

## 公衆電話回線によるITU-T V.34モデムの伝送実験と通信効率の向上について

小妻 勝, 矢田 殖朗, 高山 久明, 山口 恭弘

## An Experiment of Data Transfer with ITU-T V.34 MODEM on a Telephone Line and Enhance the Communication Efficiency

Masaru KOZUMA, Shigeaki YADA, Hisaaki TAKAYAMA  
and Yasuhiro YAMAGUCHI

We often heard a topic related to the Internet recently. Several millions of people are communicating by a personal computer in Japan. They are eager to join in the Internet with high speed modem or INS64 by public telephone line. Because, many Internet providers have been establishing for above users all over our country. Accordingly, we carried out a transmission experiment of ITU-T V.34 28800bps MODEM that will be used by many users. They can connect with the Internet by dial up IP even stay at home.

Four kinds of files were used in this experiment. There are English text file, Japanese text file, NOAA APT image file and MS-DOS execute file. Also compressed files made up from each uncompressed files.

The purpose of this research is to certify the transfer rate and to improve the communication efficiency by the V.34 28800bps MODEM.

Results were as follows;

- 1) No transmission error was found during the experiment.
- 2) An average communication efficiency of none compression file had about 413% with ZMODEM protocol and 503% with YMODEM-g protocol.  
(The numerical value compared with communication speed 9600bps.)
- 3) The communication efficiency of compression file was about 766% with ZMODEM protocol and 884% with YMODEM-g. Thus we can get the best efficiency by using the YMODEM-g protocol.
- 4) Communication efficiency of a data transmission by compression file is about 200% of which by none compression file.
- 5) The dial up IP for the Internet connected good condition by V.34 28800bps on the public telephone line.

**Key word:**通信効率 = communication efficiency

非圧縮ファイル = none compression file

圧縮ファイル = compression file

実行データ転送速度 = effective data transfer rate

昨今、我が国でもインターネットは大企業や大学、諸研究機関などのように大型コンピュータやワークステーションを利用したユーザーからパソコンレベルのユーザーまで、あらゆる分野での利用が急激に拡大している。このことを象徴するようにテレビ、ラジオ、新聞などのメディアでインターネットに関する話題が毎日のように取り上げられるなど過熱気味の感さえある。

このような動きの中で、延べ573万人(1996年6月末現在、ニューメディア開発協会調べ)といわれる我が国のパソコン通信ユーザーも、インターネット参加の動きが活発化しつつあり上記ユーザーを対象にしたプロバイダが全国的に多数設立され、NTTが提供する64Kbpsの回線交換サービスINS64<sup>1)</sup>や高速モデムと高性能のパソコンを用いてダイヤルアップIP<sup>2)</sup>(Point to Point Protocol)により自宅のパソコンから一般の公衆電話回線を使用して、インターネットに参加できる

ようになった。大手のパソコン通信ホスト局にも、ダイヤルアップの接続を開始しているところもあり、今後多数のパソコン通信ユーザーが、インターネットに参加する動向が予想される。

そこで今回は多くのパソコン通信ユーザーが使用すると予測されるITU-T V.34 (以下MODEMの規格の記述ではITU-Tの文字を省略する) モデムの最高通信速度28800 bpsにより、伝送速度の確認と通信効率の更なる向上を目的として和文、欧文、画像及びMS-DOS Execute(実行型ファイル)のそれぞれの非圧縮及び圧縮ファイルについて公衆電話回線による伝送実験を行った。その結果、単位時間内のデータ伝送速度を検証するとともに、その通信効率について若干の知見が得られたのでここに報告する。

Table 1. Equipment and Maker

Equipment & Software	Station A	Station B	Maker
Personal computer	PC-9821Xe	PC-9801DA	NEC
Display	PC-TV451	MF-8617ES	NEC
Printer	PC-201H	BJ-130J	NEC, CANNON
Magneto-optic disk	LU-3N	LMO-400	NIHON TEXA/Logitec
MODEM	PV-AF288	PV-AF288	AIWA
High-speed serial interface	MC16550	MC16550	MICRO CORE
Communication software	WTERM super version	WTERM super version	H. Inoue & Tomtom
File compression tool	LH.exe	LH.exe	H. Yoshizaki
File compare tool	MS-DOS Ver.6.2 FC.exe	MS-DOS Ver.6.2 FC.exe	NEC

