

# JUST-PC推奨通信方式に準拠した マルチメディアステーションの有用性に関する研究

山田 剛  
早稲田大学 理工学部 電子通信学科

郵政省告示の“パーソナルコンピュータ通信装置 推奨方式”(JUST-PC)は、OSI準拠の高性能な通信サブユニットを規定しているが、その評価は依然定まっていない。我々はJUST-PC応用システムのフイジビリティを明らかにすることを目的とし、JUST-PCを用いたマルチメディアステーションのインプリメントを行っている。本稿では、実験によるJUST-PCの性能調査と白黒2値画像処理の作成例について述べ、パーソナルコンピュータによるマルチメディアステーションが実現可能な性能に関して検討を加える。

Feasibility study of multi-media station

Performance and efficiency engaged by  
the JUST-PC recommendation

Tsuyoshi YAMADA

School of science and engineering, Waseda University  
3-4-1 OHKUBO, SHINJYUKU, TOKYO 160, JAPAN

Communication Method of The Personal Computer Communication Units(JUST-PC), recommended by the Japanese Ministry of Posts and Telecommunications, prescribes a high performance communication unit which conforms the OSI standards. But the performance of this method is still to be appraised. We are implementing a multi-media workstation with the JUST-PC to estimate the feasibility of an application of the JUST-PC.

In this paper, an experiment measuring the performance of the JUST-PC, and our implementation of mono-color picture processing are illustrated. And furthermore we will investigate a possibility on accomplishing a multi-media workstation with a personal computer.

## 1. はじめに

郵政省告示の“パーソナルコンピュータ通信装置推奨通信方式”[1]（以後“JUST-PC”）は、多くの特長を備えており、特に高信頼性とユーザからみた使い易さを兼ね備えるという点で注目に値する。これらの特長は、JUST-PCが単体でOS1セッション層までをサポートしていることによる。そのため、JUST-PCアダプタの構成は非常に複雑となるが、すでに数社より製品も出荷され、一部ネットワーク上での運用試験も行われるなど、広く普及しようとしている。

しかし、JUST-PCが目途とする高速性・エラーフリー転送・操作の簡便性等が具体的にどこまで達成されたかについて、これまでは殆ど報告がなされていない。又、応用システムも現在は試作・試験利用の段階であり、JUST-PC及びアダプタに対する評価は定まっていないのが現状である。翻って、諸外国においても、X.PC・MNP等のOS1上層までをサポートするパーソナルコンピュータ間通信方式が提案されているが、やはり評価は今後の課題となっており、JUST-PCとの比較評価・優劣判定を行える段階には至っていない。

今後、このような高レベルのパーソナルコンピュータ間通信方式は広く利用されて行くであろうと考えられるが、何れの方式に対しても、ネットワーク運用などの利用ソフトウェアの開発・蓄積を行い、実証レベルでの性能の測定・評価を行うことが急務となっている。

このような状況から、我々はJUSP-PCのフィージビリティを明らかとすることを目的とし、数種のテーマに亘る研究を開始した。マルチメディアステーションに対するJUST-PCの応用検討も、それらテーマの一つであり、マルチメディアステーションという特定分野におけるJUST-PC（アダプタ）の性能について調査すると共に、パーソナルコンピュータによるマルチメディアステーションの実現可能性について検討を行っている。本報告では、マルチメディアステーションの備えるべき機能であり、従来からのファクシミリの代替となる、白黒2値画像の転送・処理について行った実験例・検討結果について報告を行う。

本稿の内容は、先ず第2章でJUST-PCとG3・G4ファクシミリプロトコルの関連性に付いて述べ、第3章で実験概要を、第4～5章では、測定結果について述べる。また、第6章でこれらに評価・検討を加える。

## 2. JUST-PCと2値画像伝送

JUST-PCによる2値画像通信には2種類の場合が考えられる。一つは、JUST-PCアダプタとファクシミリなどテレマティク系端末とを対向させる場合であり、他方はJUST-PCアダプタどうしで対向通信を行う場合である。

### 2.1 JUST-PC・ファクシミリ間通信

JUST-PCアダプタが他の種類の端末（装置）と通信を行う場合、その端末とOS1各層で互換性がとられている必要がある。2値画像を取り扱える端末としては、ファクシミリが代表的なものであるので、ここではJUST-PCとファクシミリの互換性について述べる。

