

## 陸上基地局と移動局間の4800 bps および 9600 bps による高速データ伝送実験

小妻 勝, 高山 久明, 山口 恭弘

### The Experiment of High-Speed Data Transfer on 4800 bps and 9600 bps between Land Base Station and Land Mobile Station

Masaru KOZUMA, Hisaaki TAKAYAMA and Yasuhiro YAMAGUCHI

Recently, the necessity of exchange information by a radio line between a land base station and mobile station is increasing to improve efficiency of business. The data transmission used by a radio line has the merit that the information sent from a moving station can be received directly and quickly. An electric wave, however, is apt to be influenced by own quality and the condition of atmosphere. Since the radio channel numbers are also limited, the transferring speed should be as quick as possible.

Thus, this experiment was carried out by using an amateur radio dual transceiver of 144 MHz and 430 MHz band, CCITT V.42 bis MODEM with 4800 bps and 9600 bps.

We were able to exchange the information between the land base station and mobile station by radio line using English and Japanese character files, NOAA APT files and MS-DOS exec. files. Although the distance between one station and another is only 5 km in this experiment, we were able to get excellent result in case of transferring speed 9600 bps. If the antenna of land base station is located at suitable position, a zone of communication can be expanded.

**Key words :** 陸上基地局 Land base station; 陸上移動局 Land mobile station;  
データ伝送 Data transmission; 無線回線 Radio line;  
モデム MODEM.

近年, 多くの業務用移動局と基地局あるいは移動局間で音声による情報交換が行われ業務の高能率化に貢献している。このほかに文字, 画像, その他のファイルなどのデータを伝送することによりさらに能率を高めようとするニーズが高まってきた。

しかし無線回線でのデータ伝送は有線回線での伝送と異なり電波の質, 混信, 通信路の異常伝搬など外的影響を受けやすい。また使用するチャンネルに限りがあり, 電波資源を有効に活用するためには, より低コストの装置を用いて狭帯域幅で高速のデータ伝送が可能な通信方式が理想的と思われる。

そこで今回は, 一般に市販されている 144MHz

帯および 430MHz 帯のアマチュア無線用トランシーバを使用して CCITT V.42 bis のモデムで, 4800 bps および 9600 bps での高速データ伝送実験を陸上移動局と基地局との間で試みた。その効率性と問題点に関して 2・3 の知見を得たので報告する。

#### 機材および方法

##### 1. ハードウェアおよびソフトウェア

実験に使用した機材, 型式および製造社名を Table 1 に示す。また, Table 2 にデータ送受信用のトランシーバ FT-4600 の仕様の概要<sup>1)</sup>を示して

**Table 1.** Equipment and Maker

Equipment & Software	Land base station(JH6ZMR)	Land mobile station(JA6DZX)	Maker
Transceiver	FT-4600	FT-4600	Yaesu
Personal computer	PC-286VS	PC-9801NA	NEC
Display	PC-TV451	NEC	NEC
High-speed MODEM	PCLINK 296EX	PCLINK 296EX	OKI
Hard disk unit	ES-170	LHD-NS130	Logitech
Printer	PC-201H	BJ-10v	Cannon
Hybrid transformer	NNE-196A	NNE-196A	JRC
Communication software	ESterm2+	ESterm2+	ASCII
File compression tool	LH.exe	LH.exe	Freeware

**Table 2.** Specifications of FT-4600 Transceiver

Frequency range	144~146MHz 430~440MHz 5/10/12.5/15/20/25/50kHz Step
Modes	F3(FM)
Antenna	50Ω Unbalanced M Type Connector(within Antenna Duplexer)
Frequency stability	±5ppm(-5~+50°C)
Ambient temperature	-20~+50°C
Power supply	DC 13.8V±15% (negative-grounded)
Current	Receiving (none signal) 144MHz, 430MHz band 600mA Transmitting 144MHz 3.0A, 430MHz 3.5A
Weight	0.9kg
RF output power	144MHz band high 10W low 1W 430MHz band high 10W low 1W
Modulation	Reactance Modulation
Frequency shift	±5kHz
Spurious emission	-60dB or less
Occupied bandwidth	within 16kHz
Distortion	3% or less(70% modulation)
Microphone impedance	600~10kΩ
Receiver Circuit	Double Conversion Superheterodyne
1st intermediate Freq.	144MHz band 17.7MHz 430MHz band 21.7MHz
2nd intermediate Freq.	144MHz, 430MHz band 455kHz
Sensitivity	0.16μV @ SINAD 12dB
Selectivity	12kHz or more / -6dB 24kHz or less / -60dB
AF output	3W or more (4Ω Load TND 5%)
AF output impedance	4~16Ω (inside 8Ω)

