

コンピュータ・ネットワークシステムの多網間結合方式による
HOST/IMP インターフェイスアダプタ

小川 義久 (日本情報処理開発センター)
山田 芳信 平野 哲 (日本電気)

1. はじめに

コンピュータ・ネットワークにおいて、HOSTシステムとサブネットのIMP/TIP (以下 IMPとする) を結合する多網間インターフェイスアダプタの一例を紹介する。

ネットワークの形態、サービス機能は多種多様であるが、ネットワークの基本要素でありHOSTとサブネット間の接点であるHOSTシステム—IMPのインターフェイスには、物理的条件と論理的条件との2つのインターフェイスがある。

前者はさらに、機械的条件と電気的条件に分かれ、後者には伝送制御手順、HOSTシステム—IMPのコマンド等が含まれる。さらに、HOSTシステム—IMPの物理的結合方式としては、回線結合による方式がある。

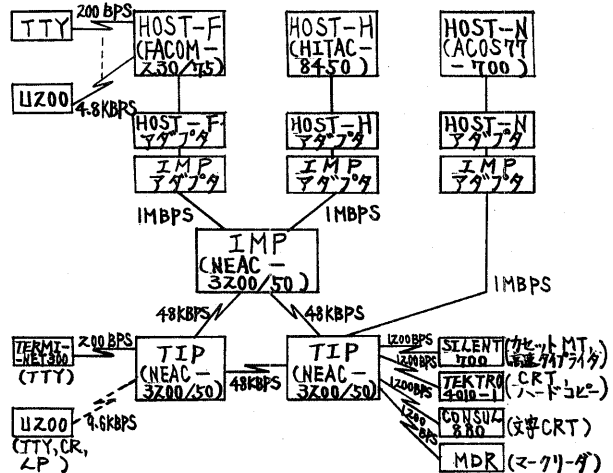
ここでは、日本情報処理開発センターのコンピュータ・ネットワークシステムJIPNETにおけるACOSTT-700、FACOM-230/75、HITAC-8450の各HOSTシステムとサブネットのNEAC-3200/50のIMPを多網間結合方式による半二重データ転送方式で結合したHOST/IMPインターフェイスアダプタ(HOST-Nアダプタ、HOST-Fアダプタ、HOST-Hアダプタ、IMPアダプタ)の機能、動作および障害診断機能等について説明し、最後に、結合時の問題点について述べる。

2. 概要

2-1 JIPNETシステム構成

JIPNETシステムは、NEAC-3200/50 3台をサブネット内のノード(IMP/TIP)とし、国産3メーカーの代表的コンピュータであるACOSTT-700、FACOM-230/75、HITAC-8450をHOSTシステムとするヘテロジニアスなコンピュータ・ネットワークである。

(第2-1図 参照)



第 2-1 図

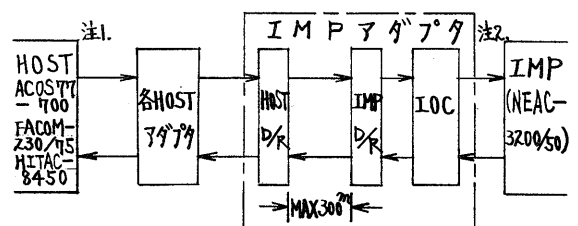
2.2 アダプタの基本仕様 (機能仕様)

HOSTシステム—IMP間を各ネIV結合方式で結合するためのアダプタの基本仕様を下記に示す。

- (1) HOSTが異機種コンピュータ，IMPが同一コンピュータでコンピュータ・ネットワークを構成しているため，HOST側には各HOSTマシン特有の特殊アダプタ，IMP側には標準アダプタを設けてIMPからみたハードウェアとソフトウェアのインターフェイスを同一のものにする。
- (2) 通信方式は，半二重方式とする。
- (3) 転送方式は，アダプタ間8ビット並列転送とする。
- (4) 転送速度は，コンピュータ・コンプレックス的な利用にも耐え得るように両CPU間で1MBPS (125Kバイト/秒) 以上とする。
- (5) コマンドは，データの入力，出力，ステータスの読取り，制御用コマンドを基本とする。
- (6) 転送要求が衝突した場合は，その旨を両CPUに通知してソフトウェアで再開するものとする。
- (7) プログラムスイッチを設け，転送の抑止，再開を可能とする。
- (8) データ長不正を検出する。
- (9) ケーブル接続，データ転送等の障害検出のため少量データの折り返しループテスト機能をつける。
- (10) HOST—IMP間の距離は，MAX300mとする。

