

公衆電話回線によるV.32bis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 V.32bis MODEM on a Telephone Line and Enhance the Communication Efficiency

Masaru KOZUMA, Shigeaki YADA, Hisaaki TAKAYAMA
and Yasuhiro YAMAGUCHI

In fact a few years ago, the maximum telephone line MODEM speed was 9600 bps, now it has 14400 bps or 28800 bps for a technological innovation in recently.

We tried to make an experiment of data transfer with V.32bis MODEM on a telephone line; that used English text file, Japanese text files, NOAA ATP image files and MS-DOS execute files. A transmission control protocol used the normal mode, the YMODEM-g and the ZMODEM.

The object of this experiment, we would like to data of transmission and receiving in detail with V.32 bis MODEM and to confirm the communication efficiency. Done results were as follows;

1) A MODEM speed 14400 bps of data transfer rate was about 150-200 % with none compression files and compression files 130-160% more than 9600 bps.

2) When the compression files used to increase communication efficiency that was 130-160% more than none compression files.

3) It has used A transmission control protocol with YMODEM-g or ZMODEM to increase communication efficiency.

Keyword: 実効データ転送速度=effective data transfer rate, 通信効率=communication efficiency
非圧縮ファイル=none compression files, 圧縮ファイル=compression files

公衆電話回線を使用したモデムでのデータ通信速度は、つい最近まで9600bpsまでが限界といわれていた。現在では、モデムの改良が繰り返された結果14400bps, 28800bpsと通信速度は以前と比べ飛躍的に高速化している。

パソコンについても、処理スピードの速い安価な製品が台頭してきている。通信に必要な拡張RS-232Cボードも、高速データ伝送に対応した製品が市販されている。大手のパソコン通信ホスト局は、データ伝送最高速度を9600bpsから14400bpsへとグレードアップし高速通信に対応しつつある。

このような状況の中で、14400bps以上の通信速度を持つモデムによるデータ伝送に関する詳細な報告は現在までなされていない。そこで今回は、上記の高速データ伝送速度による伝送速度の確認と通信効率の更なる向上を旨とする。目的として、ITU-T¹⁾ V.32bisのモデムにより和文、欧文、画像およびMS-DOS実行型ファイルについて、それぞれの非圧縮および圧縮ファイルを公衆電話回線により実験を行った。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。

実験機材

1. ハードウェアおよびソフトウェア

(1)ハードウェア

主たる機材はTable 1に示す。パーソナルコンピュータは、CPU、シリアルインターフェースおよびRAM増設など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されたものである。大量のデータ伝送に対応できるように光磁気ディスクを装着した。また本実験に使用したモデムは、ITU-T (V.32bis, V.32, V.22bis, V.22, V.21)のプロトコルを採用したモデムであり通信速度は、300~14400bpsで全二重通信が可能である。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およびITU-T V.42bisのプロトコルにより最高57600bpsの実効速度を得ることができるといわれ、高速でのエラーフリーの通信が可能である。モデム仕様の詳細は取扱説明書²⁾による。

(2)ソフトウェア

通信ソフトはWTERM super versionで、高速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。圧縮ファイルの作成にはLHA.exeおよびファイル比較ツールFC.EXEを使用する。

Table 1. Equipment and Maker

Equipment & Software	Station A	Station B	Maker
Personal computer	PC-9821Xe	PC-9801NA	NEC
Display	PC-TV451	Liquid display	NEC
Printer	PC-201H	BJ-130J	NEC, CANNON
Magneto-optic disk	LU-3N	LMO-400	NIHON TEXA/Logitec
MODEM	PV-AFV144	PV-AFV144	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

実験方法

1. 実験システム

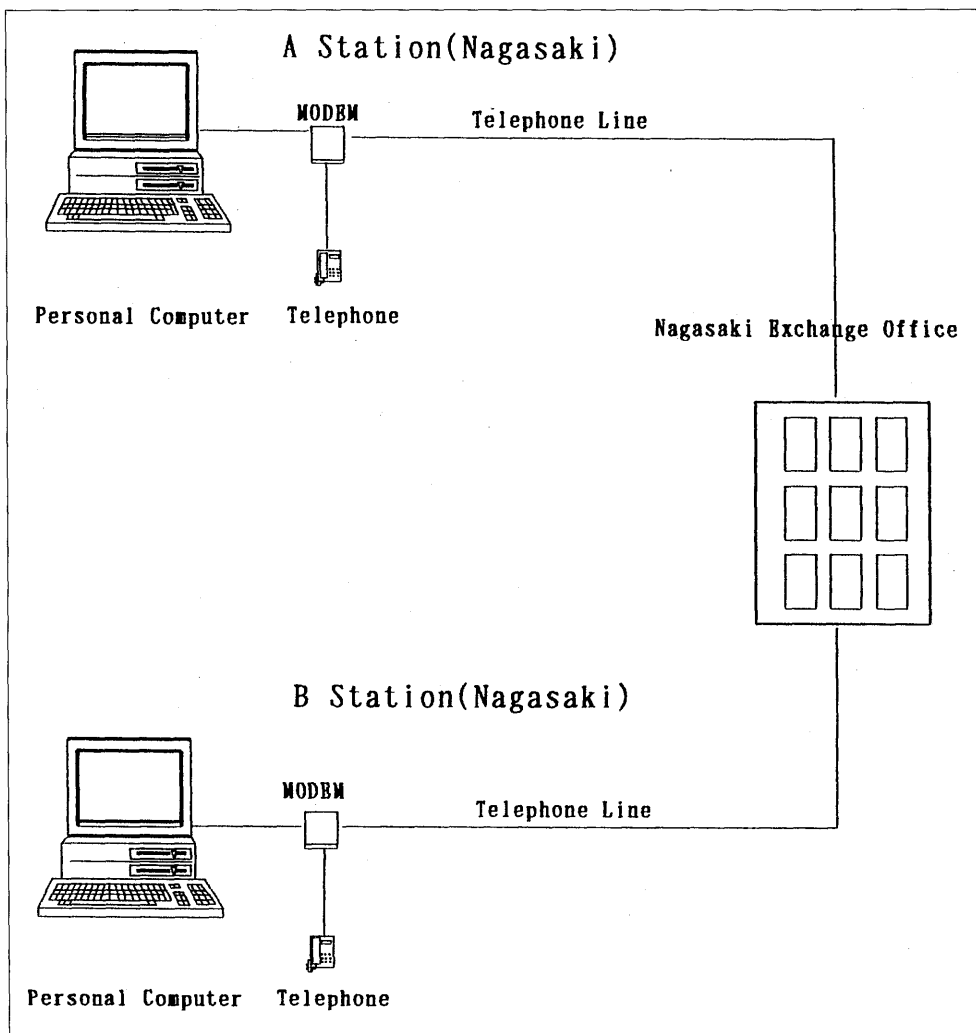


Fig. 1. The block diagram of experiment system.

