

パソコン通信の情報関係教育への適用と 通信速度評価実験

加藤 芳 信*・堀 内 豊 司*

Applications of the Personal Computer Communication to the Education of Computer Science and Experiments for the Evaluation of Data Transmission Speed

Yoshinobu KATO ・ Toyoji HORIUCHI

A personal-computer-based BBS for the education is constructed by utilizing an ISDN-PBX network of the campus LAN system in Fukui University of Technology. The personal computer communication by using the BBS is applied to the education of computer science, as shown in chapters 2 and 3. The effective transmission speed in the personal computer communication is evaluated by varying the conditions: BBS host computer(PC-9801M, PC-9801DA2), BBS terminal(PC-9801LV22, PC-286U, PC-9801RA21), ISPT(ISDN 9600bps, 19200bps) or MODEM(2400bps, 14400bps), the protocol of transmission(MNP class 4, MNP class 5, CCITT V.42bis), and the protocol of binary file transmission(X-MODEM, Y-MODEM, Quick-VAN), as shown in chapters 4 and 5.

1. まえがき

最近、幾つかの大学において、コンピュータ・リテラシー教育あるいは専門的なネットワーク教育の一環として、パソコン通信やUNIX系電子メールが教育に活用されている[1-11]。筆者（加藤）は、従来より電気工学科において情報・コンピュータ関係の科目を担当している。その1つである「情報工学Ⅰ」（3年次前期、週1コマ、選択2単位、但し情報処理コースのみ必修）は、内容がデータ通信（オンライン情報処理技術者試験にも対応可能）である。CSMA/CD方式LANを始めとする各種LANの形態・構成・プロトコル等については、コンピュータだけの世界であることもあり、2年次のFORTRAN実習時に使用した富士通のDSLINK[12]等を例にあげることで、学生は具体的なイメージを持てる様である。しかし、回線交換やパケット交換ネットワーク、ISDN等の形態・構成・プロトコル等については、コンピュータと通信が融合した世界であることもあり、昨年度までは、電話機を例にあげるものの、殆どの学生はコンピュータ通信としての使用経験がないため、具体的イメージに乏しい様であった。そこで、今年度（平成5年度）は、リテラシー教育ならびに専門的なネットワーク教育を補完する目的で、平成2年度文部省補助により導入された「学内LANシステム」[13]のISDN対応デジタルPBXのネットワークを利用して、パソコンによる教育用学内BBS（Bulletin Board System：電子掲示板システム）を設置し、パソコン通信を教育（情報関係教育）に取り入れた[14]。

本論文では、教育の実践例の紹介と、その後に行った通信速度評価実験の結果を示し、参考に供したい。なお、用語の説明は、文献[12]および[13]の付録、並びに、本論文の付録を参照されたい。

2. 教育用学内BBSの概要

図1に、教育用学内BBSの概念図を示す。BBSホストコンピュータ（6号館5階第1ホスト計算機室に設置した）はNECのPC-9801M（MPU:8086, Clock:8MHz, RAM:640KB, 5インチ2HDフロッピー:2ドライブ）であり、40MBハードディスク（キャラベルデータシステムのCA-44LG）が外付けされている【写真1参照】。通信基板はビジコン(株)のマルチサーバCHANNEL-4/N2（RS232C端子4個有り）1枚であり【写真2参照】、BBSホスト用ソフトはナツメ出版企画(株)のBIG-Model 4.0（5回線版）である[15,16]。富士通のDigital Phone 100AP（1台）とISPT（2台）のRS232Cポート

* 電気工学科

(通信速度はISDNの9600bpsに設定)よりCHANNEL-4/N2の4個のRS232C端子(DTE-DCE速度も9600bpsに設定)に接続し、又、ISPTのアナログポートよりオムロンのモデムMD24FB5V(通信速度:2400bps, MNP4,5)を経由してPC-9801M自身のRS232C端子に接続(DTE-DCE速度は9600bpsに設定)してある[写真3, 4参照][17-19]。前者は学内(ISDN)からのアクセス用、後者は学外からのアクセス用(NTTのアナログ網-ISDN網経由で、ダイヤルイン番号有り)である。

BBSホストの通信に関する設定は、転送制御手順=無手順(TTY手順)、通信方式=全二重、同期方式=非同期、データビット長=8bit、ノンパリティ、ストップビット長=1bit、シフトJIS漢字コード、である。電子掲示板、電子メール、チャット、プログラム配布、等が可能である。セキュリティ対策上、ゲストIDは無い。