2.3 HOST/IMPアダプタの接続構成

各HOSTにおけるHOSTアダプタは，IMPにおける入出力制御部 (以下 I/O Cとする) とケーブルドライバー/レシーバ (以下 D/Rとする) ステージより構成されているIMPアダプタと第2スース図のように接続されている。



注1. ACOS 77-700 は PSIA 系ネIV 使用，HITAC-8450，FACOM-230/75 はセリクダ系ネIV 使用。

注2. DMA 系ネIV，DMC 系ネIV，高速 DMC 系ネIV 使用。

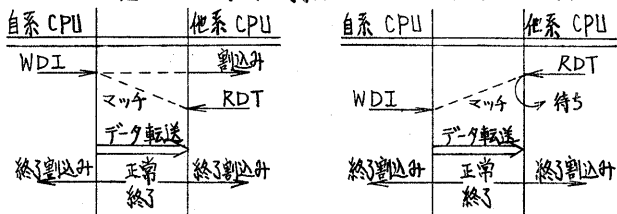
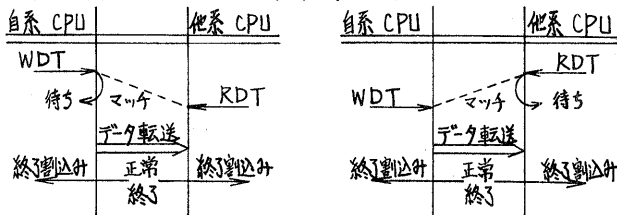
第 2-2 図

3. アダプタのコマンドとコマンド動作

3.1 アダプタのコマンド

HOST/IMP間アダプタの基本的なコマンドは第3-1表に示す6種である。その他に，HOST—Nアダプタでは1種，HOST—Fアダプタでは2種，HOST—Hアダプタでは5種のHOST特有のコマンドを有す。また，IMPアダプタでは，奇数データWRITE指令，ループテストON/OFF指令コマンド等のIMP特有のコマンドを有す。

第 3 - 1 表

項番	コマンド名称	略称	内 容
1.	WRITE DATA WITH INTERRUPT	WDI	<p>他系にデータを送出するために使用し送出要求は、割込みで他系に知らされる。実際のデータ転送は、他系がRDTを発して始めて可能になる。</p> <p>他系がRDTを先に発して待ち待ち中の時は割込みでただちにデータ転送を開始する。</p>  <p style="text-align: center;">図 (1) 図 (2)</p>
2.	WRITE DATA	WDT	<p>他系にデータを送出するために使用するものであり、WDIと異なり、送出要求の割込みは起さず。</p> <p>1. 実際のデータ転送は他系がRDTを発して始めて可能になる。</p>  <p style="text-align: center;">図 (1) 図 (2)</p>
3.	READ DATA	RDT	<p>他系からデータを受信するために使用する。実際のデータ転送は他系がWDIあるいはWDTを発して始めて可能になる。1項の図(1)(2), 2項の図(1)(2)の他系と自系を逆に参照。</p>
4.	PROGRAM SWITCH LOCK	L O K	<p>アダプタに保持されているプログラムスイッチ(以下 PSWとする)をロックするために使用する。ロックするPSWは自系のアダプタのものである。自系のPSWがロックされている間は、他系からのI/Oコマンドは拒否され異常終了せられる。%コマンドとは、WDI, WDT, RDTをいう。</p>
5.	PROGRAM SWITCH UNLOCK	U L K	<p>アダプタに保持されているPSWをアンロックするために使用する。アンロックするPSWは、自系のアダプタのものである。PSWがアンロックされれば他系からのI/Oコマンドは受け付けられる。</p>
6.	SENSE	SENSE または SKS	<p>アダプタの詳細状態を知るために使用し、通常はI/O動作の異常終了時にこのコマンドが送られアダプタに保持されているセンス情報がCPUに読み込まれる。</p> <p>自系がWDI, WDT, RDTコマンドの実行中でなければ、SENSEコマンドはいつでも発することができ。</p>