(1)実験システムの構成

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モデムに電話器およ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受信用ドライブは全て拡張メモリによるRAM DISK(4M byte)を使用した。

(2)通信パラメータの設定

Table 2. Communication environment

Synchronous mode	Start-stop synchronization
DTE speed	38400 or 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 5 or normal mode
Modem speed	9600 or 14400 bps
Max block size	256 bit
Communication mode	Auto reliable:ITU-T V.32bis
Line	Public telephone line

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、パリティなしおよびストップビット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。パラメーターの設定値をTable 2に示す。

(3)実験データの種類

英文平文、同圧縮文、和文平文、同圧縮文、NOAA APT

ファイル、同圧縮ファイルおよび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ファイルを使用した。³⁾

(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⁴⁾、YMODEM-g⁵⁾およびZMODEM⁶⁾を使用して実験データの伝送をAステーション、Bステーションより各1回づつ送信しそ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値を求めた。NORMALモードの伝送はモデムの圧縮伝送機能を断としZMODEMにより伝送した。

(5)実効データ伝送速度⁷⁾の計算法

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.EXE⁸⁾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。

結果および考察

1. データの伝送時間および実効速度

(1)実験結果の詳細

実験に使用した非圧縮および圧縮ファイル合計160ファイルの伝送時間および実効データ転送速度を各ファイルを圧縮、非圧縮および伝送速度を9600,14400bps別に分け伝送プロトコル別にAppendix 1-1~2-4として文末に示した。

(2)非圧縮および圧縮ファイルの伝送時間

実験に使用した非圧縮、圧縮ファイル別伝送時間の平均値をTable 3およびTable 4に示す。伝送プロトコルは、NORMALモード、YMODEM-gおよびZMODEMの3モードである。

Table 3. A comparison of transfer time of each none compression file on 9600 and 14400 bps, that used with ITU-T V.32bis MODEM

FILES	PROTOCOL (s)	9600 bps			14400 bps		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH		60.14	31.83	32.31	39.90	17.22	19.69
JAPANESE		69.10	35.81	36.99	45.81	19.40	22.45
NOAA APT		264.79	151.60	154.35	174.16	97.38	103.47
MS-DOS EXE		61.02	33.04	34.73	41.30	20.82	23.18

Table 4. A comparison of transfer time of each compression file on 9600 and 14400 bps, that used with ITU-T V.32bis MODEM

FILES \ PROTOCOL (s)	9600 bps			14400 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	22.69	17.91	19.77	15.42	12.29	13.78
JAPANESE	26.06	20.62	23.05	17.60	14.04	15.65
NOAA APT	163.85	133.25	139.04	107.90	89.37	94.41
MS-DOS EXE	28.75	22.77	24.86	18.90	15.45	17.16

(3)受信ファイルのエラー

RAM DISKで受信したファイルをMO DISK(光磁気ディスク)に転送し, 実験後オリジナルの実験用ファイルと転送後のファイルをMS-DOS Ver.6.2 ファイル照合外部コマンドFC.EXEで照合の結果, 実験用ファイルの伝送中のエラーはすべてゼロであった。

(4)非圧縮および圧縮ファイルの実効データ伝送速度

次に非圧縮および圧縮ファイル別実効データ伝送速度についてその平均値をTable 5およびTable 6として示す。

1.1非圧縮ファイルのデータ伝送実効速度

非圧縮ファイルのデータ伝送平均実効速度Table 5をNORMAL, YMODEM-gおよびZMODEM毎に比較してFig. 2に示す。

(1)9600bpsの実効速度

Table 5. A comparison of effective data transfer rate of each none compression file on 9600 and 14400 bps, that used with ITU-T V.32bis MODEM

FILES \ PROTOCOL bps	9600 bps			14400 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	9234.70	17446.09	17181.95	13918.73	32244.19	28178.13
JAPANESE	9079.55	17516.27	16955.07	13691.62	32407.52	27931.24
NOAA APT	9300.81	16315.63	16036.39	14140.66	25590.64	24006.55
MS-DOS EXE	9091.19	16974.44	15943.25	13646.30	26672.98	23904.74

Table 6. A comparison of effective data transfer rate of each compression file on 9600 and 14400 bps, that used with ITU-T V.32bis MODEM

FILES \ PROTOCOL bps	9600 bps			14400 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	8559.95	10843.76	9824.52	12596.01	15791.46	14092.57
JAPANESE	8638.65	10935.00	9758.13	12779.26	14370.28	16043.28
NOAA APT	9189.34	11370.83	10829.27	13953.88	15945.47	16847.72
MS-DOS EXE	8687.50	11504.66	10035.72	13209.06	14538.57	16153.35

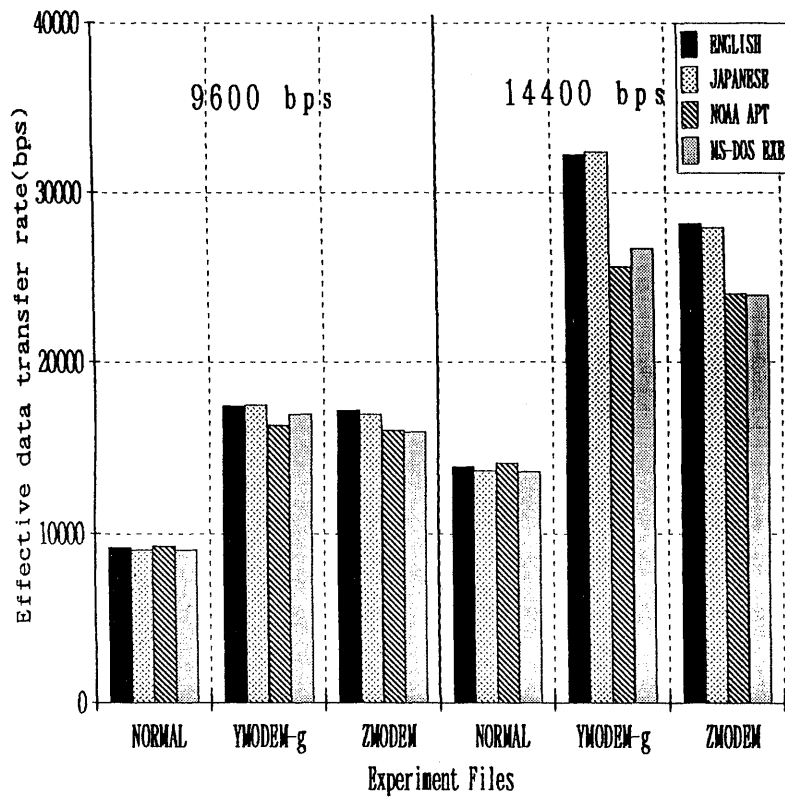


Fig. 2. Comparison of effective data transfer rates of none compression files with a ITU-T V.32bis MODEM.