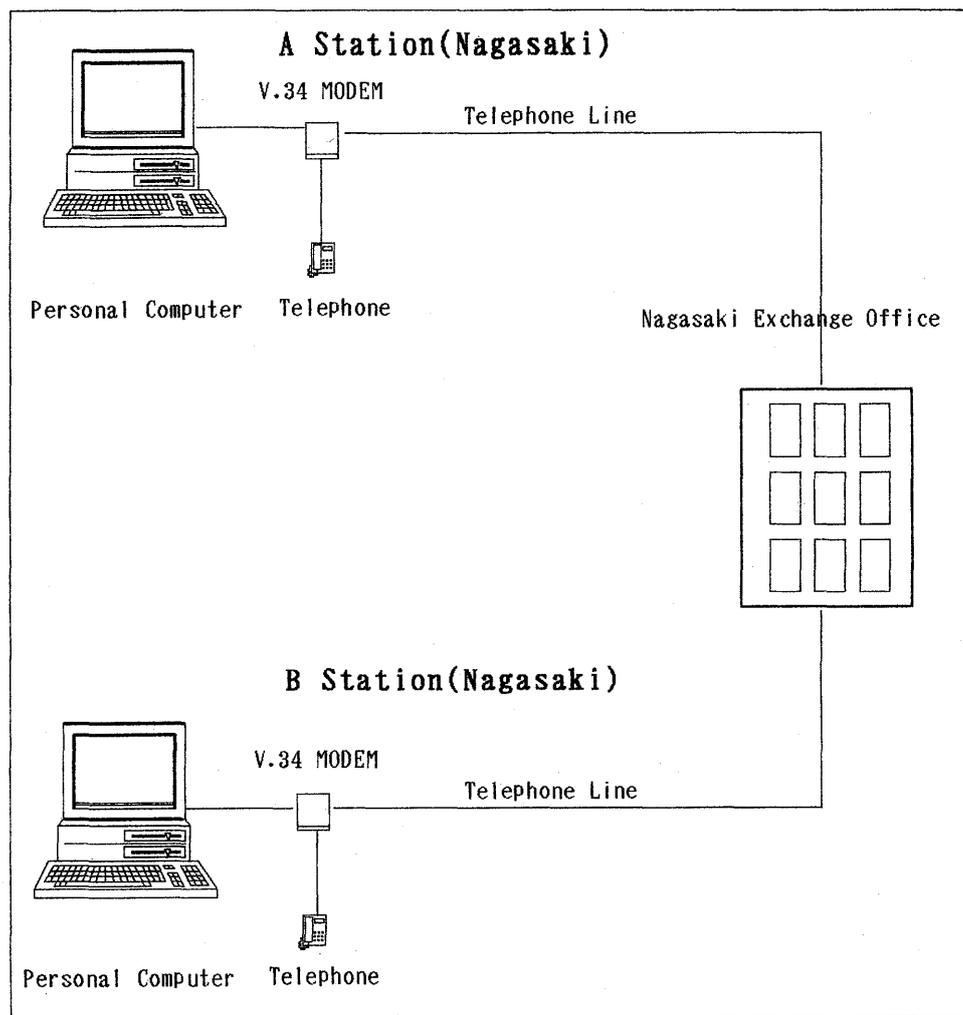


Fig 1. The block diagram of experiment system.

## 実験機材

### 1. ハードウェア及びソフトウェア

主たる機材およびソフトウェアはTable 1に示す。STATION Aのパーソナルコンピュータは、ODP(Over Drive Processor)100MHz, RAM 44MB, 外部ハードディスク(2GB-SCSI-2)及び拡張RS-232C インターフェースを増設したものであり、同じくSTATION Bは、ODP 120MHz, RAM36 MB, 外部ハードディスク (2.6 GB-SCSI-2) 及び拡張RS-232Cインターフェース等を増設することにより高速データ伝送に対応するようにアップグレードしたものである。また本実験に使用したモデムは、ITU-T(V.34, 32bis, V.32, V.22bis, V.22, V.21)とアメリカ国内で使用されているBELL(103, 212A) 及び V.FC に準拠しており、V34 変調モードでは最低通信速度 300bps から最高通信速度28800 bpsと DTE<sup>3)</sup> 速度115200bpsに対応している。また通信中の伝送エラーを自動的に検出・訂正する ITU-T V.42(LAPM + MNP Class4) プロトコルとデータ圧縮機能を実現するMNP Class5, Class10 及び ITU-T V.42bis プロトコルを選択できる。モデム仕様の詳細は取扱説明書<sup>4)</sup>による。

パソコン通信ソフトは WTERM super version 及び WINDOWS95添付ソフトハイパーターミナルで、両ソフトは高速パソコン通信に対応しており ZMODEM, YMODEM, YMODEM-gなどの伝送プロトコルを内蔵している。

前回の実験<sup>5)</sup>(以後前報告と略記) と同様圧縮ファイルの作成にはLHA.exe及びファイル比較にはFC.EXEを使用した。

## 実験方法

### 1. データ伝送システム

実験方法は、前報告と重複するところが殆どであるが多少異なる部分もあるので必要な部分を再掲する。

#### (1) 伝送システムの機器構成

前回の実験と同様に、Aステーション(長崎)とBステーション(長崎)は、共にパーソナルコンピュータの高速シリアルインターフェースを介してモデムに電話機(手動発着信に使用)及び回線が接続されている。A, B両ステーションにおいて通信ソフトWTERM super version を使用し、また長崎市内電話交換局を経由してデータ伝送実験を行った。構成図をFig. 1に示す。

また、送受信に使用するデータ用ドライブはデータの読み込みを迅速に行えるように、全て拡張メモリを利用したRAM DISK(容量8M byte)を使用した。

#### (2) 通信パラメータの設定

実験で使用した通信パラメータの設定は、通信方式全二重、データビット長8 ビット、パリティなし及びストップビット1 ビットなど日本の大手パソコン通信のホスト局が使用している設定値に準拠して行った。パラメータの設定値をTable 2に示す。

Table 2. Communication environment

Asynchronous mode	Start-stop as asynchronization
DTE speed	57600 bps
Data length	8 bit
Stop bit	1 bit
Flow control	RS/CS control
Subparameter	Nothing
Parity bit	Nothing
Kanji code	Shift JIS code
Data compression mode	MNP class 10 or normal mode
Modem speed	28800 bps
Max block size	256 bit
Communication mode	Auto reliable:ITU-T V.34
Error correcting procedures	ITU-T V.42 or MNP
Line	Public telephone line

### (3) 実験データの種類の

英文平文, 同圧縮文, 和文平文, 同圧縮文, NOAA APT ファイル, 同圧縮ファイル及びMS-DOS実行型ファイル, 同圧縮ファイルの 8種類10ファイル毎の合計80ファイルである。このうち和文平文および欧文平文のデータはアスキーファイルである。漢字を含む和文の場合とアルファベットのみを使用したファイルとでは、伝送速度が異なると思われる。また使用した実験データの内容によっても圧縮率は異なる。電話回線の状態が良好なとき、同一種類の文字構成の異なる10ファイルを伝送することにより、ある程度の和文または英文ファイルの内容によるばらつきが少ないデータ伝送速度を得ることができると思われる。

またNOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration) APT(Automatic Picture Transmission)ファイルは、米国の海洋大気局が打ち上げた極軌道気象衛星の画像ファイルで、これをパソコンの画像に表示できるように変換したものである。ファイルのサイズはすべて246 キロバイト余りであるが、画像は内容は異なるものを使用している。パソコンの画像解析ソフトにより256 色のカラー画像解析が可能であり、ファイルの形式はランダムなアスキーファイルである。画像ファイルの伝送効率を知るためのデータファイルである。

MS-DOS実行型ファイルは、バイナリファイルである。このファイルは、制御文字が含まれ同一文字の出現頻度も小さいため伝送効率は前記のアスキーファイルと比べると小さくなると思われる。パソコンで使用する実行ファイルの伝送効率を知るためのデータファイルである。