2 アダプタのステータス

アダプタのステータスには、第3-1表に示すように7種のHOST/IMPの基本的なステータスがある。

その他に、HOST-Nアダプタ、IMPアダプタでは2種、HOST-Fアダプタ、HOST-Hアダプタでは5種のHOST/IMP特有のステータスがある。

第 3-ス 表

項番	アダプタシステム名称 (略称)	HOST-N	HOST-F	HOST-H	IMP	内 容
1.	WRITE CONTROL (WCE)	STAの4ビット	STAの7ビット	SSBの3ビット		他系がWDIを発生し、自系に対するデータ転送が終了したことを示す。
2.	INCOLLECT LENGTH (ICL)	STAの7ビット	SENSEの4ビット	SSBの2ビット	各STATUS FLOPとSKSにて	WDIあるいはWDTで指定した送込バイト数がRDTで指定した読込バイト数より大きいことを示す。
3.	INCOMPATIBLE (UMT)	STAの6ビット	SENSEの5ビット	SSBの1ビット	SENSEにて判定する。	両系のコマンドがマッチングしないことを示す。 両系でライト系コマンド(WDI,WDT)または、リード系コマンド(RDT)を発生した時セットする。
4.	INOPERABLE (IOP)	STAの9ビット	SENSEの1ビット	SDBの1ビット		他系のアダプタ、CPUの電源断を示す。
5.	PSW LOCK (PSW)	STAの10ビット	SENSEの2ビット	SSBの5ビット		他系アダプタで、初期状態後あるいは、L0K発生した後L0Kがまだ発生していないことを示す。 L0Kによりクリアされる。
6.	INITIALIZE (HOLT I/O)	STAの11ビット	SENSEの6ビット	SSBの6ビット		他系と結合中に、他系からHOLT I/Oが発生したことを示す。
7.	INVARID COMMAND (IVC)	STAの5ビット	SENSEの0ビット	SSBの0ビット		HOST CPUより規定外のコマンドが発生したことを示す。

- 注1. SDB : STANDARD DEVICE BYTE
 注2. SSB : SECONDARY STATUS BYTE
 注3. STA : STATUS

3.3 アダプタからの割込み

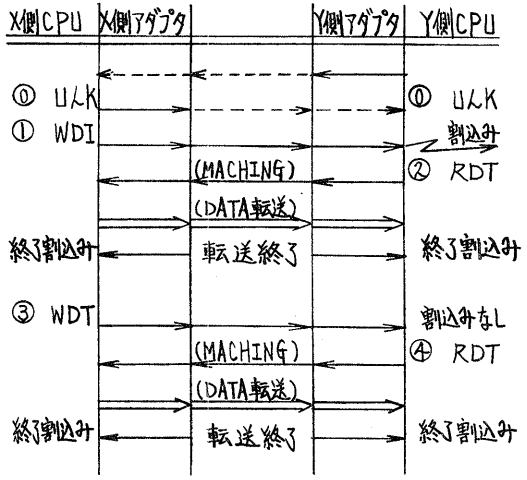
アダプタからの割込みは、通常の入出力動作終了にともなうものと、HOST/IMPアダプタともPSWでロックでNOT BUSY中に他系よりWDIを受けた時、各CPUに割込むものがある。

HOST-NアダプタではSPECIAL INTERRUPT(SI)、HOST-FアダプタではSTA0ビットのATTENTION(ATT)、HOST-HアダプタではSDB7ビットのDEVICE REQUEST INTERRUPT(DRI)、IMPアダプタでは、標準割込みにより割込む。

3.4 コマンド動作

データ転送は、両アダプタがPSWでロック状態にありWDIまたはWDTとRDTの条件が整合(マッチ)することにより開始される。IMP-I/O間には、16ビット並列で転送されI/O-C-D/R-D/R-HOSTアダプタ-HOST毎にI/O間には、8ビット並列で転送される。第3-1図にコマンド動作フローを示す。

- ① XとY側の両CPUのプログラムがデータ転送可能状態であることを指令するUMKを発する。
- ① X側CPUのWDIは、X⇒Y側へデータ転送要求があることをY側CPUへ割込みにより知らせる。
- ② Y側CPUがRDTを発したただちにデータ転送を開始する。もし、X側CPUのWDIよりもY側CPUのRDTが先に発しれていたY側CPUの割込みは起きない。
- ③ X側CPUが終了割込みを受けつくと、プログラムではWDTを発しY側CPUのRDTのセットを待つ。もし、Y側CPUのRDTが先に発しれていれば、X側CPUのWDTを待つことになる。
- ④ Y側CPUでは終了割込みを受けつくと、プログラムによりRDTが発しられデータ転送を開始する。転送バイト数の小さい方で転送は終了し、XとY側の両CPUに終了割込みが起きる。