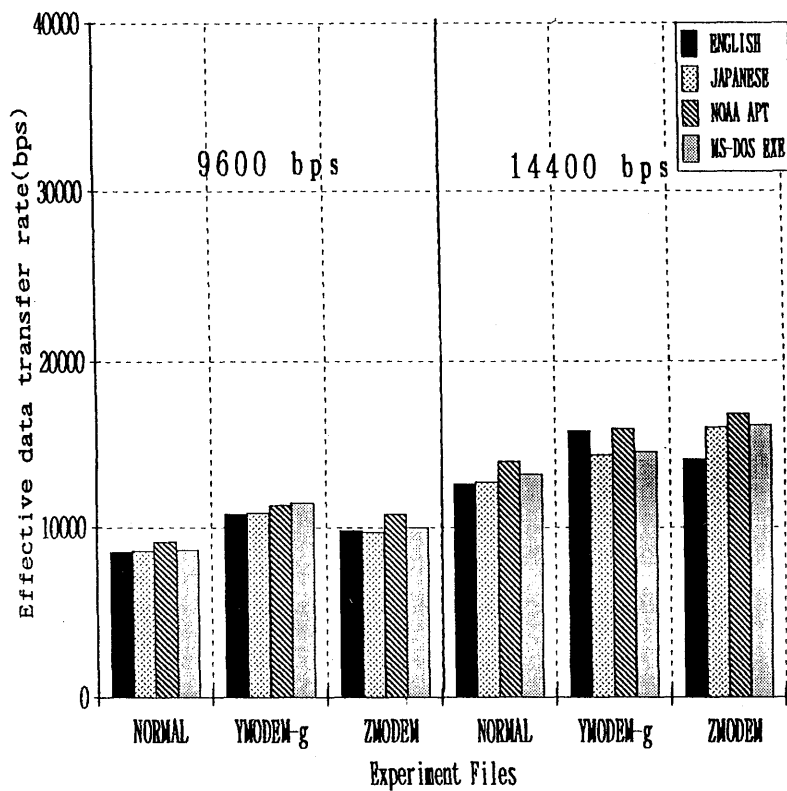


Fig. 3. Comparison of effective data transfer rates of compression files with a ITU-T V.32bis MODEM.

Table 5およびFig. 2によるとNORMALモードでは、実効速度は9080~9301bpsで、速い順にNOAA APT, 英語, MS-DOS EXE, および日本語となっているが、各ファイルとも大差はない。また、Y-MODEM-gでは、16316~17516bpsであり同様に日本語, 英語, MS-DOS EXEおよびNOAA APTの順である。この場合も日本語および英語のファイルはほかのファイルに比べるとやや伝送速度が速いがいずれのファイルとも大差がない。更にZMODEMでは、15943~17182bpsで、同様に英語, 日本語, NOAA APTおよびMS-DOS EXEの順であるが卓越した値を示したファイルはない。

(2)14400bpsの実効速度

Table 5およびFig. 2からNORMALモードでは、13646~14141bpsである。同様に速い順にNOAA APT, 英語, 日本語およびMS-DOS EXE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、25591~32408bpsの範囲であり日本語, 英語, MS-DOS EXEおよびNOAA APTの順となっていて伝送速度は9600bpsの場合と同じ傾向が見られる。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、23905~28178bpsの範囲で、9600bps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。

1.2 圧縮ファイルのデータ伝送実効速度

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。

(1)9600bpsの実効速度

Table 6およびFig. 3からNORMALモードでは、実効速度は8560~9189bpsで、速い順にNOAA APT, MS-DOS EXE, 日本語および英語であるが各ファイルともに大差はない。また、Y-MODEM-gでは、10484~11505bpsでありMS-DOS EXE, NOAA APT, 日本語および英語の順である。

更にZMODEMでは、9758~10829bpsで、NOAA APT, MS-DOS EXE, 英語および日本語の順である。

(2)14400bpsの実効速度

同様にTable 6およびFig. 3からNORMALモードでは、12596~13954bpsである。同様に速い方からNOAA APT, MS-DOS EXE, 日本語およ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、15791~16848bpsでNOAA APT, MS-DOS EXE, 日本語および英語の順である。

更にZMODEMでは、14093~15945bpsでNOAA APT, MS-DOS EXE, 日本語および英語の順であり前項と同じ傾向である。

以上の結果を考察すると

(a)9600bpsおよび14400bps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YMODEM-gまたはZMODEMを使用して伝送する方が、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。

(b)高速の14400bpsの通信速度を使用した場合、画像ファイルNOAA APTやMS-DOS EXEのようなバイナリ系のファイルにくらべてテキスト系の日本語や英語のファイルの方が実効速度が速いといえるが、9600bpsではその差は顕著ではなかった。

各系ファイルの実効速度についてテキスト系のファイルは、一ブロック当たり同じ文字が何回も出現する頻度が高いためモデムの圧縮機能が有効に働く、反面バイナリファイルは、同一文字の頻度が低く各種制御コードを含んでおり圧縮機能が前者より低下するためと推察される

(c)また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。この理由としてはソフトウェアで伝送前に圧縮をかけているため、ハードウェア(モデム)での圧縮率が小さくなりデータの実効速度に反映されないことが考えられる。

2. データ伝送の高効率化

2.1 非圧縮ファイルの通信効率

Table 7. A comparison of communication efficiency of each compression file on 9600 and 14400 bps, that used with ITU-T V.32bis MODEM

FILES	PROTOCOL (%)	9600 bps			14400 bps		
		NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH		96	182	179	145	336	294
JAPANESE		95	182	177	143	338	291
NOAA APT		97	170	167	147	267	250
MS-DOS EXE		95	177	166	142	278	249

Table 8. A ratio of transfer time with none compression and compression file

FILES	9600 bps			14400 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	2.65	1.78	1.63	2.59	1.40	1.43
JAPANESE	2.65	1.74	1.60	2.60	1.38	1.43
NOAA APT	1.62	1.14	1.11	1.61	1.09	1.10
MS-DOS EXE	2.12	1.45	1.40	2.19	1.35	1.35

続いて通信速度9600bpsおよび14400bpsで英文、和文、NOAA APTおよびMS-DOS EXE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。