いる。

## 2. 実験システムの構成

### (1) システムの構成

Fig. 1 に無線伝送実験システムの構成を示す。このシステムは陸上基地局 (JH6ZMR局) と同移動局 (JA6DZX局) とで構成されている。陸上基地局において、端末機器のマイクロコンピュータの RS-232C 端子に CCITT 勧告 V. 42bis モデム<sup>2)</sup>を接続している。このモデムの出力は、有線用の 2 線式であるが、無線機に接続するためハイブリッドトランスを使用して 4 線式に変換した。また、ト

ランスのデータ入力 (DATA IN) 端子をトランシーバの 430MHz 帯のパケット通信用のデータ入力端子に接続し、データの出力 (DATA OUT) 端子には 144MHz 帯の受信出力を接続する方式を採用している。このように一本のアンテナで同時に送受信ができることが必要で、内蔵デュプレクサを介し垂直アンテナに給電してデータの伝送を行った。

次に移動局はトランシーバを車載して行っているが、受信周波数は 430MHz 帯、送信周波数は 144MHz 帯である。ここでデータ端末機器としてノート型パソコンを使用するほかは陸上基地局と同じ構成である。

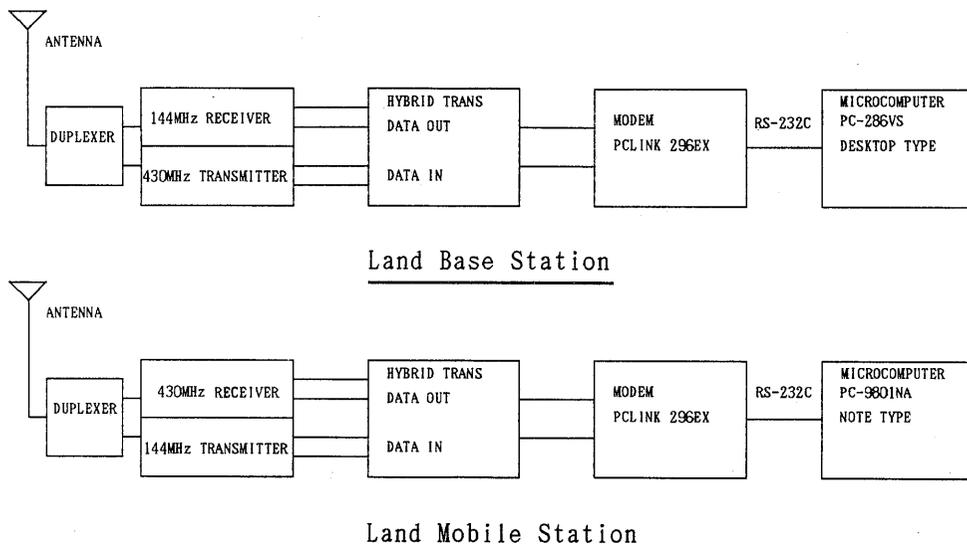


Fig.1. The block diagram of experiment system.

(2) 実験局の位置

陸上基地局は長崎県西彼杵郡琴海町1-14に設置し、移動局は長崎県民の森の三方山(標高約409m)付近に設置(停車)してデータの送受信を行った。実験局間の直線距離はおよそ 5kmである。

(3) データ送信用モデムの設定

陸上基地局および移動局のモデムの設定は以下の通りである。

① シリアルポート

調歩同期式無手順	
DTE スピード	19200 bps.
データ長	8 bit
ストップビット長	1 bit
フロー制御	RS/CS 制御
Sパラ	なし
パリティ	なし
漢字コード	シフト JIS

② モデムポート

データ圧縮モード	ON : V. 42 bis
通信モード	オートリライアブル : LAP-MNP
通信速度	4800,9600 bps
フロー制御	ON
最大ブロックサイズ	256

(4) 実験に使用した伝送用データの種類の

実験に使用した伝送用データの種類の種類としては前報告<sup>3)</sup>と同一の英文平文ファイル, 和文平文ファイル, NOAA 画像データおよび MS-DOS exec.ファイル

を使用した。

3. 実験および解析の方法

(1) 陸上基地局と移動局間のデータ伝送時間の測定

パソコン通信用ソフト(ESTERM2+)の ZMODEM プロトコル<sup>4)</sup>を使用して前述の実験用データを陸上移動局へ送信した。また、移動局では受信したデータをファイル名を変えて陸上基地局に送り返した。以上の各実験毎の伝送時間をストップウォッチで測定しその平均時間を計測した。ここでモデムポートの通信速度は、4800 bps および9600 bps である。

(2) 送受信ファイルのエラーチェック

実験後基地局と移動局の送信ファイルを MS-DOS ユーティリティ FC.EXE<sup>5)</sup>により送受信ファイルの比較をし、伝送中のエラーがないか否かをチェックした。

(3) データ伝送速度 (Data transfer rate)