ファクシミリは、CCITTによって制定された順にG1・G2・G3・G4の4種類があるが、デジタル符号系を伝送に採用しているものはG3及びG4である。G3ファクシミリは、画像データの伝送にV.27モデム（V.29はオプション）を採用しているのでこの部分の物理層規約はJUST-PCと一致するが、そのほか制御用データの伝送にV.21準拠のHDLC信号を必要とする。V.21モデムはJUST-PCアダプタには装備されていない。また、G3ファクシミリはG4ファクシミリより古い規格であり、OS1のレイヤモデルに従っていないため、JUST-PCとの相互通信は不可能である。一方、G4ファクシミリはセッション層までがテレテックスと同じ規格から構成されている。JUST-PCもセッション層の制御手順に“レベル1の拡張制御モード”を選択すると“日本語テレテックス装置推奨通信方式”と同じ制御手順が提供される。G4及びテレテックスシステムは種々の通信網との接続を可能とするため、1～3層を他の規格に入れ換えることが許されているが、これらの各層に互換性のある規格が採用されていれば、JUST-PCとG4ファクシミリは通信可能となる。

しかし、G4ファクシミリは、上記セッション層の上位にT.73（ドキュメント交換プロトコル）・T.6（符号化形式）・T.5（装置特性）規格が規定されており、ミクストモードでは更にT.61・T.72規格を必要とする。JUST-PCでは、セッション層までしか規定されていないので実際にG4ファクシミリとJUST-PCアダプタが通信するためには、これらの各規約と互換性のあるアダプタ駆動用ソフトウェアが必要である。

### 2.2 JUST-PC・JUST-PC間通信

JUST-PCアダプタ相互の間で2値画像伝送を実現するためには、プレゼンテーション層に2値画像を表現可能な符号系を採用すればよい。ファクシミリ用符号系は、2値画像処理において広く用いられかつ効率のよい符号系であるから、JUST-PCと共用するのに適していると考えられる。前述のように、符号系の候補となり得るのはデジタル方式のG3及びG4方式である。G3ファクシミリは白黒2値画像の符号化にCCITT勧告T.4[4]を採用し、非常に良好なデータ圧縮効率を得ている。又、G4ファクシミリで採用された符号化方式、CCITT勧告T.6[7]は、T.4を改良したものであり、エラーフリー伝送路に適しており、T4より更にデータ圧縮効率が高い。

JUST-PCはもともと、標準のアプリケーションデータ記述法としてT.4・T.6を指定可能となっており、“通信

し合う二者双方のシステムが処理可能であるならば” T.4 または T.6 により符号化された 2 値画像を送受することができると定めている。だが、T.6 とは異なり、T.4 ではファクシミリ間のハンドシェークや符号化に必要なパラメータのやりとりを T.30 [5] という別の勧告の定めるプロトコルにより実行しなければならない。T.30 は古い規格であるため、OSI モデルに準拠せず物理的な信号方式までを規定している。よって、T.30 は JUST-PC のもとでは利用することができず、従って T.4 勧告もそのままでは利用することができない。JUST-PC 上で T.4 に基づいた通信を行うためには、T.4 勧告中の T.30 関連部分を修正し、他から独立したプレゼンテーション層の規約とする必要がある。

他方、T6 勧告は符号系の規約として閉じたものであり、他の規約と併用する必要が無く、JIS C6226・1A No.5 等と同様に単独で JUST-PC のアプリケーションデータ記述法として用いることが可能である。

以上の 2 つの場合を比較すると、JUST-PC とファクシミリとの相互通信では、G4 ファクシミリと同等の機能を実現するソフトウェアが非常に大きくなる。一方、JUST-PC どちらの相互通信はプレゼンテーション層の T.6 のみをソフトウェアで作成すればよく、比較的实现が容易である。また、ファクシミリとの通信実験では G4 ファクシミリ装置が必要であるが、実際には G4 機の入手が困難であるため、今回は 2.2 節に示したように JUST-PC アダプタ間でプレゼンテーション層に T.6 規格を採用した画像伝送の検討を行うこととした。

