータは、FACOM-M/60F、地方ホスト・コンピュータは同M-140Fで構成されており、前者は中央IMP、後者は地方IMPを介してサブネットワークに接続されてい

る。

サブネットワークとのインターフェースはX.25データ転送プロトコルに準拠している。

6. おわりに

国鉄コンピュータシステムのオンライン化や業務の拡大に伴い、DACSのデータ交換機能及びサブネットワークの需要がますます大きくなっている。

この為、現在DACS第5期のシステム拡張を行っている。第5期では、データ交換における転送プロトコルの標準化(ファイル転送、メッセージ転送)の実現と、サブネットワークの加入ホストの増化に対し、IMP設置箇所の拡大、トラフィックに応じた、東京と国立を頂点とした回線構成、迂回経路の設定によるサブネットワークの信頼性の向上等を目ざしている。

DACSは、第1期から第4期迄通算すると10年におわり、拡張、発展を続けたシステムである。この間システム開発にたずさわった多くの関係者各位に感謝の意を表したい。

(参考文献)

- (1) 電電公社; 技術参考資料
パケット交換サービスのインターフェース
- (2) 分散処理システム14-2
DACS PH-IVにおけるファイル転送システム
1982.7.22