学生が使う実習用BBS端末として、6号館1階CAD室に4台のラップトップ・パソコンPC-9801LV22(MPU:V30, Clock:10MHz, RAM:640KB, 3.5インチ2HDフロッピー:2ドライブ)を設置し、各々のRS232C端子とISPT(2台)のRS232CポートをRS232Cケーブルで接続(DTE-DCE速度は9600bps, 通信速度はISDNの9600bpsに設定)した。教育的観点から、RS232Cケーブルによる接続の様子、ISPTの前面パネルの様子(RD,SD,RS,CD,ER等のランプ点滅により、通信状態が確認できる)、ISPTのLINE端子とISDN8ピン・モジュラー・ローゼットとの接続の様子、ローゼットからPBXへの4線ケーブルの様子、等も見える様にした[写真5, 6参照]。通信ソフトとして、PC-9801LV22(フロッピー:2ドライブ)で使える様に、技術評論社のCCT-98Ⅲ, MS-DOSのスクリーン・エディタSEDIT, 日本語入力FEP(フロントエンドプロセッサ)ATOK7を1枚のフロッピーにカスタマイズしたものを4組用意した[21,22]。なお、当然のことであるが、CCT-98Ⅲ等は4セット以上購入してある。この通信ソフトをPC-9801LV22のAドライブに入れ、もし必要であればデータ(文書等)フロッピーをBドライブに入れる様にした。

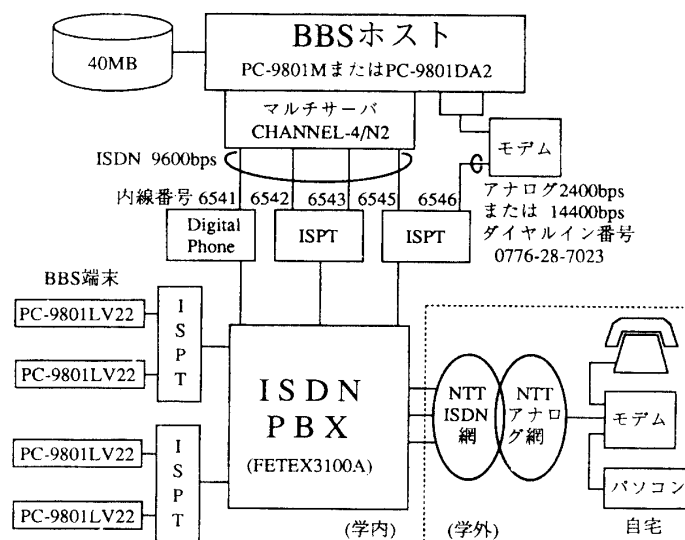


図1.
教育用学内BBS
の概念図

3. パソコン通信の情報関係教育への適用

今年度(平成5年度)は、パソコン通信を①上述の情報工学I(受講者数90名)、②計算機応用I・含演習(4年次前期, 週2コマ, 選択3単位, 受講者数20名)、③情報工学(工学専修科2年次通年, 週1コマ, 選択4単位, 受講者数185名)の授業に取り入れた[写真5~16参照]。①は専門的なネットワーク技術の理解の補助と課題提出、②は課題提出、③はリテラシーとしてのパソコン通信、を目的とした。なお、③は2クラスある。従って、4つのグループに分けて、ユーザを登録した。4つのグループはお互いの掲示板を読むことは出来るが、書込みは自分のグループの掲示板だけに出来る。メールは4つのグループの誰にでも送れる。IDは8桁の英数字を与えた。パスワードは最初4桁のものを与え、すぐに8桁以内の英数字に変更させた。

ここで、①の情報工学Iにおけるパソコン通信の適用について述べる。情報工学Iの教科書は[23]であり、サブテキストとして[24-28]も用いる。今年度(平成5年度前期)の授業日程は次の様であった。

第1週(4月12日): [23]の第1章(データ通信とは)

第2週(4月19日): [23]の第2章(データ通信システムの基本構成と利用形態)

第3週(4月26日): [23]の第3章(データ伝送の基礎知識)

第4週(5月10日): [23]の第4章(通信回線と通信方式)

第5週(5月17日): [23]の第5章(通信方式と伝送制御)、[24]のベーシック手順

第6週(5月24日): [23]の第5章(HDLC手順, 誤り制御), [24]のHDLC手順

第7週(5月31日): [23]の第6章(データ通信システムのハードウェア), 第7章(コンピュータネットワークとデータ交換網)