(1)9600bps通信効率

Table 7およびFig. 4からNORMALモードの通信効率は、モデム通信速度9600bpsよりやや効率が低い。通信効率は95%~97%で9600bpsの約96%前後の効率である。これはモデムの圧縮機能を無効にしてデータ伝送を行っているためと考えられる。また、YMODEM-gの通信効率は、NOAA APTの170から英語の182%の間で9600bpsの約178%程度の効率である。

更にZMODEMの伝送速度は、NOAA APTの167%から

英語の179%の間で9600bpsの約172%程度の効率である。

(2)14400bpsの通信効率

同様にTable 7およびFig. 4からNORMALモードの通信効率は、MS-DOS EXEの142%からNOAA APTの147%で9600bpsの平均144%程度であり各ファイルとも大差ない。

また、YMODEM-gの通信効率は、NOAA APTの267%から日本語の338%であり9600bpsの平均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に対して平均65%程度高い。更にZMODEMの通信効率は、NOAA APTの249%から英語の294%で9600bpsに対し平均271%程度高い。これは前項の日本語、英語の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、モデムの圧縮機能がテキスト系に対して効率よく働くためと考えられる。

2.2圧縮ファイルの見かけ上の通信効率

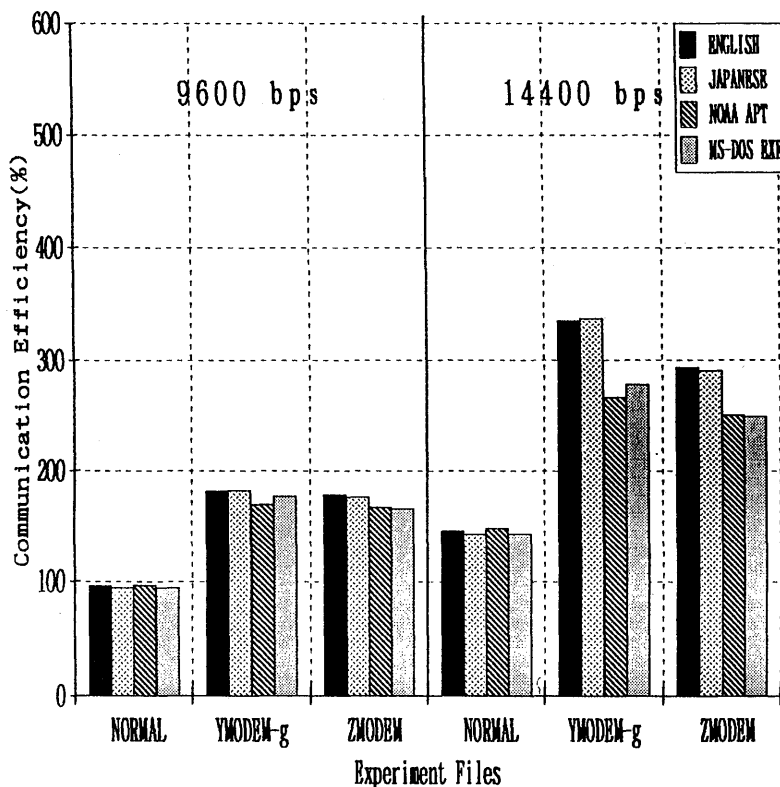


Fig. 4. Comparison of communication efficiency of none compression files with a ITU-T V.32bis MODEM.

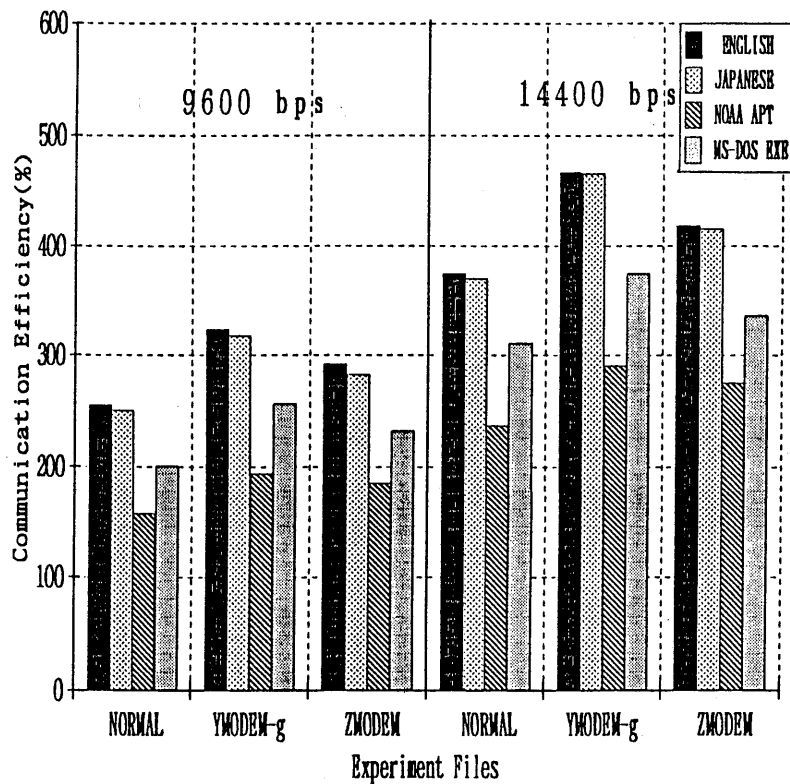


Fig. 5. Comparison of dummy communication efficiency of compression files with a ITU-T V.32bis MODEM.

Table 9. A comparison of dummy effective data transfer rate of each compression file on 9600 and 14400 bps, that used with ITU-T V.32bis MODEM

PROTOCOL FILES	9600 bps			14400 bps		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	24471.96	31054.04	28006.58	36049.51	45141.87	40294.73
JAPANESE	24060.81	30478.31	27128.11	35598.21	44722.38	39941.67
NOAA APT	15067.31	18599.82	17800.39	22766.46	27893.80	26407.21
MS-DOS EXE	19273.32	24612.94	22320.55	29885.40	36008.52	32271.40

Table 10. A comparison of communication efficiency of each compression file on 9600 and 14400 bps, that used with ITU-T V.32bis MODEM

PROTOCOL FILES	9600 bps (%)			14400 bps (%)		
	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM	NORMAL	YMODEM-g	ZMODEM
ENGLISH	255	323	292	376	470	420
JAPANESE	251	317	283	371	466	416
NOAA APT	157	194	185	237	291	275
MS-DOS EXE	201	256	233	311	375	336

非圧縮ファイルと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)を次のような方法で求めた。

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れば、その倍率はTable 8のようになる。

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)⁹⁾は、非圧縮ファイルの平均データ伝送実効速度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なりTable 9のようになる。

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データ伝送実効速度の平均値Table 9の各々のファイルの値をモデム通信速度9600bpsで除して百分率で表し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)9600bpsの通信効率