### 3. 実験概要

#### 3.1 方法

マルチメディアステーションの実現には、多種のメディアの統合や従来からのメディアとの互換性維持のため、テレマティック系の規約に従いかつ画像データ等を処理可能な高速・高性能のシステムの開発が必須である。JUST-PC は、高速性及びエラーフリー転送などからマルチメディアステーションの通信サブシステムとして採用するに、現状で最適なものの一つと行うことができよう。

だが、JUST-PC の告示における数々の利点も、JUST-PC アダプタ上に具現化され、初めて意味を持つものである。前述のように、JUST-PC アダプタの性能に関して公けにされたものは極く少数であり、条件を変化させ系統的な調査を行ったものは皆無である。そこで、我々は、研究の第一段階として JUST-PC アダプタの性能に関する定量評価を行う事とした。

評価対象は主に JUST-PC アダプタの通信速度であるが、JUST-PC アダプタは OSI に準拠したため構成が複雑であり、解析的手法は無論、シミュレーションにより性能値を得ることは難しい。よって、定量評価は実験によることと決め、再現性を確保するため、外部条件を極力排した単純なモデルで測定を行った。

測定により得られた結果を評価するためには、我々の目標とするマルチメディアステーションの通信機能との比較が必要となる。目標とするマルチメディアステーションの諸元は、少なくとも音声・ミクストモード (G4 + テレックス) ・ビデオテックスの 3 者をサポートしようとするものであるこの 3 者の中で、音声転送について

Table 3-1 実験使用機材の諸元

#### パーソナルコンピュータ

型式	NEC PC-9801F/VM			
諸元	タイプ	cpu	クロックレート	メモリ
	F VM	8086 V30	8MHz 10MHz	384kb 640kb

#### JUST-PC アダプタ

型式	NEC MEDIASTAR10
諸元	JUST-PC タイプ 4 準拠

#### JUST-PC , パーソナルコンピュータ間接続

型式	RS-232C 全二重
方式	JUST-PC タイプ 4
転送速度	双方向共 4800bps
パラメータ	evenパリティ, 8 bit data, 1 stop bit

は、JUST-PCの4.8kbps以下の通信速度ではデジタル化された伝送は殆ど実現不可能である。従って音声転送は、JUST-PCが備えるプロトコルフリーズ機能を用い、一時的に回線をデータ転送から通常の音声通信に切り替えることにより実現する。残る2者では、ミクストモードのG4ファクシミリ・テレテックス双方をサポートするプロトコルの処理が複雑となるが、最もCPUパワーを消費するのは、ミクストモードでG4ファクシミリ準拠の2値画像処理を行う時である。2値画像処理では、A4原稿一枚の転送に200~800万画素に対する演算処理を実行し、データの圧縮・伸張を行わなければならない。我々は、マルチメディアステーションの速度に対して、JUST-PCアダプタの通信速度が満足行くものであるかを確認するため、最も処理時間のかかる2値画像のエンコード(圧縮)・デコード(伸張)プログラムをパーソナルコンピュータ上に実際にインプリメントした。このプログラムの実行時間と、先のJUST-PCアダプタに対する性能測定結果をつきあわせ、パーソナルコンピュータ通信装置 推奨通信方式に準拠したマルチメディアステーションの有用性について検討を加えて行くことにする。

### 3.2 使用機材

実験に用いた機材をTable.3-1に示す。JUST-PCアダプタを制御する端末としては、16bitパーソナルコンピュータPC-9801(Fタイプ及びVMタイプ)を用意した。2台

のパーソナルコンピュータには、それぞれRS-232C回線経由でJUST-PCアダプタを接続し、JUST-PCアダプタ間は回線エミュレータを介して相互接続している。また、一台のパーソナルコンピュータにはモノクロTVカメラ及びインターフェースが装備されており、2値画像処理のサンプル画像を入力するために用いた。

## 4. JUST-PCアダプタの通信速度測定

JUST-PCアダプタの性能、特に転送速度について、幾つかの文献で定性的に推定を行い概略値が述べられているが、その値は約2kbps~4kbpsとまちまちで、正確な値は不明である。他に、BASIC言語で記述した通信用ソフトウェアで駆動した場合、転送速度は約2.2kbps相当であると言う報告がある[2]。しかし、この報告も片方向のみの転送実験であり、用いたソフトウェアがBASICであることから、ソフトウェアの応答速度の影響も受けていると考えられる。