第8週(6月7日): [23]の第8章(通信ソフトウェアとネットワークソフトウェア), [24]のOSI, パソコン通信の使い方の説明

第9週(6月14日): [23]の第9章(LANとパソコン通信), [25]のLAN, パソコン通信のレポート課題, MIFES等の説明

第10週(6月21日): [26]のLANの方式, IEEE802.3(CSMA/CD)規格のハードウェア, FDDI, 他

第11週(6月28日): [27]のデジタルPBX, [28]のISDN, 他

第12週(7月7日): 期末テスト

まず, 6月7日の講義時間内の30分程度と講義時間外の50分程度を, パソコン通信システムのハード・ソフトの構成と使い方の説明(配布プリント有)に当てた。パソコン通信に慣れさせるため, 何でも良いから自分の思っていることを, 2週間以内に2回以上電子掲示板に書込ませた[写真12参照]。6月14日に, レポート課題(課題ⅠおよびⅡで, 各々, テキスト文でA4用紙1~2枚程度)を与え, 電子メールで加藤(IDはKT3E345)宛に6月30日および7月15日締切で提出するよう指示した。レポート作成のためにワープロ機能が必要な学生のために, 講義時間外にC G室にて, 学生用パソコンPC-9801RA21(48台設置, フロッピーは5インチ2HD)にインストールされているフルスクリーン・エディタMIFESと日本語入力フロントエンドプロセッサVJE-βの使い方, 並びに, 教卓のPC-9801RA21での5インチ2HDフロッピーから3.5インチ2HDフロッピーへのコピーの仕方, の説明(配布プリント有)を50分程度行った。パソコン通信は殆ど時間外実習としたが, この補助として大学院生のTA(Teaching Assistant: 実習補助)2名がついた[写真6参照]。なお, 課題Ⅰ, Ⅱの内容は次の様である。

[課題Ⅰ] 次の1~4から2つを選んで解答せよ。(A4で1~2枚) 締切: 6月30日(水)

1. LANについて問う。(1) LANのフルスベルを書き, LANとは何かを説明せよ。(2) LANはネットワーク形状により, ①スター形, ②バス形, ③リング形に分類される。それぞれの特徴を述べよ。
2. IEEE802.3規格のCSMA/CD方式LANについて問う。(1) CSMA/CD方式の動作原理(即ち, 制御手順)を説明せよ。(2) 現在使われているLANの種類に10BASE5, 10BASE2, 10BASE-Tがある。それぞれを説明せよ。(3) Ethernet(10BASE5)関連のハードウェアとしてトランシーバ, ターミネータ, リピータ, ブリッジ, ルータ, ゲートウェイがある。それぞれを簡単に説明せよ。
3. ISDNについて問う。(1) ISDNのフルスベルと日本語訳を書け。(2) ISDNでは音声, 画像, データなど全てデジタル信号で伝送する。デジタル伝送の利点は何か。(3) ISDNのBチャネルの伝送速度は64Kbpsである。これは通常のアナログ電話機で保証している音声周波数300~3400Hzをデジタル伝送するために, 理論的に(即ち, 計算により)導き出された値である。このことを分かり易く説明せよ。
4. OSIについて問う。(1) OSIのフルスベルと日本語訳を書け。(2) OSIが出現した理由とメリットを書け。(3) 各層の機能を簡単に説明せよ。(課題Ⅰ終)[写真15参照]

[課題Ⅱ] (A4で1~2枚) 締切: 7月15日(木)

1. 現在の情報化社会について, 思う所を記せ。
2. 21世紀の計算機, あるいは情報化社会は, どうなっていると思うか。
3. パソコン通信実習を行った感想。(課題Ⅱ終)[写真16参照]

上記3科目(4グループ)の成績評価のため, 掲示板やメール(レポート)を読む必要があるが, 通信画面上で直接読むのは, 学生数(従ってメール数)が多すぎて困難であるため, 一度フロッピーにダウンロードして, ページプリンタに出力して行った。A4用紙212枚であった。なお, A4用紙は, 横80文字(ANKの場合)又は40文字(日本語の場合), 縦67行であるから, 1枚で最大5360Byteとなる。実際には, テキスト文が約570KB, 一太郎文章(バイナリファイル送受信)が約8KBであった。殆どの学生はパソコン通信実習をCAD室で行ったが, 数名の学生は自宅から行った。

4. 通信速度評価実験

授業では, PC-9801MをBBSホストとしても全く問題はなかったのであるが, 実効的な通信速度が設定値より遅かった。そこで, ホスト, 端末, モデム等を変更して実験を行い, 表1~5の様な結果を得た。表1~5において, テキスト通信は, Free SoftwareのWTERM Ver.9.00のREAD.ME(15556Byte)を用い, 端末のメモリ上での通信である。バイナリ通信は, MS-DOS Ver.3.3DのFORMAT.EXE(104847Byte)を用い, 端末PC-9801LV22とPC-286(F)がフロッピー, その他がハードディスクでの通信である。なお, BBSホストがPC-9801DA2(MPU:80386, Clock:20MHz, RAM:1.6MB, 5インチ2HDフロッピー:2ドライブ)の場合でも, 40MBハードディスク(キャラベルデータシステムのCA-44LG)が外付けされていること等は, PC-9801Mの場合と同じである。端末の仕様は次の様である。PC-286UはMPU:V30, Clock:10MHz, RAM