前記の4ファイルをパソコン通信では世界標準的なLHA.EXE圧縮ソフト(アルゴリズムはハフマン法)で圧縮しさらにモデムの圧縮機能を使用した場合、通信効率がどれほど向上するかを検証した。9600bps 及び14400bpsの測定値は前報告のものを使用した。

#### (4) 伝送時間の測定法とファイル伝送プロトコル

NORMALモード<sup>6)</sup>, YMODEM-g<sup>6)</sup>及びZMODEM<sup>6)</sup>を使用して実験データ80ファイルをAステーション, Bステーションより各1回ずつ送信した。1ファイル毎の伝送開始から終了までの伝送時間をストップウォッチで測定し往復時間の平均を求めた。ここで述べるNORMALモードとは、モデムの圧縮伝送機能を断としたモードである。本モードではアス

キー系のファイルは伝送できるが、バイナリ系のファイルは伝送プロトコルがないと伝送することができない。本実験ではバイナリおよびアスキー系のファイルが混在するのでZMODEMにより伝送した。本報告では便宜上これをNORMALモードと記す。

(5) 実効データ伝送速度の計算法<sup>5)</sup>

モデムの実効データ伝送速度の算出は次式による。

$$\text{伝送速度 (bps)} = \frac{\text{各実験ファイルの平均バイト数 (byte)}}{\text{伝送時間 (s)}}$$

また、送信ファイルと受信ファイルのエラー検出のためにMS-DOS 外部ファイル比較コマンド FC.EXE<sup>7)</sup>を使用して送受信ファイルの比較を行いエラーをチェックした。

### 結果及び考察

#### 1. データの伝送時間及び実効速度

##### (1) 実験結果の詳細

実験に使用した非圧縮及び圧縮ファイル合計160 ファイルの伝送時間及び実効データ伝送速度を圧縮、非圧縮ファイル

別および伝送プロトコル別にAppendix 1-1~1-4 として文末に示した。また、9600bps 及び 14400 bps伝送時間及び実効速度の測定値は前報告のものを使用した。

##### (2) 受信ファイルのエラー

RAM DISKで受信したファイルは揮発性であるが、受信ファイルが大量であるため MO DISK (光磁気ディスク) に伝送した。実験後オリジナルの実験用ファイルと伝送後のファイルをMS-DOS実行型ファイル比較コマンドFC.EXEで照合する手続きをとり受信ファイルのエラーをチェックした結果、28800bps の実験用ファイルの伝送中のエラーは、前回と同様、今回の実験でもすべて皆無であった。

##### (3) 非圧縮及び圧縮ファイルの伝送時間

実験に使用した非圧縮、圧縮ファイル別平均伝送時間(秒)をTable 3 及びTable 4 に示す。伝送プロトコルは、NORMALモード、YMODEM-g 及びZMODEMの3モードである。NOAA APTのような長いファイルでの送信の際、伝送が1~2秒間中断される現象が見られた。この理由については後で考察する。

**Table 3.** A comparison of transfer time of each none compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

FILES \ PROTOCOL (s)	14400 bps			28800 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	39.90	17.22	19.69	20.22	10.94	13.57
JAPANESE	45.81	19.40	22.45	23.25	12.34	15.32
NOAA APT	174.16	97.38	103.47	88.34	54.09	68.89
MS-DOS EXE	41.30	20.82	23.18	20.40	12.04	13.78

**Table 4.** A comparison of transfer time of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

FILES \ PROTOCOL (S)	14400 bps			28800 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	15.42	13.78	12.29	7.75	5.38	6.30
JAPANESE	17.60	14.04	15.65	8.88	6.20	7.43
NOAA APT	107.90	89.38	94.41	54.70	43.78	48.07
MS-DOS EXE	18.90	15.45	17.16	9.77	7.03	8.03

##### (4) 非圧縮及び圧縮ファイルの実効データ伝送速度

次に、非圧縮及び圧縮ファイル別平均実効データ伝送速度(bps)をTable 5 及びTable 6 として示す。

##### 1. 1 非圧縮ファイルの実効データ伝送速度

非圧縮ファイルのデータ平均伝送実効速度Table 5をNORMAL, YMODEM-g及びZMODEM毎に比較してFig. 2に

示す。

##### (1) 14400bps の実効速度

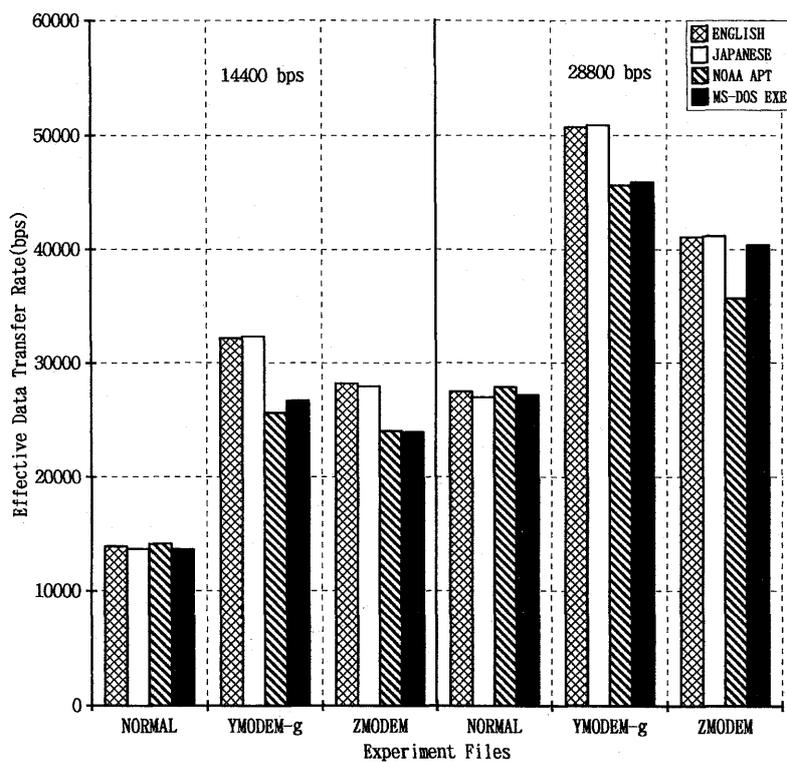
Table 5及びFig. 2からNORMALモードでは、13600~14100bps である。速い順にNOAA APT, 英語, 日本語及びMS-DOS実行型ファイルであり、各ファイルとも実効速度は大差ない。