本章では、我々の行ったJUST-PCの通信速度に対する測定法及び結果について紹介する。

### 4.1 一方方向通信時のスループット

3.2節の実験システムにおいて、一方方向のみのデータ転送を行い、統計量を測定した。

Fig.4-1は送信側でデータ送信要求CFUを送出する時

Table 4-1 飽和状態及び過渡状態のデータ転送速度

データ長 [byte]	飽和状態転送速度			過渡状態最大転送速度		
	[packets/s]	[bytes/s]	[bps]	[packets/s]	[bytes/s]	[bps]
1	2.32	2.32	23.2	5.89	5.89	58.9
64	1.81	116	1160	3.13	200	2000
256	1.09	279	2790	1.15	294	2940

Table 4-2 双方向通信時のスループット

データ長 [byte]	最大パケット転送速度の和*		
	[packets/s]	[bytes/s]	bps換算 [bps]
1	7.06	7.06	70.6
64	4.32	276	2760
256	1.26	322	3220

\* 両方向の転送速度が等しい場合にスループットが最大となる

間隔をパラメータとし、対向する受信側に実際に到着するデータ受信通知CFUの到着時間間隔との関係を示したものである。1CFUで送信するデータ長（一つの“データ送信要求”CFU内に記したデータ量である）は $1 \cdot 64 \cdot 256$ バイトと変化させ測定を行った。結果は、全て約1000バイト分（一部、分散が小さい場合は100バイト）の平均値である。

Fig.4-1を見ると、何れのデータ長においても、CFU送信要求間隔が短い場合には飽和状態となり、大部分の送信要求は拒否され、一定量のCFUしか受信側に伝送されていない。飽和状態における受信間隔でデータ長を除いたものが、そのデータ長での最高伝送速度となるはずである。しかし、Fig.4-1において、データ長が64バイトまたは1バイトの場合、飽和状態から非飽和状態へ移る過渡状態の所で受信間隔が減少している。グラフからは過渡状態と非飽和状態の境界である点(a)及び点(b)が最高の伝送速度であることが読み取れる。このように、過渡状態からシステム飽和状態に至る部分の測定曲線に谷ができる現象は、JUST-PCアダプタの3線式ハンドシェイクに対する不応期による影響ではないかと考えられる。この現象に対する解釈は文献[9]を参照されたい。