Table 10およびFig. 5からNORMALモードの通信効率は、高効率順に英語255%、日本語251%、MS-DOS EXE 201%およびNOAA APTの157%である。日本語、英語の効率がほかのファイルより平均74%程度高い。これはモデムの圧縮機能は働いてはいないが伝送前にファイルを圧縮しているためである。

また、YMODEM-gの通信効率は、同様に英語323%、日本語317%、MS-DOS EXE 256%およびNOAA APTの194%である。日本語、英語の効率がほかのファイルより平均95%程度高い。

更にZMODEMの通信効率は、同じく英語292%、日本語283%、MS-DOS EXE 233%およびNOAA APTの185%である。日本語、英語の効率がほかのファイルより平均79%程度高い。

(2)14400bpsの通信効率

同様にTable 10および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 EXE 311%および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。ここでも9600 bpsの場合と同様の効果が表れている。

また、YMODEM-gの通信効率は、同じく英語470%、日本語466%、MS-DOS EXE375%および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123%程度高い。

更にZMODEMの通信効率は、英語420%、日本語416%、MS-DOS EXE 336%および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124%程度高い。

3. 非圧縮と圧縮ファイルの通信効率の比較

(1)圧縮ファイルの通信効率

非圧縮に比べ圧縮ファイルでは、9600 bpsおよび14400 bpsの通信速度でキャラクター系の日本語、英語ファイルの通信効率は、画像ファイルのNOAA APTやバイナリ系のMS-DOS EXEファイルより特に高い。

(2)伝送プロトコルと通信効率

非圧縮および圧縮ファイルともに伝送プロトコルYMODEM-gまたはZMODEMを使用したときの通信効率が9600bpsおよび14400bpともに高い。

非圧縮の9600bpsでは、通信効率の高い伝送プロトコルYMODEM-gで170~182%、ZMODEM166~179%で、圧縮の場合YMODEM-gで194~323%、ZMODEMで185~292%で、それぞれの通信効率は、後者が前者より平均で95%および76%程度通信効率が向上している。

同じく14400bpsの場合も非圧縮でYMODEM-gで267~338%、ZMODEMで249~294%、圧縮で291~466%および275~470%で、それぞれ平均で83%および104%程度の通信効率の向上が見られる。このように伝送前のファイルの圧縮とモデムの圧縮機能の相乗効果により通信効率の向上が認められる。

以上の結果から見てファイル伝送プロトコルは、9600bpsの場合は、YMODEM-gの方がZMODEMより通信効率の面では優れている。14400bpsでも前者と同じ傾向である。伝送プロトコルについて述べると、YMODEM-gにはエラー訂正の機能を持たない。ZMODEMは①エラー訂正機能を持つ②連続してファイルの伝送を行うことができる③中断したファイルも途中から送受することができる④ZMODEMの中にYMODEMでの送受信ができる一等の優れた特長がある。実験の結果でわかるように、全般的に見てYMODEM-gが通信効率が高いがZMODEMの場合でも効率の差が認められないことから、伝送プロトコルはZMODEMを選択することが望ましいと考える。

(3)14400bpsと9600bpsの通信効率

一般的に通信速度を比較すると、14400bpsは9600bpsの1.5倍である。Table 7より非圧縮ファイルでは、YMODEM-gで1.6~1.9倍、ZMODEMで1.5~1.6倍となる。またTable 10より圧縮ファイルは、前者が1.3~1.6倍、後者が1.4~1.5倍となりほぼ9600bpsの通信速度の1.5倍のアップ率に対応している。また、非圧縮より圧縮ファイルは、YMODEM-g使用の場合1.1~1.6倍、ZMODEMで単位時間当たり1.1~1.4倍のデータ量をエラーフリーで高速に伝送することが可能である。

要 約

今回のモデムの伝送実験より次の点が明らかになった。

1. 非圧縮ファイルにおいて、V32bisで14400bpsでは、9600bpsの約1.5~1.9倍の量のデータの伝送が可能である。
2. 圧縮ファイルでは、9600bpsの約1.3~1.6倍の量のデータ伝送が可能である。
3. 14400bpsの通信速度で、YMODEMまたはZMODEMによりデータを圧縮して伝送した場合、非圧縮時より単位時間当たり1.1~1.6倍のデータ量が伝送可能であり通信効率が向上する。
4. 英文、和文ファイルのようなテキストファイルは、画像ファイルやバイナリファイルのMS-DOS EXEファイルより通信効率が高い。
5. ファイル伝送プロトコルは、YMODEM-gまたは

ZMODEMを使用した場合通信効率が高い。しかし通信の三要素である迅速、確実および正確を期するならZMODEMの使用が望ましい。

おわりに

今日、コンピュータ通信の話題はインターネット一色といった感がある。大学、諸研究機関または大企業などに属する人々にはその機能をフルに活用する機会が与えられている。

しかし、一般のパソコンユーザーにとっては、個人で専用回線を設置できるだけの経済的な余裕はない。アクセスの手段としては、大手のパソコンホスト局やプロバイダー（回線接続事業者）を介してネットに接続する方法選択するしかない。また通信回線も一般の電話回線でありNTTのISN65¹⁰⁾が高速モデムを使用してインターネットの一部のサービスを受けることになる。日本の通信ハイウェイ構想は2～3年の近い将来には実現しそうもない。パソコン通信の世界ではここしばらくは、高速モデムを主として使用する情報交換の時代が続きそうである。

このような状況のなかでITU-T V.32bisのモデムおよび伝送プロトコルZMODEMを使用してファイルの圧縮、解凍をバックグラウンドで行わせるようにすれば、公衆電話回線を使用してのデータ伝送においてエラーフリーな高速データの伝送が可能であり、回線の占有時間の短縮が通信コストの低減につながり、よって通信効率の向上に寄与できることがわかった。今回の実験は限りある公衆電話回線を使用して各種データを伝送する場合、能率的な利用をいかに確保できる

かを主眼とした。本報告がパソコンでの情報交換を行う上で一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 電気通信振興会：電波・テレコム用語辞典，1995，pp 265-267.
- 2) アイワ株式会社：PV-AFV144取扱説明書，1995，pp 168-169.
- 3) 小妻勝，高山久明，山口恭弘：船舶におけるパーソナルコンピュータを利用したネットワーク構築におけるモデムの評価実験，本誌，13-14（1992）.
- 4) アイワ株式会社：PV-AFV144取扱説明書，1995，pp75-77.
- 5) 株式会社月刊アスキー：ASCIIを256倍使うための本，1989，p 41，株式会社アスキー，東京
- 6) 株式会社月刊アスキー：ASCIIを256倍使うための本，1989，p 42，株式会社アスキー，東京
- 7) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語事典，東京，1993，CD ROM，実効データ伝送速度，紀ノ国屋
- 8) 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
- 9) 日外アソシエーツ株式会社：コンピュータ用語典，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
- 10) 笹川達也，土屋勝：パソコン・基礎用語，1993，p 25，株式会社アスキー，東京