表1. ISDN 9600bps通信時の実効通信速度(端末-ISPT-PBX-ISPT-ホスト); DTE-DCE速度9600bps

(1-1)	BBSホスト	PC-9801M (MPU:8086, Clock:8MHz, RAM:640KB)							
	端末	PC9801LV22		PC286U (F)		PC286U (H)		PC9801RA21	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		515	813	471	864	491	856	731	943
テキスト(端末画面非表示)		754	788	471	960	670	852	734	944
バイナリ(X-MODEM)		483	542	455	522	493	550	616	538
バイナリ(X-MODEM-1k)		668	656	606	656	678	660	709	664
バイナリ(Y-MODEM)		637	669	603	656	726	696	697	677
バイナリ(Quick-VAN)		830	673	795	640	845	693	820	665

(1-2)	BBSホスト	PC-9801DA2 (MPU:80386, Clock:20MHz, RAM:1.6MB)							
	端末	PC9801LV22		PC286U (F)		PC286U (H)		PC9801RA21	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		518	960	542	960	540	960	959	960
テキスト(端末画面非表示)		925	960	864	960	853	960	960	960
バイナリ(X-MODEM)		533	757	579	753	610	762	773	777
バイナリ(X-MODEM-1k)		747	882	751	867	789	867	889	882
バイナリ(Y-MODEM)		771	883	771	885	812	890	909	905
バイナリ(Quick-VAN)		956	912	959	960	960	960	960	960

表2. ISDN 19200bps通信時の実効通信速度(端末-ISPT-PBX-ISPT-ホスト);

BBSホスト: PC-9801DA2,
DTE-DCE速度19200bps

	端末	PC9801LV22		PC286U (F)		PC286U (H)		PC9801RA21	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		616	953	586	919	586	919	1241	1830
テキスト(端末画面非表示)		966	1815	857	1830	857	1830	1244	1836
バイナリ(X-MODEM)		859	1203	852	1204	944	1233	1363	1294
バイナリ(X-MODEM-1k)		1192	1541	1192	1541	1381	1564	1692	1612
バイナリ(Y-MODEM)		1179	1564	1192	1541	1399	1541	1692	1588
バイナリ(Quick-VAN)		1478	1566	1437	1590	1778	1590	1778	1564

:640KB, 3.5インチ2HDフロッピー:2ドライブであり, 20MBハードディスク (SHARPのDMECH0001CE01) が外付けされている。PC-9801RA21はMPU:80386, Clock:20MHz, RAM:5.6MB, 5インチ2HDフロッピー:2ドライブ, 内蔵ハードディスク:100MB (アイテックのIT RL-100) である。

表1~2ではホスト側, 端末側ともに, ISPTのRS232Cポートを使用した。表3~5ではホスト側, 端末側ともに, 同じ型番のモデムを使用し, ISPTのアナログポートを使用した。なお, ホスト側, 端末側ともにDTE-DCE速度は同じ値に設定した。実効通信速度の単位はcps (1cps=10bps) である。

テキストの実効通信速度は, ストップウォッチにより通信時間[秒]を測定し, その値で15556を割算して求めた。バイナリの実効通信速度は, CCT-98Ⅲの表示値である[写真14参照]。

[注意] PC-9801シリーズには, クロックは8MHz系と5MHz系がある。8MHz系パソコン (PC-9801Mなど) の場合, DTE-DCE速度は最大9600bpsであるが, 5MHz系パソコン (PC-9801LV22, PC-286U, PC-9801RA21, PC-9801DA2など) の場合, 更に19200bpsと38400bpsが設定可能である[29]。

実験結果について考察する[29-32]。表1~4より次のことが言える。①BBSホストに関しては, PC-9801DA2の方がPC-9801Mより当然速い。②端末に関しては, PC-9801LV22, PC-286U (H), PC-9801RA21の順に速くなり, PC-9801LV22とPC-286U (F)はほぼ同等の速度である。③テキストの通信では, テキストを画面表示すると, 非表示の場合に比べ, 表示のための処理時間が余分にかかるため, 速度が遅くなる。④バイナリの通信では, 概ねX-MODEM, Y-MODEM, Quick-VANの順に速くなり, X-MODEM-1kとY-MODEMはほぼ同等の速度である。⑤表3, 4より, モデムの方式では, 概ねMNP4, MNP5, V42bisの順に速くなる。⑥MNP4の伝送効率(=実効通信速度/モデムの通信速度)の最大理論値は約1.2倍と言われている[29のp.263]。実験結果でも, 例えば表3(3-4)のPC-9801RA21の場合のMNP4のテキストの受信の欄の数値より, $288/240=1.2$ 倍が得られた。⑦MNP5の伝送効率の最大理論値は約2倍と言われている[29のp.264]。実験結果では, 同MNP5のテキストの欄の数値より, $398/240=1.658$ 倍が得られた。⑧V42bisの伝送効率の最大理論値は約3倍と言われている[19,20]。実験結果では, 同V42bisのテキストの欄の数値より, $518/240=2.158$ 倍が得られた。⑨実験結果では, MNP5およびV42bisの伝送効率が最大理論値より小さい。これは, 最大理論値が英文ファイルを送る場合を対象としているためで, 実際に漢字混じりの日本語文書やバイナリ・データを送る場合には, 伝送効率は低下する。