**Table 5.** A comparison of effective data transfer rate of each none compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

PROTOCOL FILES	14400 bps			28800 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	13919	32244	28178	27464	50755	41100
JAPANESE	13692	32408	27931	26979	50905	41219
NOAA APT	14141	25591	24007	27879	45681	35759
MS-DOS EXE	13646	26673	23905	27183	45986	40404

**Table 6.** A comparison of effective data transfer rate of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

PROTOCOL FILES	14400 bps			28800 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	12596	15791	14093	25083	36205	30853
JAPANESE	12779	14370	16043	25338	36584	30403
NOAA APT	13954	15945	16848	27524	34389	31337
MS-DOS EXE	13209	14539	16153	25526	35645	31164



**Fig 2.** Comparison of effective data transfer rates of none compression files with a ITU-T V.32bis and V.34 MODEM.

また, Y-MODEM-gでは, 25500~32400bpsの範囲であり日本語, 英語, MS-DOS実行型及びNOAA APTの順となっている。日本語や英語の実効速度が他の2つのファイルに比べて特に速い。更にZMODEMでは, 23900~28100bpsの範囲で, 前記の傾向と同じである。ここで日本語や英語の実効速度がほかの2つのファイルに比べて速い。モデムの圧縮アルゴリズムには, 文章中に同一文字が数個または数十個続くような場合, ある程度キャラクターを続けて送った後, そのキャラクターが何回続くか知らせる機能がある。これには頻繁に送信するいくつかのキャラクターを特別なビット列で表現する適応ハフマン・コーディング法や直前のキャラクターから次のデータを予測するファースト・オーダー・マルコフ・モデル<sup>8)</sup>などのアルゴリズム等を組み合わせて使用している。日本語および英文ファイルは有意味のファイルであり内容に同一のキャラクターの連続文字列や出現頻度の高い文字が多く含まれているため圧縮アルゴリズムが有効に働くものと見られる。

(2) 28800bpsの実効速度

Table 5及びFig. 2からNORMALモードでは, 26900 ~ 27800bps である。同様に速い順にNOAA APT, 英語, MS-DOS実行型及び日本語ファイルであり, この場合も各ファイルとも実効速度は大差ない。

また, Y-MODEM-gでは, 45600~50900bpsの範囲であり日本語, 英語, MS-DOS実行型及びNOAA APTの順となっていて伝送速度は14400bpsの場合と同様の傾向が見られる。日本語や英語の実効速度が他の2つのファイルに比べて特に速い。

更にZMODEMでは, 35700~41200bps の範囲で, 日本語, 英語, MS-DOS実行型及び NOAA APT の順となっていて伝送速度は14400bpsの場合と同じ傾向を示すが, ここでも日本語や英語の実効速度がほかの2つのファイルに比べて速い。この場合も前項と同じく日本語や英語のファイルに圧縮アルゴリズムが有効に働いていると見られる。

1. 2 圧縮ファイルの実効データ伝送速度

圧縮ファイルの実効速度Table 6を同様に伝送プロトコル別に比較してFig. 3に示す

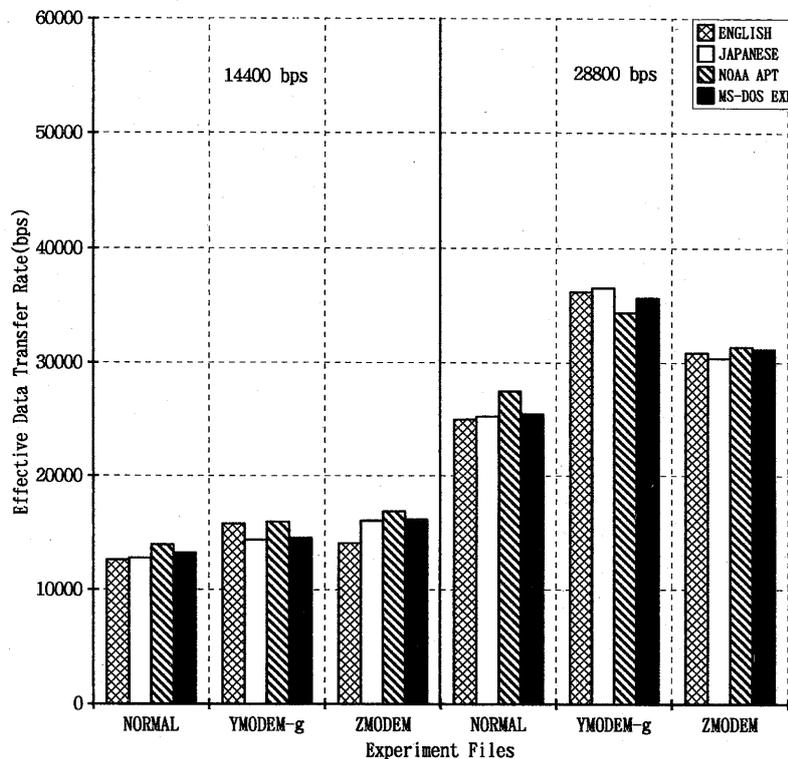


Fig 3. Comparison of effective data transfer rates of compression files with a ITU-T V.32bis and V.34 MODEM.