Appendix 1-1. Experiment of English files
V.32bis 9600 bps English plain files

File name	(byte) File size	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
ENGTXT0	48721.00	28.68	28.58	52.95	16987.80	17047.24	9201.32
ENGTXT1	48779.00	28.61	28.02	52.95	17049.63	17408.64	9212.28
ENGTXT2	55345.00	32.31	31.50	59.92	17129.37	17569.84	9236.48
ENGTXT3	49928.00	29.36	28.66	54.25	17005.45	17420.80	9203.32
ENGTXT4	55909.00	32.22	32.03	60.44	17352.27	17455.20	9250.33
ENGTXT5	53418.00	31.11	30.64	57.85	17170.68	17434.07	9233.88
ENGTXT6	57835.00	33.50	32.91	62.68	17264.18	17573.69	9227.03
ENGTXT7	65639.00	37.87	37.37	70.79	17332.72	17564.62	9272.35
ENGTXT8	57438.00	33.41	32.94	62.13	17191.86	17437.16	9244.81
ENGTXT9	62512.00	36.06	35.62	67.47	17335.55	17549.69	9265.15
AVERAGE	55552.40	32.31	31.83	60.14	17181.95	17446.09	9234.70
TOTAL	555524.00	323.13	318.27	601.43	171819.51	174460.94	92346.95

V.32bis 9600 bps English compression files

File name	(byte) File size	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(ppgs)		
		ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
ENGTXT0	16431.00	16.94	16.00	19.41	9699.53	10269.38	8465.22
ENGTXT1	18265.00	18.64	16.41	21.48	9798.82	11130.41	8503.26
ENGTXT2	20263.00	20.52	18.58	23.63	9874.76	10905.81	8575.12
ENGTXT3	17165.00	17.65	15.96	20.23	9725.21	10755.01	8484.92
ENGTXT4	20471.00	20.63	18.87	23.79	9922.93	10848.44	8604.88
ENGTXT5	18765.00	19.11	17.27	21.91	9819.47	10865.66	8564.58
ENGTXT6	19123.00	19.47	17.52	22.33	9821.78	10914.95	8563.82
ENGTXT7	22223.00	22.44	20.34	25.75	9903.30	10925.76	8630.28
ENGTXT8	20381.00	20.78	18.83	23.75	9807.99	10823.69	8581.47
ENGTXT9	21194.00	21.47	19.27	24.57	9871.45	10998.44	8625.97
AVERAGE	19428.10	19.77	17.91	22.69	9824.52	10843.76	8559.95
TOTAL	194281.00	197.65	179.05	226.85	98245.22	108437.55	85599.53

Appendix 1-2. Experiment of Japanese files
V.32bis 9600 bps Japanese plain files

File name	(byte) File size	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
TEST0	61249.00	35.96	35.26	67.46	17032.54	17370.67	9079.31
TEST1	60121.00	35.47	34.39	66.09	16949.82	17482.12	9096.84
TEST2	58336.00	34.48	33.26	64.30	16918.79	17539.39	9072.47
TEST3	56179.00	33.39	31.82	62.20	16825.10	17655.25	9031.99
TEST4	60122.00	35.56	34.28	66.11	16907.20	17538.51	9094.24
TEST5	68281.00	40.40	38.77	74.94	16901.24	17611.81	9111.42
TEST6	55407.00	32.58	31.55	61.19	17006.45	17561.65	9054.91
TEST7	55111.00	32.69	32.11	60.56	16858.67	17163.19	9100.23
TEST8	75148.00	43.97	42.54	82.68	17090.74	17665.26	9089.02
TEST9	77470.00	45.41	44.08	85.46	17060.12	17574.86	9065.06
AVERAGE	62742.40	36.99	35.81	69.10	16955.07	17516.27	9079.55
TOTAL	627424.00	369.91	358.06	690.99	169550.66	175162.70	90795.49

V.32bis 9600 bps Japanese compression files

File name	(byte) File size	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
		ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
TEST0	23226.00	23.21	21.85	26.81	10006.89	10629.75	8663.19
TEST1	20260.00	20.47	18.27	23.56	9897.41	11089.22	8599.32
TEST2	21948.00	22.25	20.00	25.42	9864.27	10974.00	8634.15
TEST3	21288.00	21.44	19.47	24.64	9929.10	10933.74	8639.61
TEST4	20079.00	20.26	18.35	23.42	9910.66	10942.23	8573.44
TEST5	26574.00	26.23	24.15	30.41	10131.15	11003.73	8738.57
TEST6	15606.00	16.17	14.37	18.42	9651.21	10860.13	8472.31
TEST7	17399.00	22.33	16.16	20.50	7791.76	10776.71	8487.32
TEST8	30824.00	30.14	27.84	35.05	10226.94	11071.84	8794.29
TEST9	28461.00	27.98	25.69	32.40	10171.91	11078.63	8784.26
AVERAGE	22566.50	23.05	20.62	26.06	9758.13	10935.00	8638.65
TOTAL	225665.00	230.48	206.15	260.63	97581.30	109349.97	86386.46

Appendix 1-3. Experiment of NOAA APT image files
V.32bis 9600 bps NOAA APT files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
I15078	246272.00	144.55	157.95	265.05	17037.15	15591.77	9291.53
I25704	246272.00	171.54	141.03	266.58	14356.53	17462.38	9238.20
I15092	246272.00	155.19	170.49	265.35	15869.06	14444.95	9281.03
I25648	246272.00	136.27	151.99	261.45	18072.36	16203.17	9419.47
I25640	246272.00	145.97	138.00	263.06	16871.41	17845.80	9361.82
I15120	246272.00	150.46	143.49	265.07	16367.94	17163.01	9290.83
I15134	246272.00	153.32	149.52	264.62	16062.61	16470.84	9306.63
I15149	246272.00	172.62	150.01	265.21	14266.71	16417.04	9285.92
I25769	246272.00	150.80	167.05	265.65	16331.03	14742.41	9270.54
I25766	246272.00	162.78	146.46	265.89	15129.13	16814.97	9262.18
AVERAGE	246272.00	154.35	151.60	264.79	16036.39	16315.63	9300.81
TOTAL	2462720.00	1543.50	1515.99	2647.93	160363.95	163156.34	93008.15