表4~5では, 14400bpsモデムを使用した。①表4の実験結果より, MNP4, MNP5, V42bisの伝送効率は, 各々, 16

表3. モデムMD24FB5V(2400bps)使用通信時の実効通信速度(端末-モデム-ISPT-PBX-ISPT-モデム-ホスト)
; DTE-DCE速度9600bps

(3-1)	BBSホスト	PC-9801M (MPU:8086, Clock:8MHz, RAM:640KB)											
	端末	PC9801LV22						PC286U (F)					
	方式	MNP4		MNP5		V42bis		MNP4		MNP5		V42bis	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		275	288	287	389	291	464	282	288	259	398	264	471
テキスト(端末画面非表示)		276	288	288	389	291	472	282	288	259	398	264	471
バイナリ(X-MODEM)		138	169	140	139	135	176	147	170	150	139	143	176
バイナリ(X-MODEM-1k)		208	246	238	270	283	304	235	246	273	270	324	303
バイナリ(Y-MODEM)		206	246	237	271	278	306	234	246	272	271	322	304
バイナリ(Quick-VAN)		221	277	251	340	319	365	218	277	250	339	325	371

(3-2)	BBSホスト	PC-9801M (MPU:8086, Clock:8MHz, RAM:640KB)											
	端末	PC286U (H)						PC9801RA21					
	方式	MNP4		MNP5		V42bis		MNP4		MNP5		V42bis	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		282	288	259	398	264	471	279	288	288	389	291	471
テキスト(端末画面非表示)		282	288	259	398	268	471	279	288	288	389	292	471
バイナリ(X-MODEM)		149	170	152	140	147	176	159	171	162	140	155	176
バイナリ(X-MODEM-1k)		239	246	279	271	335	306	247	247	287	271	352	307
バイナリ(Y-MODEM)		246	246	278	270	327	306	248	247	285	292	350	304
バイナリ(Quick-VAN)		215	277	259	337	310	373	278	278	266	271	300	373

(3-3)	BBSホスト	PC-9801DA2 (MPU:80386, Clock:20MHz, RAM:1.6MB)											
	端末	PC9801LV22						PC286U (F)					
	方式	MNP4		MNP5		V42bis		MNP4		MNP5		V42bis	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		277	285	361	389	486	502	282	288	370	389	471	502
テキスト(端末画面非表示)		277	288	379	389	494	502	282	288	379	389	502	502
バイナリ(X-MODEM)		153	178	153	181	138	202	158	177	161	179	145	206
バイナリ(X-MODEM-1k)		217	251	305	311	294	373	241	256	289	304	334	355
バイナリ(Y-MODEM)		217	257	310	310	293	373	234	258	272	303	310	357
バイナリ(Quick-VAN)		277	277	351	351	382	401	277	277	341	341	380	406

(3-4)	BBSホスト	PC-9801DA2 (MPU:80386, Clock:20MHz, RAM:1.6MB)											
	端末	PC286U (H)						PC9801RA21					
	方式	MNP4		MNP5		V42bis		MNP4		MNP5		V42bis	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		282	288	370	389	471	502	282	288	398	398	518	518
テキスト(端末画面非表示)		282	288	379	389	502	502	282	288	398	398	518	518
バイナリ(X-MODEM)		167	178	167	181	168	182	178	178	180	180	160	202
バイナリ(X-MODEM-1k)		243	257	295	304	347	372	259	259	312	308	366	373
バイナリ(Y-MODEM)		248	258	297	300	363	360	259	258	312	312	366	374
バイナリ(Quick-VAN)		278	278	340	351	340	353	275	277	346	352	403	397