(1) 14400bpsの実効速度

Table 6及びFig. 3からNORMALモードでは, 12500 ~ 13900bps である。同様に速い方からNOAA APT, MS-DOS実行型, 日本語及び英語の順でありこの場合も各ファイルの実効速度は大差ない。また, Y-MODEM-gでは, 14300~15900bps でNOAA APT, 英語, MS-DOS実行型

及び日本語の順である。

更にZMODEMでは, 14000~16800bps で NOAA APT, MS-DOS実行型, 日本語及び英語の順である。この理由はソフトウェアにより同一キャラクターの出現頻度の高い日本語や英語のファイルの圧縮率が大きく, 非圧縮の場合と比較するとNOAA APT やMS-DOS実行型ファイルと実

効速度が逆転している。圧縮ソフトもハフマン法でありモデムと同様なアルゴリズムが競合しておりモデムによる圧縮はブレーキとなる傾向も見られる。

(2) 28800bps の実効速度

同様にTable 6及びFig. 3からNORMALモードでは、25000~27500bpsである。同じく速い方からNOAA APT, MS-DOS実行型, 日本語及び英語の順でありこの場合も各ファイルの実効速度は大差ない。また, Y-MODEM-gでは、34300~36500bpsで日本語, 英語, MS-DOS実行型及びNOAA APT の順である。

更にZMODEM では、30400~31300bps でNOAA APT, MS-DOS実行型, 英語及び日本語の順でありここでは NOAA APT 及びMS-DOS実行型ファイルの伝送速度が速く前項とおなじ傾向にある。この場合も前項と同様のことがいえる。

以上の結果を考察すると

(a)28800bpsの通信速度でデータ伝送を行う場合は、ファイル伝送プロトコルは電話回線の質に応じて YMODEM-g またはZMODEM を選択して伝送する方が、NORMALモードに比べ単位時間当たりより多くのデータを伝送できる。V.32bis モデム14400bpsでは、YMODEM-gの伝送速度はNORMALモードの約210% (以下いずれも平均値) でありZMODEMでは約190%であるのに対しV.34モデム28800bpsでは、同180%と145%である。前者と比較するとYMODEM

-g で30%, ZMODEM で45%程度伝送速度の低下が見られる。また, NOAA APT のように1ファイルのデータサイズの長いファイルでは、通信バッファがオーバーフローし、フロー制御<sup>9)</sup>がはたらき1~2秒間送信を中断する現象が見られた。この原因はモデムのDTE 最高速度115200bps の実験で使用した通信ソフトの設定は、57600bpsが限界のため伝送速度に反映し低下したたものと思われる。

このようにDTE や通信ソフトは、高速データ通信に対応したものを使用できれば、前記のような現象を防止し実効速度を更に向上させることが期待できよう。

(b)非圧縮と圧縮ファイルの実効速度を比較すると圧縮ファイルの方が非圧縮より極端に遅い。この理由としてはV.32 bisモデムと同様ソフトウェアで伝送前に圧縮をかけているため、モデムでの圧縮アルゴリズムが競合し逆効果となり伝送速度にブレーキをかける結果と考えられる。

2. 通信効率

通信速度14400bps 及び 28800bps で英文, 和文, NOAA APT及びMS-DOS実行型ファイル伝送時の通信効率を比較するために基準通信速度を9600bps(V.32 MODEMの電気物理層での速度) としてTable 5 の各々の実効速度の値を9600bps で除したものを百分率で表し、これを非圧縮ファイルの通信効率としてTable 7 に示す。またこの伝送プロトコル別比較例をFig. 4に示す。

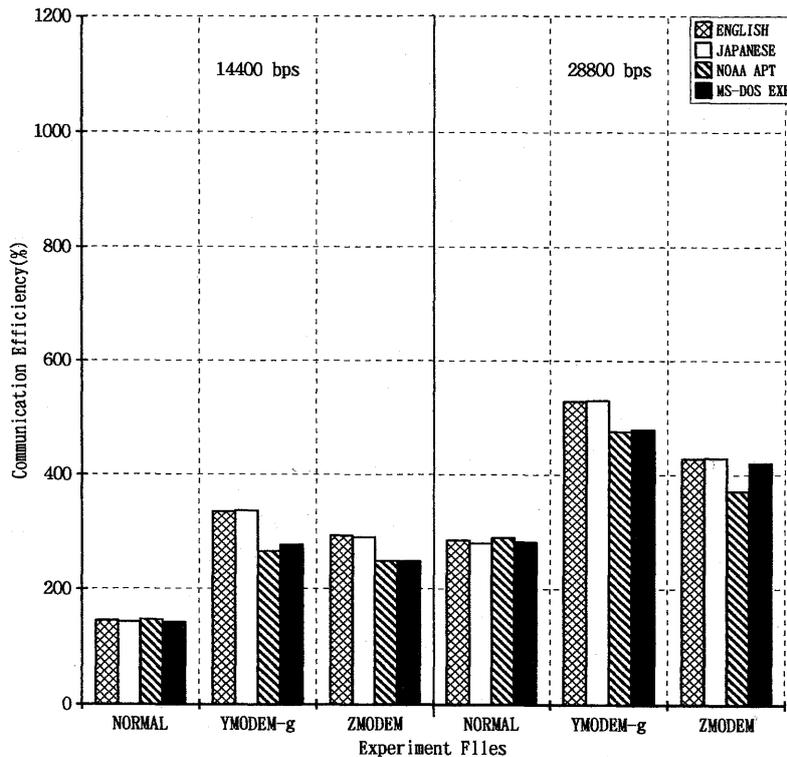


Fig. 4. Comparison of communication efficiency of none compression files with a ITU-T V.32bis and V.34 MODEM.

**Table 7.** A comparison of communication efficiency of each none compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

FILES	PROTOCOL (%)	14400 bps			28800 bps		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH		145	336	294	286	529	428
JAPANESE		143	338	291	281	530	429
NOAA APT		147	267	250	290	476	372
MS-DOS EXE		142	278	249	283	479	421
TOTAL		577	1219	1084	1141	2014	1651
AVERAGE		144	305	271	285	503	413

#### (1) 14400bpsの通信効率

Table 7 及びFig. 4 からNORMALモードの通信効率は、MS-DOS実行型の142%から NOAA APTの147%であり9600bpsの平均が144%程度であることから各ファイルとも大差ない。このモードではモデムでの圧縮機能が働いていないので、ほぼモデムの通信速度に比例している。ゆえに、電気物理層での通信効率  $14400\text{bps}/9600\text{bps} \times 100 = 150\%$  でありほぼ妥当な効率といえる。

また、YMODEM-gの通信効率は、NOAA APTの267%から日本語の338%であり、また9600bpsの平均は304%程度である。ここでは日本語、英語ファイルの効率がNOAA APTやMS-DOS実行型に対して平均65%程度高い。またZMODEMの通信効率は、MS-DOS実行型に対して平均65%程度高い。これは前項の日本語、英語ファイルの効率と同様約40%高い。このようにテキスト系ファイルの伝送効率がバイナリ系よりも高い理由は、モデムの圧縮アルゴリズムがテキスト系に対して効率よく働くためと考えられる。