Table 4-1に、Fig.4-1より求めた飽和時転送速度及び過渡状態の最大転送速度を示す。

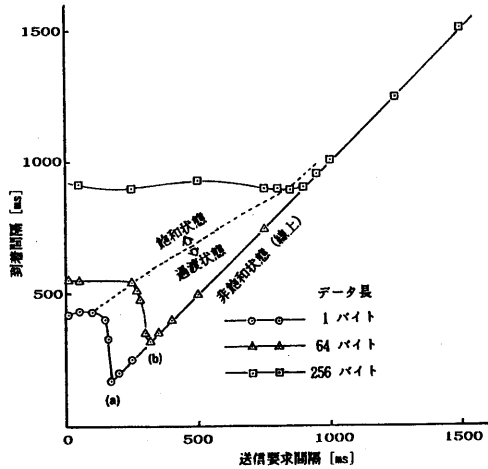


Fig.4-1 一方方向時の送信要求間隔と到着間隔の関係

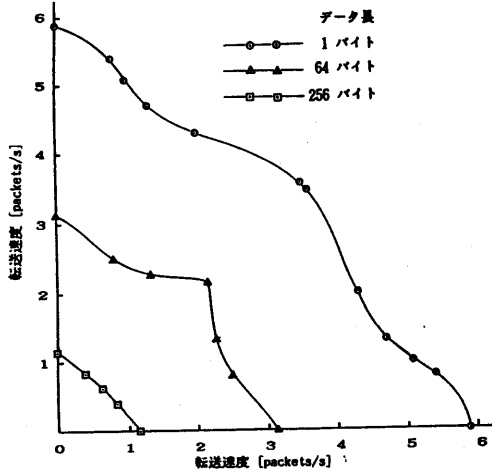


Fig.4-2 双方向通信時のスループット①

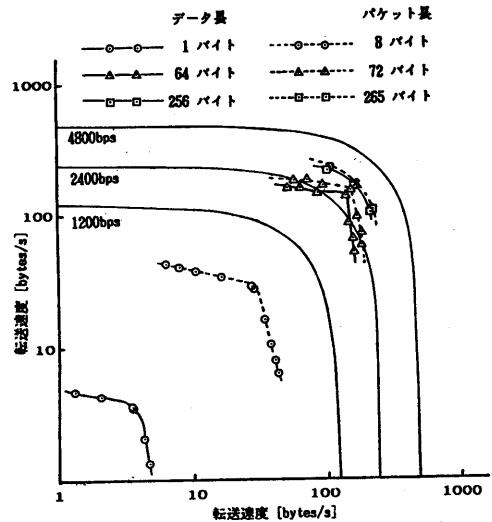


Fig.4-3 双方向通信時のスループット②

#### 4.2 双方向通信時のスループット

前節で行った測定は、片方向のみのデータ転送であった。前節と同様の測定法で、受信側より送信側へも逆方向のデータ転送を行わせる。すると、逆方向の送信の影響でスループットが低下するが、やはりFig.4-1に類似の曲線が得られ、最大転送速度の得られる点が求まる。逆方向の送信要求間隔を変化させながら、この最大転送速度が得られた点における両方向の転送速度をプロットしたものがFig.4-2である。図の水平・垂直各軸はそれぞれ、機器構成図Fig.3-1の左側及び右側のパーソナルコンピュータに1s間に受信された数の平均値である。

Fig.4-2の各曲線は、あるデータ長において一方方向の送信速度を固定した時に、反対方向への最大のデータ送信速度を示している。従って、この曲線はJUST-PCアダプタの性能限界を表すものと考えられ、一つの曲線と水平軸及び垂直軸で囲まれる領域が両方向のデータ転送速度の値の組み合わせが取り得る範囲を表している。

JUST-PCは、リンク層のHDHM (Half Duplex Transmission Module) と呼ばれる機能により半2重回線を時分割で利用し、全2重通信を実現している。よって、双方向通信の場合、一方方向の転送速度を増加させると反対方向の転送速度が低下するようになる。もし、両方向の最大CFU転送速度の和が一定値であると仮定すると、Fig.4-2には、右下がり45°の直線が得られることとなるが、図中の曲線は概ねこのような傾向を示している。Table 4-2にFig.4-2から読み取れる最大CFU転送速度の和の値を示す。

Fig.4-2は、データ転送速度をCFU単位で表示しているため、データ長が長くなると1CFUに対する転送時間が長くなり、両方向とも転送速度が低下してくるようになる。しかし、キャラクタ転送速度を用いれば、逆にデータ長が長くなると転送速度が向上することが判明する。Fig.4-3に、Fig.4-2の曲線をCFU転送速度にデータ長を乗

じたキャラクタ転送速度 (1sあたりの転送バイト数) で書き直したものを示す。図中プロットマークを結んだ実線は、CFU転送速度に1CFU中のデータ長のみを乗じたものである。また、破線は、データ長に、CFUの全長を乗じている。Fig.4-3には更に、両方向のキャラクタ転送速度の和が4800bps・2400bps及び1200bps相当になる曲線も記入されている。この際1バイトの転送には10bit必要であると仮定した。

#### 5. 2値画像処理実験

我々の作成した2値画像処理系は2章で述べた理由から符号系にCCITT勧告T.6を採用した。

T.6勧告の符号系は、圧縮・伸張に多くのステップ数を必要とし、機械語又は専用ハードウェア向けであると考えられる。我々の作成したプログラムは高級言語で記述され、専用ハードウェアも用いていないため、異なった実現方法が必要である。今回採用した方法はテーブルlookup法を拡張したものであり、メモリ量を犠牲にし、演算の高速化を図っている。