40/1440=1.139倍, 1839/1440=1.277倍, 1809/1440=1.256倍である。②表5の実験結果より, MNP4, MNP5, V42bisの伝送効率は, 各々, 1625/1440=1.128倍, 2157/1440=1.498倍, 2353/1440=1.634倍である。③如何なる方式を使おうと, 実効通信速度は, DTE-DCE速度(表4の場合, 19200bps=1920cps)より速くはないから, 表4の結果は妥当である。④表5のV42bisの伝送効率(1.634倍)が最大理論値(約3倍)に比べかなり小さいが, これはホストおよび端末の性能の限界によるものである。特に, テキストの送信の場合, ホスト側でフロー制御が起きていることに注意されたい。

5. 圧縮済バイナリファイルの通信速度評価実験

前章の実験に用いたバイナリファイルは, 通常の(即ち, 圧縮されていない)ファイルであった。圧縮済のファイルを伝送する場合, MNP5の方がMNP4よりも遅くなることがあると言われている。本章ではこの例を示す。実験に用いたバイナリファイルFORMAT.LZH(49620Byte)は, 前章のFORMAT.EXE(104847Byte)を吉崎栄泰氏作の高圧縮書庫管理プログラムLHA Ver.2.11で圧縮した物である。表6に実験結果を示す。モデム使用通信時の実効通信速度は, MNP5の方がMNP4より遅いこと, V42bisはMNP4と同程度の速さであることが分かる。これは, 既にLHAにより圧縮され冗長性を失ったデータに対し, MNP5で更に圧縮をかけるため逆に冗長性が増すことに起因する。V42bisは, 圧縮効果が得られ

表4. モデムMC14400FX(14400bps)使用通信時の実効通信速度(端末-モデム-ISPT-PBX-ISPT-モデム-ホスト)
; ホスト: PC-9801DA2, DTE-DCE速度19200bps

(4-1)	端末	PC9801LV22						PC286U (F)					
	方式	MNP4		MNP5		V42bis		MNP4		MNP5		V42bis	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		610	942	600	931	604	937	532	833	527	831	527	836
テキスト(端末画面非表示)		955	1599	957	1743	983	1728	853	1595	830	1763	850	1763
バイナリ(X-MODEM)		302	416	348	348	250	318	341	431	311	369	288	333
バイナリ(X-MODEM-1k)		990	1162	971	1153	874	1049	867	1152	1153	1140	833	1039
バイナリ(Y-MODEM)		974	1164	976	1152	882	1027	866	1152	914	1140	1038	1048
バイナリ(Quick-VAN)		1432	1613	1456	1774	1229	1613	1379	1613	1344	1720	1238	1541

(4-2)	端末	PC286U (H)						PC9801RA21					
	方式	MNP4		MNP5		V42bis		MNP4		MNP5		V42bis	
通信内容		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)		529	833	529	836	540	840	1369	1610	1350	1783	1587	1809
テキスト(端末画面非表示)		840	1610	836	1780	857	1747	1357	1615	1350	1785	1334	1808
バイナリ(X-MODEM)		358	432	324	367	299	345	426	436	370	376	348	341
バイナリ(X-MODEM-1k)		1019	1152	1019	1153	920	1049	1192	1177	1192	1179	1071	1082
バイナリ(Y-MODEM)		979	1152	1024	1170	919	1095	1192	1177	1192	1166	1060	1049
バイナリ(Quick-VAN)		1497	1612	1544	1789	1397	1640	1590	1640	1614	1839	1437	1720

表5. モデムMC14400FX(14400bps)使用通信時の実効通信速度(端末-モデム-ISPT-PBX-ISPT-モデム-ホスト)

方式	MNP4		MNP5		V42bis	
通信内容	送信	受信	送信	受信	送信	受信
テキスト(端末画面表示)	1349*	1625	1349*	2157	1502*	2353
テキスト(端末画面非表示)	1349*	1625	1196*	2157	1308*	2349
バイナリ(X-MODEM)	530	525	442	430	405	390
バイナリ(X-MODEM-1k)	1295	1248	1418	1328	1381	1312
バイナリ(Y-MODEM)	1295	1263	1418	1328	1363	1264
バイナリ(Quick-VAN)	1614	1617	1908	1908	1778	1872

; ホスト: PC-9801DA2,
端末: PC-9801RA21,
DTE-DCE速度38400bps

(注) * は、ホスト側でフロー制御が起きて、通信速度が遅くなったことを示す。

表6. 圧縮済バイナリファイルの実効通信速度 ; ホスト: PC-9801DA2, 端末: PC-9801RA21,
(ISDN通信: 端末-ISPT-PBX-ISPT-ホスト), (モデム通信: 端末-モデム-ISPT-PBX-ISPT-モデム-ホスト)