無線回線でのデータ伝送速度  $D_s$ (bps) は次式を用いた。

$$D_s(\text{bps}) = \frac{B_e(\text{byte})}{T_r(\text{s})} \dots\dots(1)$$

ただし、ここで  $B_e$  は各ファイルのサイズ、 $T_r$  は伝送時間である。

結果および考察

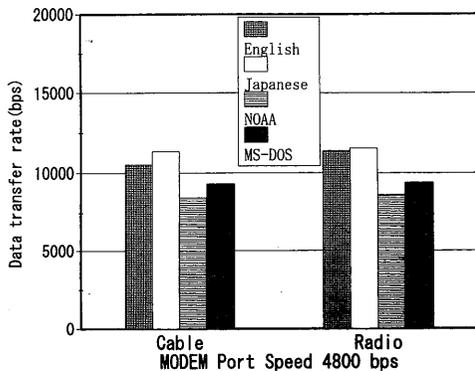
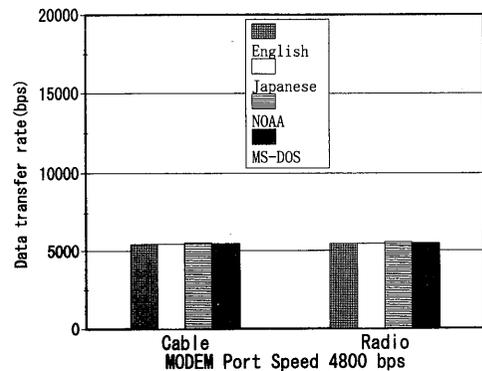
無線回線と有線回線(以後無線, 有線と記述)での各種データの伝送時間および伝送速度等に関する

**Table 3.** Comparison of transfer time and data transfer rate of each none compression file on 4800 bps with the telephone cable and the FM radio transceiver CCITT V. 42 bis MODEM

Sort of Files (none compression)	Transfer Time(s)		Data Transfer Rate(bps)	
	Cable	Radio	Cable	Radio
English	53.27	48.91	10510.48	11362.89
Japanese	55.88	55.01	11338.75	11526.78
NOAA APT	295.63	288.98	8438.40	8624.77
MS-DOS exec.	59.80	59.29	9297.74	9380.30

**Table 4.** Comparison of transfer time and data transfer rate of each compression file on 4800 bps with the telephone cable and the FM radio transceiver CCITT V. 42 bis MODEM

Sort of Files (compression)	Transfer Time(s)		Data Transfer Rate(bps)	
	Cable	Radio	Cable	Radio
English	35.65	35.55	5447.43	5463.72
Japanese	41.27	41.14	5463.15	5480.15
NOAA APT	288.47	287.25	5530.23	5553.70
MS-DOS exec.	45.62	15.50	5478.40	5493.40

**Fig. 2.** Comparison of data transfer rate of each none compression file on 4800 bps with the telephone cable and the radio transceiver.**Fig. 3.** Comparison of data transfer rate of each compression file on 4800 bps with the telephone cable and the radio transceiver.

実験の詳細は Appendix 1-1~2-4 に示した。

これらの実験からおおよそ次のことが言える。すなわち市販のアマチュア無線用トランシーバのパケット通信用端子を用い、通信距離約 5kmにおいて行った実験であるが、混信なしの状態において有線を使用して行ったデータ伝送とほぼ同等のエラーフリーの高速データ伝送が可能であることが判った。また、データ伝送速度、非圧縮データと圧縮データの比率、実効速度等は有線の場合<sup>3)</sup>とほぼ変わらない結果が得られた。そこで、以下では有線と無線でのデータ伝送速度の比較、無線において非圧縮および圧縮データによる伝送時間を比較した結果並びに実験過程

で生じた問題点などを示す。

### 1. 無線 (Radio) と有線 (Cable) の伝送速度の比較

Fig. 2 に非圧縮データでの有線と無線の各ファイルとデータ伝送速度との関係を示す。また、有線と無線別の非圧縮データおよび圧縮データの伝送効率  $R_1$  (%) は次式のように示される。

$$R_1(\%) = \frac{\text{Radio}(s)}{\text{Cable}(s)} \times 100 \dots (2)$$

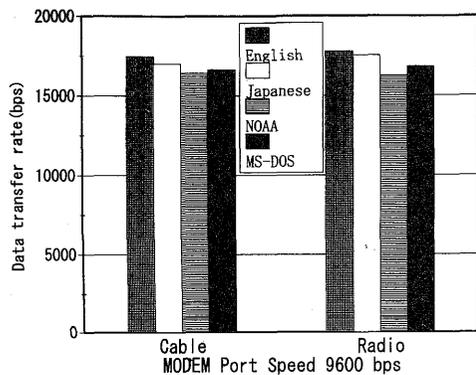
ただし、Radio は無線での各ファイルの伝送時間、Cable は有線での各ファイル伝送時間である。