V.32bis 9600 bps compression NOAA APT image files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
I15078	143416.00	133.00	141.44	157.40	10783.16	10139.71	9111.56
I25704	166409.00	154.72	127.70	182.58	10755.49	13031.25	9114.31
I15092	150100.00	139.60	146.96	164.59	10752.15	10213.66	9119.63
I25648	126590.00	118.00	132.83	139.00	10727.97	9530.23	9107.19
I25640	146973.00	137.23	111.80	161.34	10709.98	13146.06	9109.52
I15120	144696.00	137.00	129.91	161.19	10561.75	11138.17	8976.74
I15134	152140.00	142.64	127.93	166.90	10666.01	11892.44	9115.64
I15149	166904.00	141.31	134.41	166.97	11811.20	12417.53	9996.05
I25769	149268.00	138.85	147.43	163.70	10750.31	10124.67	9118.39
I25766	159530.00	148.06	132.12	174.84	10774.69	12074.63	9124.34
AVERAGE	150602.60	139.04	133.25	163.85	10829.27	11370.83	9189.34
TOTAL	1506026.00	1390.41	1332.53	1638.51	108292.69	113708.35	91893.36

Appendix 1-4. Experiment of Execute files
V.32bis 9600 bps MS-DOS execute files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
CALC	40720.00	27.89	38.89	45.10	14600.22	10470.56	9028.82
RECORDER	41872.00	26.75	26.46	46.49	15653.08	15824.64	9006.67
MSDOS	49216.00	31.58	25.55	54.28	15584.55	19262.62	9067.06
PROGMAN	56608.00	34.77	29.91	61.92	16280.70	18926.11	9142.12
CARDFILE	56656.00	36.33	32.32	62.19	15594.83	17529.70	9110.15
PIFEDIT	56824.00	35.30	34.20	63.11	16097.45	16615.20	9003.96
WXALSTW	57344.00	33.63	32.78	62.87	17051.44	17493.59	9121.04
CALENDER	65824.00	41.12	32.84	72.19	16007.78	20043.85	9118.16
GAIJEDIT	66048.00	40.54	38.59	71.77	16292.06	17115.31	9202.73
CUSTOM	64024.00	39.35	38.39	70.27	16270.39	16462.84	9111.14
AVERAGE	55513.60	34.73	33.04	61.02	15943.25	16974.44	9091.19
TOTAL	555136.00	347.26	330.43	610.19	159432.50	169744.44	90911.86

V.32bis 9600 bps compression MS-DOS execute files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
CALC	22238.00	22.46	27.42	25.80	9901.16	8110.14	8619.38
RECORDER	20850.00	21.28	20.30	24.12	9797.93	10270.94	8644.28
MSDOS	25660.00	25.33	18.98	29.46	10130.28	13519.49	8710.12
PROGMAN	22232.00	22.28	23.35	25.63	9978.46	9521.20	8674.21
CARDFILE	28728.00	28.16	20.25	32.85	10201.70	14186.67	8745.21
PIFEDIT	25150.00	24.94	26.10	28.95	10084.20	9636.02	8687.39
WXALSTW	18686.00	19.11	22.84	21.90	9778.13	8181.26	8532.42
CALENDER	33958.00	32.88	17.17	38.44	10327.86	19777.52	8834.03
GAIJEDIT	22809.00	22.91	30.56	26.36	9955.91	7463.68	8652.88
CUSTOM	29809.00	29.22	20.73	33.97	10201.57	14379.64	8775.10
AVERAGE	25012.00	24.86	22.77	28.75	10035.72	11504.66	8687.50
TOTAL	250120.00	248.57	227.70	287.48	100357.21	115046.55	86875.01

Appendix 2-1. Experiment of English files
V.32bis 14400 bps English plain files

File name	(byte)	Sent time(s)			Real communication speed(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
ENGTXT0	48721.00	17.42	15.19	35.21	27968.43	32074.39	13837.26
ENGTXT1	48779.00	18.30	15.72	35.22	26655.19	31029.90	13849.80
ENGTXT2	55345.00	19.72	17.36	39.87	28065.42	31880.76	13881.36
ENGTXT3	49928.00	17.76	15.13	36.01	28112.61	32999.34	13865.04
ENGTXT4	55909.00	19.62	17.39	40.12	28495.92	32150.09	13935.44
ENGTXT5	53418.00	19.06	16.81	38.47	28026.23	31777.51	13885.63
ENGTXT6	57835.00	20.21	17.50	41.43	28617.02	33048.57	13959.69
ENGTXT7	65639.00	22.93	20.33	46.79	28625.82	32286.77	14028.42
ENGTXT8	57438.00	20.21	17.50	41.21	28420.58	32821.71	13937.88
ENGTXT9	62512.00	21.71	19.31	44.63	28794.10	32372.86	14006.72
AVERAGE	55552.40	19.69	17.22	39.90	28178.13	32244.19	13918.73
TOTAL	555524.00	196.94	172.24	398.96	281781.33	322441.91	139187.25

V.32bis 14400 bps English compression files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
ENGTXT0	16431.00	11.87	10.67	13.23	13842.46	15399.25	12419.50
ENGTXT1	18265.00	13.12	11.77	14.61	13921.49	15518.27	12501.71
ENGTXT2	20263.00	14.29	12.69	15.94	14179.85	15976.69	12712.05
ENGTXT3	17165.00	12.31	10.93	13.75	13943.95	15704.48	12483.64
ENGTXT4	20471.00	14.41	12.79	16.15	14206.11	16005.47	12675.54
ENGTXT5	18765.00	13.42	11.85	14.89	13982.86	15835.44	12602.42
ENGTXT6	19123.00	13.57	12.06	15.15	14092.11	15856.55	12622.44
ENGTXT7	22223.00	15.54	13.85	17.44	14300.51	16054.49	12742.55
ENGTXT8	20381.00	14.33	12.87	16.09	14222.61	15836.05	12666.87
ENGTXT9	21194.00	14.89	13.46	16.91	14233.71	15745.91	12533.41
AVERAGE	19428.10	13.78	12.29	15.42	14092.57	15791.46	12596.01
TOTAL	194281.00	137.75	122.94	154.16	140925.67	157914.61	125960.13

Appendix 2-2. Experiment of Japanese files
V.32bis 14400 bps Japanese plain files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
TEST0	61249.00	21.76	19.53	44.88	28147.52	31361.50	13647.28
TEST1	60121.00	21.47	17.60	43.78	28002.33	34159.66	13732.53
TEST2	58336.00	21.15	18.90	42.61	27582.03	30865.61	13690.68
TEST3	56179.00	20.14	17.75	41.23	27894.24	31650.14	13625.76
TEST4	60122.00	21.25	17.82	43.95	28292.71	33738.50	13679.64
TEST5	68281.00	24.55	22.00	49.60	27813.03	31036.82	13766.33
TEST6	55047.00	19.65	16.01	40.56	28196.95	34607.75	13660.50
TEST7	55111.00	20.37	17.50	40.35	27054.98	31492.00	13658.24
TEST8	75148.00	27.14	24.32	54.62	27689.02	30899.67	13758.33
TEST9	77470.00	27.05	22.61	56.56	28639.56	34263.60	13696.96
AVERAGE	62742.40	22.45	19.40	45.81	27931.24	32407.52	13691.62
TOTAL	627424.00	244.53	194.04	458.14	279312.37	324075.23	136916.25