#### (2) 28800bpsの通信効率

同様にTable 7 及びFig. 4 からNORMALモードの通信効率は、日本語の281%からNOAA APTの290%であり9600bpsの平均で285%であり前項と同様で、電気物理層での効率は  $28800\text{bps}/9600\text{bps} \times 100 = 300\%$  である。また14400bpsと比較すると同様に約200%の通信効率でほぼ理論的に納得のいく効率である。

また、YMODEM-gの通信効率は、NOAA APTの476%日本語の530%であり9600bpsの平均で503%である。ここでは日本語、英語ファイルの効率がNOAA APTやMS-DOS実行型に対して平均53%程度高い。更にZMODEMの通信効率は、NOAA APTの371%から日本語の429%で9600bpsと比較すると平均で412%高い。YMODEM-gの日本語、英語ファイルの効率が低いのにに対してNOAA APTファイルが50%前後効率が落ちるが、他のファイルは平均化された値である。NOAA APTデータのみが他のデータと比べて効率が落ちる理由は、データ長が長いため途中でDTEのフロー制御が動作し伝送を一時中断するため、ハードウ

ェア及びソフトウェアが高速通信に対応するような最適化がなされていないように思われる。

この点についてはDTEスピードのアップや高性能パソコンなどを使用することでより一層の通信効率の向上が期待される。

#### 3. 非圧縮と圧縮ファイルの通信効率の比較

非圧縮と圧縮ファイルの通信効率を比較するために、見かけ上の通信効率（以下通信効率と略記）を以下の方法で求めた。すなわち、非圧縮ファイルの伝送時間(Table 3)と圧縮ファイルの伝送時間(Table 4)の各ファイル毎の平均伝送時間の比を取ってTable 8に示した。

また圧縮ファイルの見かけ上のデータ平均伝送速度(dummy effective data transfer rate)<sup>10</sup>は、非圧縮ファイルの平均実効データ伝送速度Table 5の各々の値に前述の非圧縮と圧縮ファイル伝送時間の比Table 8の各々対応する値を乗じたものとして示す。

次に圧縮ファイルの見かけ上の通信効率は、圧縮ファイルの見かけ上の実効データ伝送速度の平均値(Table 9)の各々のファイルの値をモデム通信速度9600bpsで除して示される。これをTable 10として示す。また、この各プロトコル別比較例をFig. 5に示す。

#### (1) 14400bpsの見かけ上の通信効率

前述したようにTable 10 及びFig. 5 からNORMALモードの通信効率は、高い順に英語376%、日本語371%、MS-DOS実行型311%及びNOAA APTの237%の順である。日本語、英語がほかのファイルより平均99%程度高い。

また、YMODEM-gの通信効率は、同じく英語470%、日本語466%、MS-DOS実行型375%及びNOAA APTの291%の順である。日本語、英語の効率がほかのファイルより平均111%程度高い。

更にZMODEMの通信効率は、英語420%、日本語416%、MS-DOS実行型336%及びNOAA APTの275%の順である。日本語、英語の効率がほかのファイルより平均139%程度高い。Table 7 及びTable 10より非圧縮と圧縮時の平均通信効率を比較するとNORMALモードで220%、YMODEM-gで130%及びZMODEMで130%程度の向上

**Table 8.** A ratio of transfer time with none compression and compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

FILES \ PROTOCOL	14400 bps			28800 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	2.59	1.40	1.43	2.61	2.03	2.15
JAPANESE	2.60	1.38	1.43	2.62	1.99	2.06
NOAA APT	1.61	1.09	1.10	1.61	1.24	1.43
MS-DOS EXE	2.19	1.35	1.35	2.09	1.71	1.72

**Table 9.** A comparison of dummy effective data transfer rate of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

FILES \ PROTOCOL bps	14400 bps			28800 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	36050	45142	40295	71681	103032	88366
JAPANESE	35598	44722	39942	70684	101300	84912
NOAA APT	22766	27894	26407	44885	56644	51135
MS-DOS EXE	29885	36009	32271	56812	78636	69494

**Table 10.** A comparison of communication efficiency of each compression file on 14400 and 28800 bps, that used with ITU-T V.32bis and V.34 MODEM

FILES \ PROTOCOL (%)	14400 bps			28800 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	376	470	420	747	1073	920
JAPANESE	371	466	416	736	1055	885
NOAA APT	237	291	275	468	590	533
MS-DOS EXE	311	375	336	592	819	724
TOTAL	1295	1602	1447	2543	3537	3062
AVERAGE	324	401	362	636	884	766

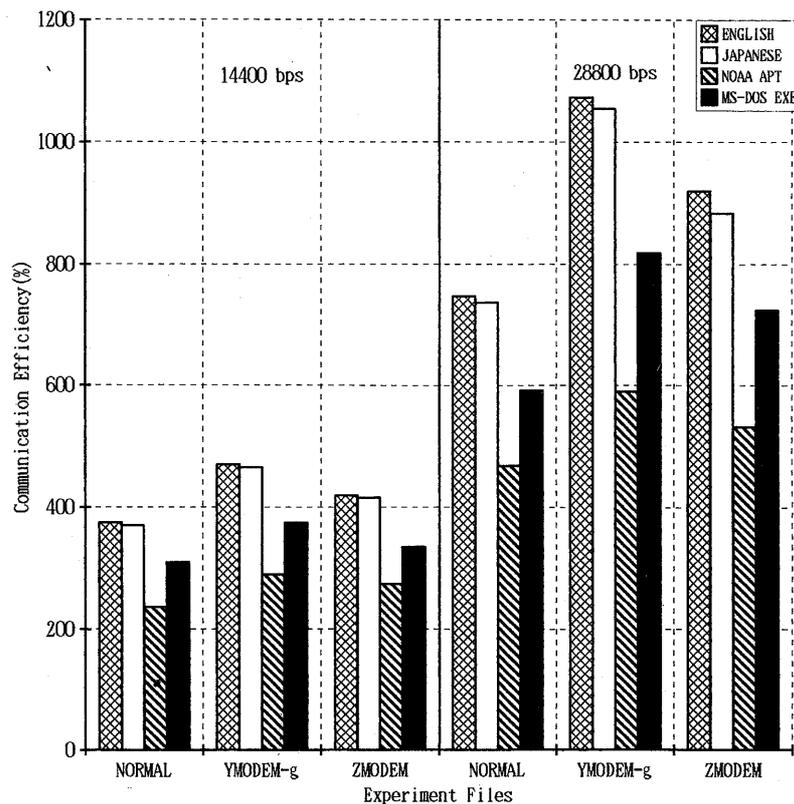


Fig 5. Comparison of dummy communication efficiency of compression files with a ITU-T V.32.bis and V.34 MODEM