第 3 - 1 図

X, Yの両CPU側で発したコマンドがマッチしない場合は、UMTの状態
で異常終了する。コマンドがマッチしないとは、両側でライト系(WDI,
WDT)または、リード系(RDT)を同時に発した場合である。
WDI, WDT側の転送バイト数がRDT側の転送バイト数よりも大きい
時には、ICLのステータスを両CPUに指示する。データ転送中に
異常ステータス(IOP, PSW, LOK等)が発生した時には異常終了する。

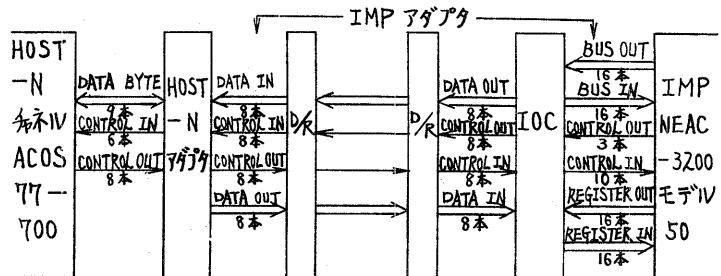
4. ハードウェア インターフェイス

本アダプタのハード
ウェアインターフェイスとし
ては、第4-1表に示
すようなデータライン
とコントロールライン
がある。

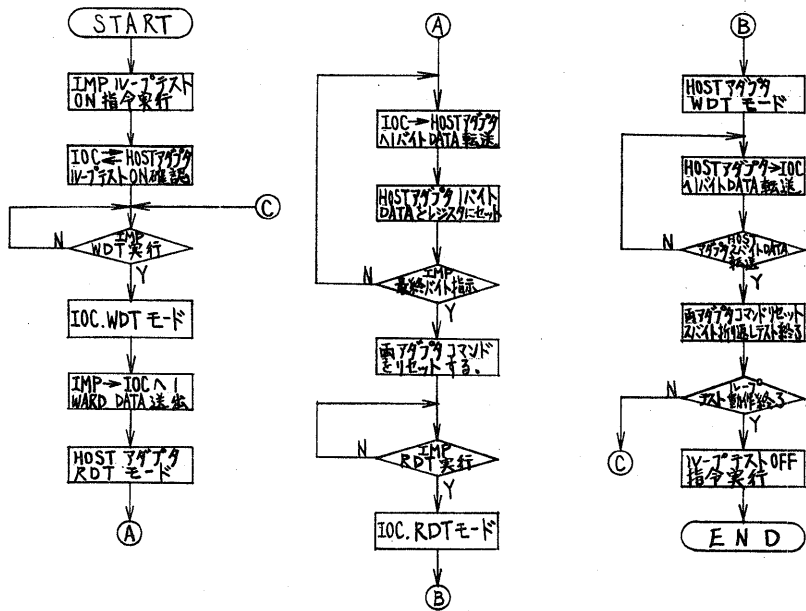
第 4 - 1 表

項番	インターフェイス接続関係	データライン	コントロールライン	備考
1	HOST-N 各ネIV - HOST-N アダプタ	9本	14本	コントロールラインには未使用ライン3本含む。
2	HOST-F 各ネIV - HOST-F アダプタ	18本	15本	コントロールラインには未使用ライン1本含む。
3	HOST-H 各ネIV - HOST-H アダプタ	18本	13本	
4	HOST-D/R アダプタ - D/R - IOC	16本	16本	
5	IOC - IMP	32本	55本	コントロールラインにはアドレス情報ライン10本, レジスタ情報ライン3本含む。