**Table 5.** Comparison of transfer time and data transfer rate of each none compression file on 9600 bps with the telephone cable and the FM radio transceiver CCITT V. 42 bis MODEM

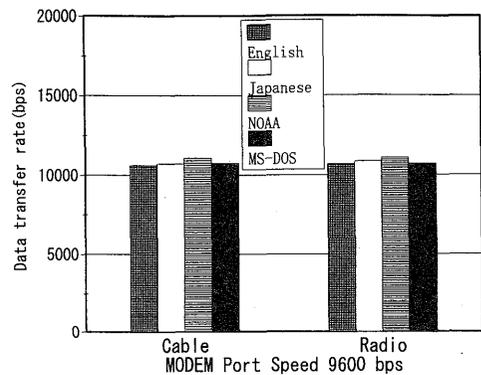
Sort of Files (none compression)	Transfer Time(s)		Data Transfer Rate(bps)	
	Cable	Radio	Cable	Radio
English	31.88	31.26	17451.13	17770.74
Japanese	37.07	35.77	16990.88	17528.09
NOAA APT	150.80	152.79	16401.73	16205.69
MS-DOS exec.	33.36	32.99	16637.27	16797.79

**Table 6.** Comparison of Transfer time and data transfer rate of each compression file on 9600 bps with the telephone cable and the FM radio transceiver CCITT V. 42 bis MODEM

Sort of Files (compression)	Transfer Time(s)		Data Transfer Rate(bps)	
	Cable	Radio	Cable	Radio
English	18.27	18.18	10621.45	10678.59
Japanese	21.01	20.79	10727.64	10855.97
NOAA APT	135.97	135.86	11075.74	11085.44
MS-DOS exec.	23.22	23.32	10768.70	10711.13



**Fig.4.** Comparison of data transfer rate of each none compression file on 9600 bps with the telephone cable and the radio transceiver.



**Fig.5.** Comparison of data transfer rate of each compression file on 9600 bps with the telephone cable and the radio transceiver.

(1) モデムポート速度4800 bps の場合

①非圧縮データの場合, Table 3 と式(2)より英文平文で108.9%で無線での伝送速度が9%程度速い。日本文平文で101.6%, NOAA 画像102.3%, MS-DOS exec. ファイル100.1%であり, いずれの場合でも無線伝送の速度がやや速い。

②同様の圧縮データ Fig. 3では, Table 4 と式(2)よりそれぞれ100.3%,100.3%,100.4%および100.3%で有線, 無線の伝送速度の差はわずかである。

(2) モデムポート速度9600 bps の場合

非圧縮データでの有線と無線の各ファイルとデータ伝送速度との関係を Fig. 4 に示す。また同様の伝送速度を Table 5 に示す。前述と同様, 有線と無線の速度比は, 英文平文で101.9%で, 無線での伝送速度が1.9%程度速い。また, 日本文平文で103.6%, NOAA 画像で98.7%, MS-DOS exec. ファイルで101.1%であり, NOAA 画像ファイルを除けば無線伝送の速度が1~4%程度速い。

次に圧縮データでの場合を Fig. 5 と Table 6 に示している。これは同様にそれぞれ100.5%, 100.1%, 100.1%および99.6% となり, 有線, 無線

の伝送速度の差は 4800 bps 同様わずかである。

2. 無線回線での非圧縮データおよび圧縮データの伝送時間の比較

無線での非圧縮データおよび圧縮データの伝送効率  $R_2(\%)$  は次式の様に示される。

$$R_2(\%) = \frac{N(s)}{C(s)} \times 100 \dots (3)$$

ただし,  $N(s)$  は非圧縮データ伝送速度,  $C(s)$  は圧縮データ伝送速度である。

(1) モデムポート速度 4800 bps

Table 3,4 の非圧縮と圧縮データの伝送時間を比較すると圧縮データの方が伝送時間を短縮できる。式(3)の比較式より圧縮データの伝送効率は, 英文で 137.6%, 和文で 133.7%, NOAA 画像で 101.0%, MS-DOS exec. で 130.3% である。このように非圧縮データより圧縮データが伝送時間を短縮できる。このことからデータを伝送前に圧縮すると, NOAA 画像データ以外では同一伝送時間で約 1.3~1.4 倍のデータを伝送する事が可能である。

(2) モデムポート速度 9600 bps

Table 5,6 から同じく非圧縮と圧縮データの伝送時間を比較すると, 英文 171.9%, 和文 172.1%, NOAA 画像 112.5%, MS-DOS exec. 141.47% となり, 4800 bps の時よりも圧縮ファイルの伝送時間短縮の効果は大きく, 前述同様に効率の悪い NOAA 画像を除くと同一伝送時間で非圧縮ファイルの 1.4 倍 (バイナリーファイル) ~1.7 倍 (アスキーファイル) のデータ量を伝送できる。