サンプル画像の圧縮・伸張処理実験の結果をTable 5-1に示す。サンプル画像は印刷物をTVカメラで入力し2値化したものであり、(1)~(3)の3種類についての測定値が示されている。表中のサンプル(1)は線画による図で比較的性質の良い画像であるが、TVカメラ入力であることから、黒のランの長さの出現確率分布が、通常のドキュメント画像と異なるため、圧縮効率は余り良く無い。又、サンプル(2)は中間調の存在する図を2値化した影響でランダムな黒ドット分布が現れているため、T6符号化には不利な例である。サンプル(3)は英文字による文章画像の例である。TVカメラの解像度が良くないため、像がぼやけているが、前二者より圧縮率が高くなると考えられる。

Table中に示す。処理時間は手動計時によるため結果

Table 5-1 白黒2値画像処理プログラムの性能

サンプル	処理	処理時間 [s]	ファイルサイズ [byte]	圧縮率*	受信要求速度 [bytes/s]
(1)	エンコード	16	7985	4.10	499
	デコード	15			532
(2)	エンコード	16	10795	3.04	675
	デコード	16			675
(3)	エンコード	14	4649	7.05	332
	デコード	13			358

\* 原データのサイズは32768 バイト

は1sの桁に丸めてある。ただし、実験プログラム自体と入出力ファイルはRAMディスク中に置いているため、プログラム起動・ファイル入出力の時間は無視できると考えられる。又、原画像は何れのサンプルでも約26万画素(512×512)であるので非圧縮時に32kBのデータ量となる。圧縮率は、この32kBをエンコードプログラムの出力量で除した値である。Table 5-1右端の送受信要求速度は、エンコードプログラムの処理時間中に出力データを遅滞なく送信するために必要な通信速度、又は、デコードプログラムがデータ入力に対して待期すること無しに動作するためのデータ入力(受信)速度である。

## 6. 評価

本章では4章及び5章の測定結果に基づき、JUST-PCによるマルチメディアステーションの実現可能性について検討を加える。

### 6.1 JUST-PCアダプタの通信速度

4.1~4.2節の実験結果では、パケットのデータ長を256バイトと設定した時、JUST-PC間の双方向通信速度の合計が2.9~3.2kbps相当であるという結論を得た。データ長をより大きくすれば、更に通信速度を向上させられると考えられるが、その幅はあまり大きくないであろう。速度自体は、民生用として普及し初めているV.22bisモデムの4.8kbps(2.4kbps全2重)に比して遅くなっている。しかし、JUST-PCアダプタは下位層に於いてCRC(Cyclic Redundancy Check Code)による誤り訂正・パケット再送等をサポートしているので、この速度はあながち遅いものではない。現在のように、BBS(Bulletin Board System)へのアクセスやホストコンピュータのTSS(Time Sharing System)利用など文字レベルの通信に利用している場合は、十分な速度であろう。

しかし、ビデオテックスにJUST-PCアダプタを用いた場合を考えると、実用水準としては現在の2~3倍の通信速度が望ましい。また、2値画像伝送の能力を考えると、JUST-PCは現在のG3ファクシミリで標準となっているV.29モデムの1/3程度の通信速度しか実現できないため、単なる2値画像伝送用としてはファクシミリと競合することはできないであろう。ビジネス用であっても、マルチメディアステーションにこの機能を導入した場合は、他のメディアとの統合によりメリットが生ずるため、この転送速度は猶予されると考えられるが、より一層の高速化は望まれるところである。以上の考察を踏まえ、我々が想定した音声・ミクスドモード・ビデオテックスの3種のメディアを統合したマルチメディアステーションにJUST-PCを採用した場合、その得失について次のような結論が得られる。

- (a) データ通信に対する信頼性が著しく向上し、エラーフリー通信が実現されることからソフトウェアの簡略化・高圧縮率符号系の採用可能性など種々の利点が生まれる。
- (b) JUST-PCアダプタのデータ転送速度は民生用ステーションとしては満足すべき水準であるが、少しく、高速化も望まれるところである。
- (c) ビジネス用としては、V.29あるいはV.32モデム等を採用したより高速の改良版JUST-PCアダプタが必要である。

### 6.2 パーソナルコンピュータによる白黒2値画像処理

我々の試作プログラムの性能を従来からのG3ファクシミリと比較すると、入力データにもよるが1/4~1/10程度の実行速度となる。しかし、このプログラムも一部をアセンブリ言語に置き換えることにより現行の2~3倍程度の速度向上が得られることが推定されている。