ハードウェアインター
フェイスの一例として、
第4-1図にHOST
-N各ネIVとIMP
接続インターフェイス
を示す。



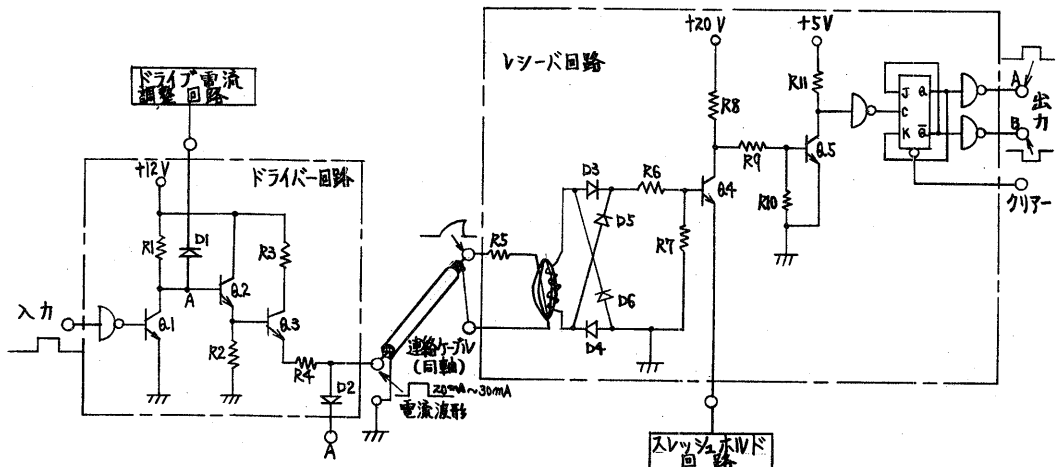
第 4 - 1 図



第 5-2 図

5.2 D/R 回路動作

D/R回路は、HOSTシステム—IMP間の距離を長くしなければならぬこと、ノイズの影響を少なくしグラウンドを切り離すために第5-3図に示す方式をとった。D/Rは、ス台とも機能、性能等全く同一のものである。ドライバーは、電圧信号を電流信号に変換し、レシーバは、電流信号を電圧信号に変換する電圧⇄電流コンバータである。ドライブ電流調整回路は、ドライバー回路(16回路)に流れる電流を調整する回路であり、スレッシホールド回路は、レシーバ回路(16回路)の信号検出レベルを調整する回路である。



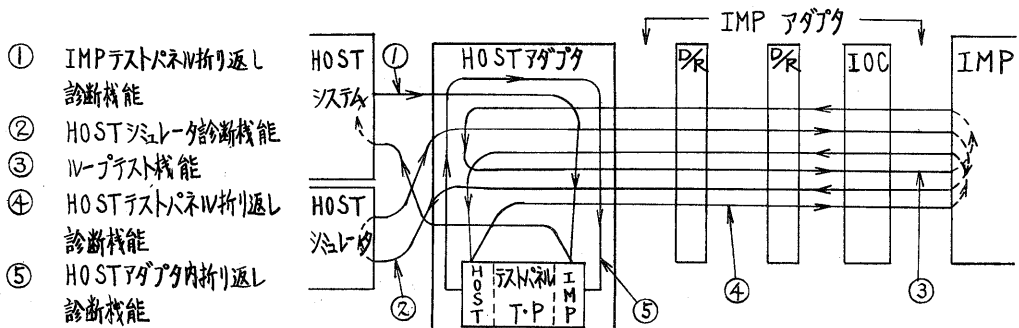
第 5-3 図

6. 障害診断機能

異機種コンピュータを毎レベルにより結合した場合の特に問題になるのは、障害切り分けの方法である。

障害の起きる要因として、アダプタのハードウェアの故障、毎レベルの故障、使用上のミスがあげられるが、障害要因を明確にするには、相当の分析を必要とする。特に、現象が単純でも要因が5つ以上ある場合には、その明確化は大へん困難である。

そこで、本アダプタの製作にあたり第6-1図に示すように、オンラインでソフトウェア的にロックする手段としてループテスト機能、毎レベルをスイッチパネルでシミュレートするためのテストパネル機能、他社コンピュータのシミュレートを行うためのシミュレータ機能の障害診断機能を備えた。



第 6-1 図

7. むすび

JIPNETは、50年9月にHOST-Nアダプタが稼動し、現在3社の大型コンピュータ同志間でコミュニケーションが可能となり、TIPからのTSS使用も一部可能である。

現在に至るまでいくつかの問題点があったが、本アダプタに関する障害処理を迅速にするために、次に述べるテストプログラムを整備し、関係各部門における障害処理の手順を確立した。