V.32bis 14400 bps Japanese compression files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
TEST0	23226.00	16.09	13.91	18.13	14435.05	16697.34	12810.81
TEST1	20260.00	14.21	12.75	15.95	14257.57	15890.20	12702.19
TEST2	21948.00	15.40	13.69	17.22	14251.95	16032.14	12745.64
TEST3	21288.00	14.87	13.60	16.75	14316.07	15652.94	12709.25
TEST4	20079.00	13.94	12.62	15.90	14403.87	15910.46	12628.30
TEST5	26574.00	18.06	16.45	20.31	14714.29	16154.41	13084.19
TEST6	15606.00	11.28	9.92	12.60	13835.11	15731.85	12385.71
TEST7	17399.00	12.40	11.06	13.92	14031.45	15731.46	12499.28
TEST8	30824.00	20.91	19.05	23.52	14741.27	16180.58	13105.44
TEST9	28461.00	19.34	17.30	21.69	14716.13	16451.45	13121.72
AVERAGE	22566.50	15.65	14.04	17.60	14370.28	16043.28	12779.26
TOTAL	225665.00	156.50	140.35	175.99	143702.76	160432.83	127792.55

Appendix 2-3. Experiment of NOAA APT image files
V.32bis 14400 bps NOAA APT files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
I15078	246272.00	96.95	83.02	174.23	25401.96	29664.18	14134.88
I25704	246272.00	117.19	111.62	174.97	21014.76	22063.43	14075.10
I15092	246272.00	104.19	96.96	174.93	23636.82	25399.34	14078.32
I25648	246272.00	83.44	78.55	172.56	29514.86	31352.26	14271.67
I25640	246272.00	99.30	94.56	173.33	24800.81	26043.99	14208.27
I15120	246272.00	100.75	95.40	174.33	24443.87	25814.68	14126.77
I15134	246272.00	104.14	98.85	173.56	23648.17	24913.71	14189.44
I15149	246272.00	116.50	112.08	174.34	21139.23	21972.88	14125.96
I25769	246272.00	102.33	96.78	174.53	24066.45	25446.58	14110.58
I25766	246272.00	109.95	105.99	174.84	22398.54	23255.40	14085.56
AVERAGE	246272.00	103.47	97.38	174.16	24006.55	25590.64	14140.66
TOTAL	2462720.00	1034.74	973.81	1741.62	240065.47	255906.44	141406.56

V.32bis 14400 bps compression NOAA APT files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
I15078	143416.00	90.77	85.94	103.65	15799.93	16687.92	13836.57
I25704	166409.00	104.96	98.56	120.00	15854.52	16884.03	13867.42
I15092	150100.00	94.93	89.87	108.38	15811.65	16701.90	13849.42
I25648	126590.00	80.86	75.75	91.65	15655.45	16711.55	13812.33
I25640	146973.00	92.82	88.00	106.23	15834.20	16701.48	13835.36
I15120	144696.00	92.77	88.38	106.12	15597.28	16372.03	13635.13
I15134	152140.00	96.04	90.99	110.01	15841.32	16720.52	13829.65
I15149	166904.00	96.00	91.00	109.88	17385.83	18341.10	15189.66
I25769	149268.00	94.28	89.35	107.75	15832.41	16705.99	13853.18
I25766	159530.00	100.70	95.81	115.35	15842.11	16650.66	13830.08
AVERAGE	150602.60	94.41	89.37	107.90	15945.47	16847.72	13953.88
TOTAL	1506026.00	944.13	893.65	1079.02	159454.70	168477.18	139538.79

Appendix 2-4. Experiment of MS-DOS execute files
V.32bis 14400 bps Execute files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
CALC	40720.00	19.11	16.67	47.30	21308.22	24427.11	8608.88
RECORDER	41872.00	18.28	16.00	30.54	22905.91	26170.00	13710.54
MSDOS	49216.00	21.78	19.91	35.63	22596.88	24719.24	13813.08
PROGMAN	56608.00	22.61	20.10	30.70	25036.71	28163.18	18439.09
CARDFILE	56656.00	24.60	22.55	40.89	23030.89	25124.61	13855.71
PIFEDIT	56824.00	23.52	21.38	41.06	24159.86	26578.11	13839.26
WXALSTW	57344.00	20.99	18.46	46.34	27319.68	31063.92	12374.62
CALENDER	65824.00	27.93	25.63	47.30	23567.49	25682.40	13916.28
GAIJEDIT	66048.00	26.45	23.75	47.22	24970.89	27809.68	13987.29
CUSTOM	64024.00	26.51	23.72	46.00	24150.89	26991.57	13918.26
AVERAGE	55513.60	23.18	20.82	41.30	23904.74	26672.98	13645.30
TOTAL	555136.00	231.78	208.17	412.98	239047.41	266729.84	136463.02

V.32bis 14400 bps compression MS-DOS execute files

File name	(byte)	Transfer time(s)			Effective data transfer rate(bps)		
	File size	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL	ZMODEM	YMODEM-g	NORMAL
CALC	22238.00	15.54	14.02	16.99	14310.17	15861.63	13088.88
RECORDER	20850.00	14.38	13.05	15.78	14499.30	15977.01	13212.93
MSDOS	25660.00	17.65	15.72	19.42	14538.24	16323.16	13213.18
PROGMAN	22232.00	15.32	13.92	16.91	14511.75	15971.26	13147.25
CARDFILE	28728.00	19.44	17.70	21.51	14777.78	16230.51	13355.65
PIFEDIT	25150.00	17.20	15.67	18.99	14622.09	16049.78	13243.81
WXALSTW	18686.00	13.27	11.93	14.42	14081.39	15663.03	12958.39
CALENDER	33958.00	22.74	20.75	25.27	14933.16	16365.30	13438.07
GAIJEDIT	22809.00	15.93	14.30	17.49	14318.27	15950.35	13041.17
CUSTOM	29809.00	20.15	17.39	22.26	14793.55	17141.46	13391.28
AVERAGE	25012.00	17.16	15.45	18.90	14538.57	16153.35	13209.06
TOTAL	250120.00	171.62	154.45	189.04	145385.70	161533.49	132090.61