G3またはG4ファクシミリと直接性能を比較すると、単一マイクロプロセッサで専用ハードウェアによるサポートなしという条件では、ソフトウェアを重ねて改良する必要がある。だが、JUST-PCはG3・G4ファクシミリの物理層よりは遙かに低速であるため、JUST-PCを用いる白黒2値画像転送のためのプログラムでは、それ程高速化する必要はない。これを定量的に確認するために、Table 4-1及びTable 5-1を相互比較してみよう。

Table 5-1の要求送受信速度を、Table 4-1中のJUST-PCアダプタの最大データ転送速度と比較した場合、(1)~(3)の全てのサンプル画像に対する処理に於いて、要求送受信速度がJUST-PCアダプタの最大転送速度より大きな値を取っている。この事実、試作したエンコード・デコードプログラムの処理性能がJUST-PCアダプタの通信性能をうわまっていることを示しており、試作した2値画像処理プログラムを何等改変すること無く使用しても十分な処理速度が得られることを意味する。

以上、白黒2値画像処理の性能に関する考察をまとめると、次のような結論になる。

- (a) 特殊なハードウェアを用いず、ソフトウェアのみでT6勧告に従った白黒2値画像の圧縮・伸張を行う場合、アセンブリ言語によるインプリメントであれば現在のG3ファクシミリと同等以上の処理速度が得られる。
- (b) JUST-PCをデータ転送に用いる場合は、高級言語によるインプリメントによっても必要にして十分な処理速度が得られる。

## 7. おわりに

以上、CCITT T.6勧告に準拠する白黒2値画像処理とJUST-PCの通信性能の2点に関する実験・考察を中心として報告を行って来たが、各章の議論を総合すると、JUST-PC及びJUST-PCアダプタが提供する通信性能はマルチメディアステーションを民生用として使用する場合には必要にして十分なものであるが、ビジネス用等の利用にはより高性能化が不可欠であることも付言することができる。

今回の報告では予算等の都合により1社のJUST-PCアダプタの性能測定のみを実施したが、更に実験等を行い、マルチメディアステーションの具体的設計まで研究を進めたいと考える。

なお、本研究は電気通信普及財団の昭和60年度助成による「パーソナルコンピュータ通信センタのシステム・フィージビリティに関する研究調査」の一部をなすものである。

## 謝辞

実験機材の使用を許可下さった早稲田大学工学部小原啓義教授に感謝申し上げます。また、実験用ソフトウェアの作成に尽力いただいた早稲田大学小原研究室小松克行氏並びに同研究室CCSG諸氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 郵政省, “パーソナルコンピュータ通信装置推奨通信方式”, 郵政省告示第971号, 1984年12月(1985年3月第199号 第一次改正)。
- [2] 横田 秀次郎, “推奨通信方式アダプタを使ってみる”, パーソナル・データ通信ハンドブック, 日経マクロウヒル, pp.104-113, 1985年11月。
- [3] CCITT, “勧告T.3 文書電送用グループ2ファクシミリ装置の標準化”, テレマティック業務のための端末装置とプロトコル Tシリーズ勧告(邦訳 日本ITU協会), RED BOOK Vol.VII(FASCICLE VII.3), pp.11-17, 1985年11月15日。(以後[7]までは同一出典)
- [4] CCITT, “勧告T.4 文書電送用グループ3ファクシミリ装置の標準化”, pp.17-34。
- [5] CCITT, “勧告T.30一般交換電話網における文書ファクシミリ電送のための手順”, pp.74-126
- [6] CCITT, “勧告T.5 グループ4ファクシミリ装置の一般特性”, pp.35-44
- [7] CCITT, “勧告T.6 グループ4ファクシミリ装置のためにファクシミリ符号化方式と符号化制御機能”, pp.44-53。
- [8] 吹抜 敬彦, “FAX, OAのための画像の信号処理”, 日刊工業新聞社, pp.77-89, 1986年1月。
- [9] 電気通信普及財団, “昭和60年度助成研究実施概要報告”, 1986年(予定)