が見られる。このことはデータを伝送する前にファイルを圧縮し、さらにモデムのデータ圧縮による効果で同量のデータを伝送する場合、非圧縮時の30% から最大120%程度通信効率が向上している。

#### (2) 28800bpsの見かけ上の通信効率

同様にTable 10 及びFig. 5 からNORMALモードの通信効率は、高い順に英語747%、日本語736%、MS-DOS実行型592%及びNOAA APT の468% の順である。日本語、英語がほかのファイルより平均212% 程度高い。ここでも14400bps の場合と比べると約200%程度の通信効率となっており理論的にマッチしている。

また、YMODEM-g の通信効率は、同じく英語1073%、日本語1055%、MS-DOS実行型819%及びNOAA APT の590%の順である。日本語、英語の効率がほかのファイルより平均360%程度高い。

更にZMODEMの通信効率は、英語920%、日本語885%、MS-DOS実行型724% 及びNOAA APT の533%の順である。日本語、英語の効率がほかのファイルより平均274%程度高い。14400bpsの場合と同様に、Table 7 とTable 10を比較するとNORMALモードで220%(いずれも平均値)、YMODEM-g で180% 及びZMODEMで190%程度の通信効率の向上が見られる。これはデータを伝送する前にファイルを圧縮し、さらにモデムのデータ圧縮による効果で同量のデータを伝送する場合80% から100%通信効率が向上してい

る。またTable 7 より非圧縮時の 14400bps と28800bps の比は、NORMALモードで2倍 (いずれも平均値)、YMODEM-g で1.7倍及びZMODEMで1.5倍程度であるが、Table 10より圧縮時には同じく2倍、2.2倍及び2.1倍であり約14400bps の実効速度の2 倍程度となり理論的にも納得できる数値である。

#### 要 約

V.34 28800bps のモデムを用いた伝送実験によって以下ことが判った。

- (1) 本実験における伝送エラーは皆無であった。
- (2) 伝送効率は 9600bpsを基準とすれば、非圧縮時にYMODEM-gで503%、ZMODEMで413%である。また、圧縮時の伝送効率は、YMODEM-gで884%、ZMODEMで766%である。
- (3) データを圧縮して伝送した場合、非圧縮時と比べ平均2 倍程度の伝送効率の向上が確保される。従って通信コストは2分の1に低減することができる。
- (4) 伝送プロトコルは回線の状態が良好な場合YMODEM-g、再送要求の多発する回線ではZMODEMを使用する方が通信効率の良いデータ伝送を行うことができる。
- (5) その他データ長の長いファイルは、伝送中にフロー制御のため伝送を一時中断して伝送効率の低下を招くことから、DTE や通信ソフトは、高速データ通信に対応したもの

を使用することが必要である。

#### 参考文献

- 1) 電気通信振興会：電波・テレコム用語辞典, 1995, pp86.
- 2) 株式会社月刊アスキー：月刊アスキー6月号, 1996, p 248, 株式会社アスキー, 東京
- 3) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語辞典, 東京, 1993 CD ROM, DTE, 紀伊国屋書店
- 4) アイワ株式会社：PV-AF288取扱説明書 3章, 1996, pp60-62.
- 5) 小妻勝, 矢田殖朗, 高山久明, 山口恭弘：公衆電話回線による V.32bisモデム伝送実験と通信効率の向上について, 本誌, 77 (1996).
- 6) 株式会社月刊アスキー：ASCIIを256倍使うための本, 1989 pp 40-41, 株式会社アスキー, 東京
- 7) 日本電気株式会社：MS-DOS Ver.6.2ユーザーズマニュアル, 1994 pp105~107, 日本電気株式会社, 東京
- 8) 山本勝之, 佐藤英明, 森下哲：MNPオフィシャルハンドブック, 1989 pp 139-139, 株式会社アスキー, 東京
- 9) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語辞典, 東京, 1993 CD ROM, フロー制御, 紀伊国屋書店
- 10) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語辞典, 東京, 1993 CD ROM, 見かけ上のデータ平均伝送速度, 紀伊国屋書店

## Appendix 1-1. Experiment of English files

## English text files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGTXT0	48721	17.77	9.66	11.66	27418	50436	41785
ENGTXT1	48779	17.95	9.78	11.66	27175	49876	41834
ENGTXT2	55345	20.16	11.00	13.92	27453	50314	39759
ENGTXT3	49928	18.38	9.72	11.72	27164	51366	42601
ENGTXT4	55909	20.38	10.96	12.80	27433	51012	43679
ENGTXT5	53418	19.49	10.59	13.47	27408	50442	39657
ENGTXT6	57835	21.11	11.70	13.97	27397	49432	41399
ENGTXT7	65639	23.65	12.94	17.07	27754	50726	38453
ENGTXT8	57438	20.92	11.24	13.31	27456	51101	43154
ENGTXT9	62512	22.34	11.83	16.16	27982	52842	38683
AVERAGE	55552	20.22	10.94	13.57	27464	50755	41100
TOTAL	555524	202.15	109.42	135.74	274640	507546	411005

## English compression files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGTXT0	16431	6.59	4.22	5.30	24933	38936	31002
ENGTXT1	18265	7.15	4.83	6.11	25545	37816	29894
ENGTXT2	20263	8.25	5.55	6.63	24561	36510	30563
ENGTXT3	17165	6.84	4.84	5.57	25095	35465	30817
ENGTXT4	20471	8.50	5.71	6.78	24084	35851	30193
ENGTXT5	18765	7.47	5.31	6.15	25120	35339	30512
ENGTXT6	19123	7.50	5.39	6.32	25497	35479	30258
ENGTXT7	22223	8.72	6.31	6.55	25485	35219	33928
ENGTXT8	20381	8.15	5.69	6.67	25007	35819	30556
ENGTXT9	21194	8.31	5.95	6.88	25504	35620	30805
AVERAGE	19428	7.75	5.38	6.30	25083	36205	30853
TOTAL	194281	77.48	53.80	62.96	250833	362053	308528