3. 送受信時での障害など

本実験中, 10分程度連続でデータ伝送を行うと送受信制御部に使用しているマイクロコンピュータが暴走しデータの伝送が中断されることがあった。この原因としてはトランシーバ送信部終段トランジスタの発熱によりシャーシ内部温度が上昇したためと考えられる。また, この現象の防止策には, 送信部の冷却用ヒートシンクを大きくすることや, 送風機などをつけ強制空冷を行う必要があると思われる。

以上のことから, 無線でのデータ伝送は, チャンネル占有時間を短くすることや送受信制御部における加熱防止をすることで故障を防ぐことが可能と思われる。また, 限られたチャンネルを有効に使用するためには圧縮ファイルを 9600 bps のモデムポート速度で伝送する方がより効率的であると考えられる。

## 要 約

移動局でのデータ伝送は, 現在携帯電話を用いて 2400bps の通信速度で行われているがまだ一般的でない。また, このような携帯電話は有線回線と異なり電波を使用しているためチャンネル数に限りがある。今回の実験では, アマチュア無線用トランシーバを使用して電波法で定められた電波の周波数帯の範囲内で CCITT V.42 bis モデムを使用して種々のデータファイルについて高速データ実験を試み, このような移動局とのデータ伝送の可能性を検討した。

この結果, 実験を行った長崎県では他県にくらべ当該周波数帯の使用頻度が低く, そのため混信による影響をほとんど受けることなく有線回線使用時と同様の感覚で和文平文, 欧文平文, NOAA 画像データファイルおよび MS-DOS exec. ファイルを双方向でデータ伝送ができることが判った。また, 伝送速度については 4800bps より 9600bps が, ファイルについては非圧縮ファイルより圧縮ファイルの方が有線使用の場合と同様により効率的であることが判った。さらにこのようなデータの伝達方式は, 一般の公衆携帯電話と異なり復信用のトランシーバを持つことにより電話料金がかからないという利点もある。

また, 実験に使用した周波数帯は理論的には可視距離伝搬であり伝達距離が比較的短い。しかし, このような可視距離伝搬の周波数帯であっても電波の混信を受けない周波数帯を用いて, 基地局をなるべく標高の高い山などに設置するかアマチュア無線と同様にレピーターなどを設置することで, サービスエリアを拡大することが可能と思われる。なお, 今回の実験では基地局のロケーションの関係で通信距離は約 5 km であった。

## 参 考 文 献

- 1) 八重洲無線株式会社営業部編: FT-4600取扱説明書, 八重洲無線株式会社, 東京, 1992, pp.56-60.
- 2) 沖電気工業株式会社伝送事業部編: PCLINK 296EX ユーザーズマニュアル, 沖電気工業株式会社, 東京, 1992, pp.126-127.
- 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の構築におけるモデムの評価実験, 長崎大学水

- 産学部研究報告, 72,13-14(1991).
- 4) 株式会社アスキー編: ESterm 2 + ユーザーズマニュアル, 株式会社アスキー, 東京, 1990, pp.238-239.
  - 5) セイコーエプソン株式会社編: MS-DOS リファレンスマニュアル, セイコーエプソン株式会社, 東京, 1989, pp.100-101.

Appendix 1-1. Experiment of English files. V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps English plain files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ENGTXT1	48779.0	44.66	44.53	10922.30	10954.19
ENGTXT2	55345.0	49.98	50.00	11073.43	11069.00
ENGTXT3	49928.0	52.03	41.71	9596.00	11970.27
ENGTXT4	55909.0	49.82	50.24	11222.20	11128.38
ENGTXT5	53418.0	48.42	49.05	11032.22	10890.52
ENGTXT6	57835.0	59.58	48.50	9707.12	11924.74
ENGTXT7	65639.0	68.12	58.73	9635.79	11176.40
ENGTXT8	57438.0	62.45	51.51	9197.44	11150.84
ENGTXT9	62512.0	53.45	51.11	11695.42	12230.87
ENGTXT0	48721.0	44.20	43.76	11022.85	11133.68
TOTAL	555524.0	532.71	489.14	105104.76	113628.91
AVERAGE	55552.40	53.27	48.91	10510.48	11362.89