(6-1)	使用機器	ISPT				モデムMD24FB5V (DTE-DCE速度9600bps)					
	方式	ISDN 9600bps		ISDN19200bps		MNP4		MNP5		V42bis	
プロトコル		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
X-MODEM		739	741	1335	1182	178	178	148	148	184	185
X-MODEM-1k		886	871	1712	1418	260	258	228	228	260	262
Y-MODEM		886	886	1712	1460	258	257	229	229	258	260
Quick-VAN		919	919	1839	1376	278	274	241	242	264	269

(6-2)	使用機器	モデムMC14400FX (DTE-DCE速度19200bps)						モデムMC14400FX (DTE-DCE速度38400bps)					
	方式	MNP4		MNP5		V42bis		MNP4		MNP5		V42bis	
プロトコル		送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信	送信	受信
X-MODEM		428	438	403	410	370	382	528	521	468	451	428	424
X-MODEM-1k		1182	1152	1056	1056	1103	1103	1270	1238	1103	1079	1154	1128
Y-MODEM		1182	1179	1079	1056	1103	1128	1238	1238	1128	1079	1182	1128
Quick-VAN		1602	1602	1379	1379	1460	1548	1602	1593	1306	1415	1460	1544

ないデータに対して圧縮操作を行わないので、圧縮済ファイルの場合MNP4と同等の速さになるのである。これらは、第4章の実験結果と比較することで理解できる。ISDN通信では、圧縮操作は行わないので、実効通信速度はファイルの圧縮の有無に殆ど関係しない。なお、今回の実験例では、MNP4, MNP5, V42bis, ISDNの何れの場合も、通信時間は圧縮済ファイルの方が未圧縮ファイルより短い。

6. むすび

第2, 3章では、パソコン通信の教育への適用例について述べた。情報工学Iでは、学生はISDNの実験(1回線ではBehを同時に2ヶ使えること, 1回線にISDN端末を最大8台接続できること, 等)や、通信プロトコル(無手順としてのTTY手順, 有手順としてのベーシック手順とHDLC手順, 他), 等をよく理解する様になった。又、パソコン通信実習を行った学生の感想文(電子メールにより提出された)には、面白く、為になる経験をした等の好意的な意見が多

く書かれていた。今回の教育への適用は、ほぼ狙い通りの成果をあげたと言える。パソコン通信は、本学1年次の「電子計算機概論」等でのコンピュータ・リテラシー教育の1テーマとして、適当なものと考ええる。なお、その際、ネットワーク環境下でのマナーについても正しく教育すべきである。第4、5章では、実効通信速度の実験結果を表の形で与えた。この様なデータは、一般に公表されないのが通例であるので、貴重なデータと言える。なお、文献[33-35]はパソコン通信の解説として適当であり、[36-38]は種々の分野への適用例を紹介しており、興味深い。