## Appendix 1-2. Experiment of Japanese files

## Japanese text files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
TEST0	61249	22.72	12.27	14.97	26958	49918	40914
TEST1	60121	22.24	11.90	14.25	27033	50522	42190
TEST2	58336	21.75	11.63	14.14	26821	50160	41256
TEST3	56179	20.91	11.19	13.15	26867	50205	42722
TEST4	60122	22.33	11.51	14.14	26924	52235	42519
TEST5	68281	25.25	13.86	16.62	27042	49265	41084
TEST6	55407	20.43	10.29	13.40	27120	53845	41349
TEST7	55111	20.56	10.79	12.86	26805	51076	42855
TEST8	75148	27.72	15.21	18.49	27110	49407	40643
TEST9	77470	28.58	14.78	21.13	27106	52415	36664
AVERAGE	62742	23.25	12.34	15.32	26979	50905	41219
TOTAL	627424	232.49	123.43	153.15	269787	509047	412194

## Japanese compression files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
TEST0	23226	9.18	6.39	7.52	25301	36347	30886
TEST1	20260	8.08	5.49	6.72	25074	36903	30149
TEST2	21948	8.66	5.71	7.49	25344	38438	29303
TEST3	21288	8.32	5.33	7.12	25587	39940	29899
TEST4	20079	8.00	5.52	6.69	25099	36375	30013
TEST5	26574	10.35	7.50	8.71	25675	35432	30510
TEST6	15606	6.35	4.26	5.03	24576	36634	31026
TEST7	17399	6.98	4.92	5.50	24927	35364	31635
TEST8	30824	11.89	8.74	10.15	25924	35268	30368
TEST9	28461	11.00	8.10	9.41	25874	35137	30245
AVERAGE	22567	8.88	6.20	7.43	25338	36584	30403
TOTAL	225665	88.81	61.96	74.34	253381	365838	304034

## Appendix 1-3. Experiment of NOAA APT files

NOAA APT files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
I15078	246272	88.76	51.80	67.74	27746	47543	36355
I25704	246272	88.85	58.57	67.94	27718	42047	36248
I15092	246272	88.59	54.65	68.40	27799	45063	36005
I25648	246272	87.33	48.69	70.63	28200	50580	34868
I25640	246272	87.54	52.23	67.84	28133	47151	36302
I15120	246272	88.43	52.40	69.33	27849	46998	35522
I15134	246272	88.15	53.89	68.27	27938	45699	36073
I15149	246272	88.53	59.05	71.06	27818	41706	34657
I25769	246272	88.66	52.84	68.45	27777	46607	35978
I25766	246272	88.55	56.73	69.22	27812	43411	35578
AVERAGE	246272	88.34	54.09	68.89	27879	45681	35759
TOTAL	2462720	883.39	540.85	688.88	278789	456806	357587

Compression NOAA APT files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
I15078	143416	52.53	42.48	46.40	27302	33761	30909
I25704	166409	60.95	48.05	53.75	27303	34632	30960
I15092	150100	54.93	44.02	48.46	27326	34098	30974
I25648	126590	46.54	37.42	40.29	27200	33830	31420
I25640	146973	53.73	42.97	47.44	27354	34204	30981
I15120	144696	53.95	42.84	46.94	26820	33776	30826
I15134	152140	55.72	44.87	49.18	27304	33907	30935
I15149	166904	55.68	43.87	48.09	29976	38045	34707
I25769	149268	54.53	44.25	48.78	27374	33733	30600
I25766	159530	58.48	47.05	51.36	27279	33906	31061
AVERAGE	150603	54.70	43.78	48.07	27524	34389	31337
TOTAL	1506026	547.04	437.82	480.69	275238	343892	313372

## Appendix 1-4. Experiment of Execute files

MS-DOS Execute files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
CALC	40720	15.26	9.72	9.84	26684	41893	41382
RECORDER	41872	15.53	9.15	10.45	26962	45762	40069
MSDOS	49216	18.17	10.86	12.22	27086	45319	40275
PROGMAN	56608	20.85	11.88	13.21	27150	47650	42852
CARDFILE	56656	20.87	12.53	13.92	27147	45216	40701
PIFEDIT	56824	21.00	11.93	14.70	27059	47631	38656
WXALSTW	57344	20.95	12.39	14.53	27372	46282	39466
CALENDER	65824	24.25	14.56	16.73	27144	45209	39345
GAJEDIT	66048	23.53	13.58	15.01	28070	48636	44003
CUSTOM	64024	23.58	13.84	17.17	27152	46260	37288
AVERAGE	55514	20.40	12.04	13.78	27183	45986	40404
TOTAL	555136	203.99	120.44	137.78	271826	459858	404037

Compression MS-DOS Execute files with ITU-T V.34 MODEM. Used MODEM port speed 28800bps.

FILE NAME	FILE SIZE (byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
CALC	22238	8.74	6.30	6.91	25444	35298	32182
RECORDER	20850	8.20	5.91	6.69	25427	35279	31166
MSDOS	25660	9.97	7.39	8.46	25737	34723	30331
PROGMAN	22232	8.67	6.21	7.18	25642	35800	30964
CARDFILE	28728	11.09	8.27	8.97	25904	34738	32027
PIFEDIT	25150	9.91	7.01	8.27	25378	35877	30411
WXALSTW	18686	7.87	4.95	5.87	23743	37749	31833
CALENDER	33958	12.92	9.26	10.98	26283	36672	30927
GAJEDIT	22809	8.87	6.39	7.58	25715	35695	30091
CUSTOM	29809	11.47	8.61	9.40	25989	34621	31712
AVERAGE	25012	9.77	7.03	8.03	25526	35645	31164
TOTAL	250120	97.71	70.30	80.31	255263	356453	311644