V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps English compression files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ENGTXT1	18265.0	33.52	34.00	5448.99	5372.06
ENGTXT2	20263.0	37.19	36.88	5448.51	5494.31
ENGTXT3	17165.0	31.57	31.35	5437.12	5475.28
ENGTXT4	20471.0	37.01	37.47	5531.21	5463.30
ENGTXT5	18765.0	34.44	34.29	5448.61	5472.44
ENGTXT6	19123.0	34.97	35.16	5468.40	5438.85
ENGTXT7	22223.0	40.53	40.37	5483.10	5504.83
ENGTXT8	20381.0	37.51	37.44	5433.48	5443.64
ENGTXT9	21194.0	38.75	38.49	5469.42	5506.37
ENGTXT0	16431.0	30.97	30.06	5305.46	5466.07
TOTAL	194281.0	356.46	355.51	54474.30	54637.15
AVERAGE	19428.10	35.65	35.55	5447.43	5463.72

Appendix 1-2. Experiment of Japanese files. V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps Japanese plain files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ZENTEST1	60121.0	51.56	50.56	11660.40	11891.02
ZENTEST2	58336.0	55.42	54.85	10526.16	10635.55
ZANTEST3	56179.0	51.83	51.03	10839.09	11009.01
ZANTEST4	60122.0	49.82	48.95	12067.84	12282.33
ZANTEST5	68281.0	65.24	64.30	10466.13	10619.13
ZENTEST6	55407.0	40.77	40.09	13590.14	13820.65
ZENTEST7	55111.0	47.41	46.21	11624.34	11926.21
ZENTEST8	75148.0	72.33	71.83	10389.60	10461.92
ZENTEST9	77470.0	66.65	65.66	11623.41	11798.66
ZENTEST0	61249.0	57.78	56.59	10600.38	10823.29
TOTAL	627424.0	558.81	550.07	113387.49	115267.77
AVERAGE	62742.40	55.88	55.01	11338.75	11526.78

V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps compression Japanese compression files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ZENTEST1	20260.0	37.05	36.89	5468.29	5492.00
ZENTEST2	21948.0	39.79	40.00	5515.96	5487.00
ZANTEST3	21288.0	39.19	38.78	5432.00	5489.43
ZANTEST4	20079.0	36.88	36.91	5444.41	5439.99
ZANTEST5	26574.0	48.28	48.32	5504.14	5499.59
ZENTEST6	15606.0	28.69	28.85	5439.53	5409.36
ZENTEST7	17399.0	32.00	31.81	5437.19	5469.66
ZENTEST8	30824.0	55.98	55.97	5506.25	5507.24
ZENTEST9	28461.0	51.62	51.69	5513.56	5506.09
ZENTEST0	23226.0	43.25	42.22	5370.17	5501.18
TOTAL	225665.0	412.73	411.44	54631.50	54801.54
AVERAGE	22566.50	41.27	41.14	5463.15	5480.15

## Appendix 1-3. Experiment of NOAA APT files. V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps NOAA APT files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
I15078.DAT	24672.0	274.70	273.95	8965.13	8989.67
I25704.DAT	24672.0	334.95	333.82	7352.50	7377.39
I05092.DAT	24672.0	329.13	293.11	7482.51	8402.03
I25648.DAT	24672.0	230.15	230.39	10700.50	10689.35
I25640.DAT	24672.0	278.39	277.12	8846.46	8886.84
I15120.DAT	24672.0	279.38	279.65	8814.95	8806.84
I15134.DAT	24672.0	293.00	256.25	8405.19	9610.61
I15149.DAT	24672.0	332.79	332.79	7400.22	7400.22
I25789.DAT	24672.0	287.79	300.36	8557.35	8199.23
I25766.DAT	24672.0	313.35	312.31	7859.33	7885.50
TOTAL	246720.0	2953.63	2889.75	84383.97	86247.68
AVERAGE	24672.0	295.36	288.98	8438.40	8624.77

## V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps compression NOAA APT files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
I15078.DAT	143416.0	258.50	258.31	5548.01	5552.09
I25704.DAT	166409.0	309.45	299.84	5377.57	5549.93
I05092.DAT	150100.0	270.24	270.35	5554.32	5552.06
I25648.DAT	126590.0	247.42	227.99	5116.40	5552.44
I25640.DAT	146973.0	274.24	264.87	5359.28	5548.87
I15120.DAT	144696.0	260.29	264.15	5559.03	5477.80
I15134.DAT	152140.0	273.59	273.67	5560.88	5559.25
I15149.DAT	166904.0	301.07	373.74	5543.69	6097.17
I25789.DAT	149268.0	268.48	366.40	5559.74	5603.15
I25766.DAT	159530.0	288.47	287.25	5530.21	5553.70
TOTAL	1506026.0	2751.75	2686.57	54709.14	56046.46
AVERAGE	150602.6	275.18	268.66	5470.91	5604.65