(1) テストプログラムの整備

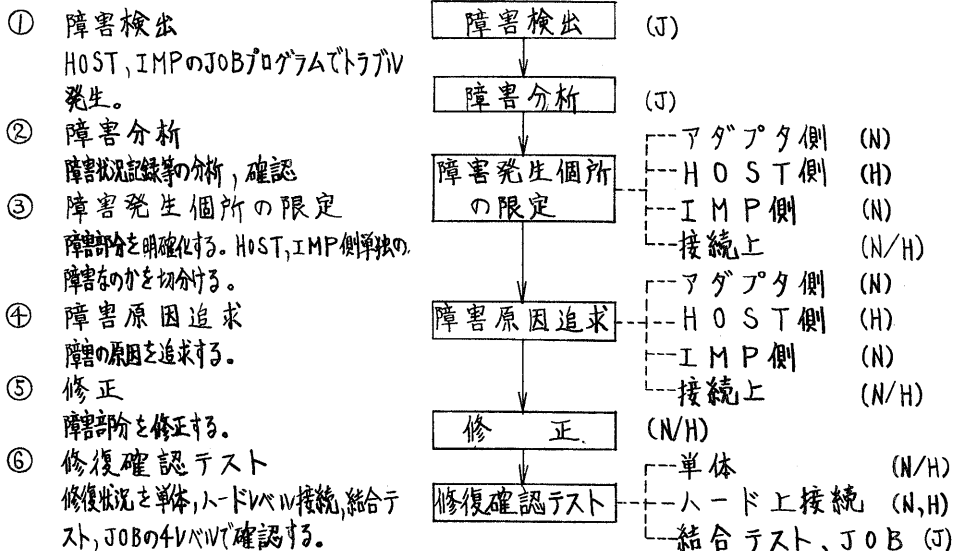
形態 — マシン語レベル
— OSレベル

機能 — 単一機能の全テスト
— 各種異常状態検出テスト
— 組合せテスト

但し、微妙なタイミングに起因するものは、JOBレベルでないとテストできないので、JOBレベルでの障害データ記録をとるための配慮が必要である。

(2) 障害処理の手順

障害処理の手順を次に述べる。(第7-1図参照)



* メカの調整はJが行う。

注1. ()内は作業担当を示す。

注2. ()内のJは, 日本情報処理開発センター, HはHOSTメカ, Nは日本電氣を示す。

第 7-1 図

大きな問題としては, 次のものがあつた。

(a) コマンド衝突の問題

コマンドは, 単にアダプタのみならずプログラムレベルから知レベルに至るまで, あらゆる所で衝突する可能性がある。各レベルにおいて, 完全な処置がなされていないと本問題の解決は困難である。

(b) 障害切分けの問題

ハードウェア, ソフトウェアのインターフェイス上の微妙なタイミングがかかるような障害に対しては, まだ完全な障害切分け方法がないので, 他社SE, CEとの打合せ, 現象確認が必要となることがある。

(c) 半二重の採用の問題

現在のJIPNETの使用方法では, (a)でも述べたようにコマンド衝突に起因するトラブルが多発した。JIPNETのような非同期なデータ転送を行う同種のCPU間を接続するには, ハード上は全二重であるべきだった。

現在では, これらの問題は殆んど解決しており, HOSTシステム-IMP間の各レベル結合によるJIPNETの当初の基本仕様は, 十分に達せられている。

< 謝 辞 >

本アダプタの設計，調査にあたり 富士通株式会社，株式会社日立製作所の各担当の方々に御援助を頂いたことに深く感謝の意を表するとともに，情報処理開発センター開発部 山本部長，日本電気株式会社 コン技術方式技術部 井口部長，藤木課長，情官シス営システム部 橋本部長，電電シス本第一システム部 高橋部長，ミニコン第二技術部 徳永部長，コン製本調整試験部 峰課長 と下記担当の方々に御礼を申し上げます。

日本情報処理開発センター開発部開発第一課

- HITAC結合：西原主任
- FACOM結合：長沢主任
- ACOS77結合：松本氏

日本電気株式会社

- システム総括 (ハード)：コン技術方式技術部 三春主任
(ソフト)：情官シス営システム部 後藤主任
- IMPアダプタ：ミニコン第二技術部 奥山主任
- HOST-Hアダプタ：小型シス営システム開発部 根岸氏
- HOST-Nアダプタ：コン技術方式技術部 指木氏
- ハード左アテスト：コン製本調整試験部 耕井氏，吉野氏
- ソフト左アテスト：情官シス営システム部 高久田氏，岡田氏
杉本氏，新井氏
- 現調，保守：NEFS第IIセンター 西川センター長，岩脇氏
NEFS技術センター 柳沼氏，石津氏

< 参考資料 >

- (1) S0238 IMPインターフェイスアダプタ取扱説明書
日本電気株式会社
- (2) S0239 HOST-Hインターフェイスアダプタ取扱説明書
日本電気株式会社
- (3) S0240 HOST-Fインターフェイスアダプタ取扱説明書
日本電気株式会社
- (4) S0246 HOST-Nインターフェイスアダプタ取扱説明書
日本電気株式会社
- (5) 48-S001 コンピュータ・ネットワークJIPNETの研究開発
日本情報処理開発センター