## Appendix 1-4. Experiment of MS-DOS exec. files. V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps exec. files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
CALC	40720.0	50.12	50.15	8124.50	8119.64
RECORDER	41872.0	47.61	47.43	8794.79	8828.17
MSDOS	49216.0	57.81	57.36	8513.41	8580.20
PROGMANM	56608.0	55.17	55.00	10260.65	10292.36
CARDFILE	56656.0	65.81	65.60	8609.03	8636.59
PIFEDIT	56824.0	61.78	61.29	9197.80	9271.33
WXALSTW	57344.0	51.53	50.73	11128.27	11303.77
CALENDAR	65824.0	75.17	74.63	8756.68	8820.05
GAIJEDIT	66048.0	64.20	62.51	10287.85	10565.99
CUSTOM	64024.0	68.81	68.22	9304.46	9384.93
TOTAL	555136.0	598.01	592.29	92977.44	93803.03
AVERAGE	55513.60	59.80	59.23	9297.74	9380.30

## V.42 bis &amp; MNP Class 5 4800 bps compression exec. files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
CALC	22238.0	40.76	40.76	5455.84	5455.84
RECORDER	20850.0	38.06	37.79	5478.19	5517.33
MSDOS	25660.0	46.54	46.53	5513.54	5508.80
PROGMANM	22232.0	40.66	40.66	5467.78	5467.78
CARDFILE	28728.0	52.19	51.98	5504.50	5526.74
PIFEDIT	25150.0	45.66	45.72	5508.10	5500.87
WXALSTW	18686.0	34.53	34.34	5411.53	5541.47
CALENDAR	33958.0	61.00	61.26	5566.89	5543.26
GAIJEDIT	22809.0	41.89	41.72	5444.97	5467.16
CUSTOM	29809.0	54.87	54.21	5432.66	5498.80
TOTAL	250120.0	456.16	454.97	54784.00	54933.98
AVERAGE	25012.00	45.62	45.50	5478.40	5493.40

Appendix 2-1. Experiment of English files. V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps English plain files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ENGTX1	48779.0	27.46	27.43	17763.66	17783.08
ENGTX2	55345.0	31.22	31.15	17727.42	17767.26
ENGTX3	49928.0	28.02	27.81	17818.70	17953.25
ENGTX4	55909.0	31.38	31.80	17816.76	17581.45
ENGTX5	53418.0	29.89	30.10	17871.53	17746.84
ENGTX6	57835.0	32.47	32.46	17811.83	17817.31
ENGTX7	65639.0	36.59	36.87	17939.05	17802.82
ENGTX8	57438.0	32.34	32.26	17760.67	17804.71
ENGTX9	62512.0	35.19	35.06	17764.14	17830.01
ENGTX0	48721.0	34.22	27.65	14237.58	17620.61
TOTAL	555524.0	318.78	312.59	174511.33	177707.35
AVERAGE	55552.40	31.88	31.26	17451.13	17770.74

V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps English compression files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ENGTX1	18265.0	17.00	18.05	10744.12	10119.11
ENGTX2	20263.0	19.03	18.58	10647.92	10905.81
ENGTX3	17165.0	17.26	16.46	994.96	10428.31
ENGTX4	20471.0	17.89	18.47	11442.71	10923.69
ENGTX5	18765.0	17.45	17.37	10753.58	10803.11
ENGTX6	19123.0	17.91	18.22	10677.28	10495.61
ENGTX7	22223.0	20.51	20.52	10835.20	10829.92
ENGTX8	20381.0	18.89	19.00	10789.31	10726.84
ENGTX9	21194.0	19.75	19.51	10731.14	10863.15
ENGTX0	16431.0	17.03	15.37	9648.27	10690.31
TOTAL	194281.0	182.72	181.82	106214.48	106785.87
AVERAGE	19428.10	18.27	18.18	10621.45	10678.59

Appendix 2-2. Experiment of Japanese files. V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps Japanese plain files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ZANTEST1	60121.0	34.48	34.20	17436.48	17579.29
ZANTEST2	58336.0	43.95	33.36	13273.27	17486.81
ZANTEST3	56179.0	32.98	31.96	17034.26	17561.43
ZANTEST4	60122.0	33.31	34.47	18049.23	17441.83
ZANTEST5	68281.0	38.88	39.06	17561.99	17481.05
ZANTEST6	55407.0	31.51	31.74	17583.94	17456.52
ZANTEST7	55111.0	33.00	31.63	16700.30	17423.65
ZANTEST8	75148.0	42.74	41.81	17582.59	17973.69
ZANTEST9	77470.0	44.12	43.85	17558.93	17667.05
ZANTEST10	61249.0	35.76	35.59	17127.80	17209.61
TOTAL	627424.0	370.73	357.70	169908.80	175280.88
AVERAGE	62742.40	37.07	35.77	16990.88	17528.09

V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps Japanese compression files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput (bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
ZANTEST1	20260.0	18.92	18.00	10708.25	11255.56
ZANTEST2	21948.0	20.35	19.96	10785.26	10955.99
ZANTEST3	21288.0	19.61	19.87	10855.69	10713.64
ZANTEST4	20079.0	18.60	18.63	10795.16	10777.78
ZANTEST5	26574.0	24.56	24.87	10820.03	10698.07
ZANTEST6	15606.0	14.67	14.57	10638.04	10711.05
ZANTEST7	17399.0	16.40	16.15	10609.15	10773.37
ZANTEST8	30824.0	28.14	28.47	10953.80	10826.84
ZANTEST9	28461.0	26.37	25.97	10792.95	10959.18
ZANTEST10	23226.0	22.51	21.41	10318.08	10848.20
TOTAL	225665.0	182.72	207.87	107276.40	108559.68
AVERAGE	22566.50	18.27	20.79	10727.64	10855.97

## Appendix 2-3. Experiment of NOAA APT files. V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps NOAA APT files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
I15078.DAT	246272.0	141.56	140.05	17397.00	17504.58
I25704.DAT	246272.0	167.10	170.36	14738.00	14455.98
I05092.DAT	246272.0	151.61	152.01	16243.78	16201.04
I25648.DAT	246272.0	135.29	136.08	18203.27	18097.59
I25640.DAT	246272.0	143.36	143.56	17178.57	17154.64
I15120.DAT	246272.0	149.18	165.73	16508.38	14859.83
I15134.DAT	246272.0	149.31	149.20	16494.01	16506.17
I15149.DAT	246272.0	166.92	166.07	14753.89	14829.41
I25789.DAT	246272.0	145.53	146.56	16922.42	16803.49
I25766.DAT	246272.0	158.09	158.23	15577.96	15564.18
TOTAL	2462720.0	1507.95	1527.85	164017.29	162056.90
AVERAGE	246272.0	150.80	152.79	16401.73	16205.69

## V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps compression NOAA APT files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
I15078.DAT	143416.0	130.47	131.02	10992.26	10946.12
I25704.DAT	166409.0	150.24	150.64	11076.21	11046.80
I05092.DAT	150100.0	135.50	132.02	11077.49	11369.49
I25648.DAT	126590.0	114.13	114.86	11091.74	11021.24
I25640.DAT	146973.0	132.43	133.03	11098.17	11048.11
I15120.DAT	144696.0	130.44	130.36	11092.92	11099.72
I15134.DAT	152140.0	137.26	137.22	11084.07	11087.31
I15149.DAT	166904.0	150.12	150.76	11118.04	11070.84
I25769.DAT	149268.0	134.53	133.72	11095.52	11162.73
I25766.DAT	159530.0	144.62	145.00	11030.98	11002.07
TOTAL	1506026.0	1359.74	1358.63	110757.39	110854.42
AVERAGE	150602.60	135.97	135.86	11075.74	11085.44

## Appendix 2-4. Experiment of MS-DOS exec. files. V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps exec. files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
CALC	40720.0	27.02	26.58	15070.32	15319.79
RECORDER	41872.0	25.04	24.77	16722.04	16904.32
MSDOS	49216.0	29.80	29.82	16515.44	16504.36
PROGMANM	56608.0	32.41	32.67	17466.21	17327.21
CARDFILE	56656.0	34.31	34.37	16512.97	16484.14
PIFEDIT	56824.0	32.84	32.87	17303.29	17287.50
WXALSTW	57344.0	32.76	32.82	17504.27	17472.27
CALENDAR	65824.0	38.47	38.49	17110.48	17101.58
GAIJEDIT	66048.0	42.09	38.67	15692.09	17079.91
CUSTOM	64024.0	38.86	38.81	16475.55	16496.78
TOTAL	555136.0	333.60	329.87	166372.66	167977.86
AVERAGE	55513.60	33.36	32.99	16637.27	16797.79

## V. 42 bis &amp; MNP Class 5 9600 bps compression exec. files

File name	(byte) File size	Sent time(s)		Throughput(bps)	
		CABLE	RADIO	CABLE	RADIO
CALC	22238.0	20.58	20.63	10805.64	10779.45
RECORDER	20850.0	19.24	19.79	10836.80	10535.62
MSDOS	25660.0	23.76	23.57	10799.66	10886.72
PROGMANM	22232.0	20.62	21.03	10781.77	10571.56
CARDFILE	28728.0	26.51	26.58	10836.67	10848.13
PIFEDIT	25150.0	22.97	23.76	10949.06	10585.02
WXALSTW	18686.0	17.70	17.73	10557.06	10539.20
CALENDAR	33958.0	30.86	31.18	11003.89	10890.96
GAIJEDIT	22809.0	21.20	21.09	10758.96	10815.08
CUSTOM	29809.0	28.78	27.86	10357.54	10699.57
TOTAL	250120.0	232.22	233.22	107687.05	107111.30
AVERAGE	25012.00	23.22	23.32	10768.71	10711.13