参考文献

- [1]文部省教育改革実施本部編：“情報化の進展と教育—実践と新たな展開—”，ぎょうせい (1990-06)
- [2]情報処理学会：“大学等における情報処理教育のための調査研究報告書（文部省委嘱調査）” (1991-03)
- [3]情報処理学会：“大学等における一般情報処理教育の在り方に関する調査研究（文部省委嘱調査研究）平成4年度報告書” (1993-03)
- [4]文部省・京都大学：“平成2年度情報処理教育研究集会報告書”，pp.258-262,263-267,279-283など (1990-11)
- [5]文部省・東京大学：“平成3年度情報処理教育研究集会講演論文集”，pp.12-16,17-20,21-22,23-24,27-28,163-164など (1991-12)
- [6]文部省・北海道大学：“平成4年度情報処理教育研究集会講演論文集”，pp.9-20,75-78,89-90,305-306,307-310,311-312,313-317,318-321,325-328,335-337,338-341など (1992-12)
- [7]文部省・名古屋大学：“平成5年度情報処理教育研究集会講演論文集”，pp.8-18,96-99,104-107,313-316,325-328,336-339,344-347,356-359,399-401,507-512など (1993-12)
- [8]私立大学等情報処理教育連絡協議会：“平成3年度第5回私情協大会資料”，pp.14-15,18,19-20,23-24,93-95,96-98など (1991-09)
- [9]社団法人・私立大学情報教育協会：“平成4年度第6回私情協大会資料”，pp.76-77,86-87,108-109など (1992-09)
- [10]社団法人・私立大学情報教育協会：“平成5年度第7回私情協大会資料”，pp.61-62,76-77,80-81,90-91など (1993-09)
- [11]柴山守：“学内ネットワークの構築における諸問題—大阪国際大学における事例—”，私情協ジャーナル，Vol.1，No.2，pp.19-21，社団法人・私立大学情報教育協会 (1992-10)
- [12]加藤，平野：“汎用ホスト計算機ネットワークを利用したパソコンLANの一評価実験”，福井工業大学研究紀要，第23号，第1部，pp.51-59 (1993-03)
- [13]加藤，平野，堀内：“福井工業大学の学内LANシステム（その1：FUTNESSの概要）”，福井工業大学研究紀要，第23号，第1部，pp.303-312 (1993-03)
- [14]加藤，堀内：“情報関係教育へのパソコン通信の一適用例”，平成5年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集，B-78 (1993-09)
- [15]ビジコン(株)：“マルチサーバ チャンネル—4 取扱説明書”
- [16]ナツメ出版企画(株)：“BIG-Model 4.0ユーザーズマニュアル”
- [17]富士通(株)：“DIGITAL-PHONE 100AP取扱説明書”，F10P-0735-S100/01 (1990-07)
- [18]富士通(株)：“ISDNサービス・ポート ISPT-84A取扱説明書”，F11P-0387-S400/02 (1991-04)
- [19]オムロン(株)：“インテリジェントモデムMD24FB5Vユーザーズマニュアル” (1991-05)
- [20](株)マイクロコア：“インテリジェントFAXモデムMC14400FXユーザーズマニュアル” (1993-08)
- [21]技術評論社：“CCT-98Ⅲユーザーズマニュアル” (1991-10)
- [22]日本電気(株)：“MS-DOS 5.0 ステップアップマニュアル”，AT1A1A，第6章，pp.173-196 (1991)
- [23]保坂(原著)，石坂(著)：“データ通信システム入門（改訂2版）”，オーム社 (1988-04)
- [24]小野，浦野，鈴木，松尾，他：“OSIプロトコル絵とき読本（改訂増補版）”，オーム社 (1989-10)
- [25]システムサイエンス研究所：“MS-NETWORKSとパソコンLAN入門”，技術評論社 (1987-04)
- [26]上原政二(監修)：“異機種接続とLAN絵とき読本”，オーム社 (1988-12)
- [27]小野欽司(監修)：“OSI & ISDN絵とき用語事典（改訂増補版）”，オーム社 (1991-05)
- [28]秋山稔(監修)：“ISDN絵とき読本（改訂増補版）”，オーム社 (1992-05)
- [29]山本，佐川，北原，宮本，宮下：“PC-9801通信プロトコル・スーパーテクニック”，アスキー出版局 (1993-07)
- [30]渡辺博則：“高速モデム vs ISDN・TA”，日経コミュニケーション，1993年4月5日号，pp.38-45，日経BP社
- [31]今田泰似：“FAX MODEM”，日経バイト，1993年10月号，pp.227-242，日経BP社
- [32]今田泰似：“モデムのMNP規格とは？”，日経コミュニケーション，1993年11月1日号，pp.80-81，日経BP社
- [33]NTT電話サービス部営業部門編：“NTTパソコン通信ブック【社内用】” (1991-03)
- [34]椿山，茅野，石田：“パソコン通信入門”，センターニュース，Vol.25，No.6，pp.42-83，東京大学大型計算機センター (1993-11)
- [35]渡邊，坂元(監修)：“CAIハンドブック”，第8章第1節（データ通信・パソコン通信），pp.750-759，フジ・テクノシステム (1989-12)
- [36]北陸テレコム懇談会・パソコン通信研究会：“パソコン通信研究レポート'92”，（事務局：北陸電気通信監理局） (1992-07)
- [37]パソコン通信の福祉分野に関する調査研究会：“パソコン通信の福祉分野に関する調査研究会報告書”，（事務局：北陸電気通信監理局） (1993-04)
- [38]日韓パソコンネット・フォーラム金沢実行委員会：“日韓パソコンネット・フォーラム金沢実施報告書”，（事務局：北陸電気通信監理局） (1993-06)

付録 用語の説明を行い、更に、写真を示す。

1. HDLC手順=High Level Data Link Control Procedure:ハイレベルデータリンク制御手順。
2. cps = character per secondの略(1秒間に何文字送れるかを表す単位)。
3. bps = bit per secondの略(1秒間に何ビット送れるかを表す単位)。
4. DTE-DCE間(即ち、RS232Cケーブル上)の1文字 = スタートビット(1bit)+1文字(8bit)+ストップビット(1bit)= 10 bit。
5. DTEとは Data Terminal Equipment (データ端末装置)の略で、パソコンやワープロ専用機のことを指す。DCEは Data Circuit terminating Equipment (データ回線終端装置)の略で、モデムやISPT等のことである。
6. MNP (Microcom Networking Protocol) は、米国マイクロコム社が開発したモデム-モデム間データ通信方式である。MNPでは、電話回線上で発生した伝送エラーをモデムが検出し、自動的にデータを再送してエラーを訂正する。MNPクラス3以上ではモデム-モデム間は同期通信である。クラス4は、クラス3にバケット長最適化とヘッダ圧縮の機能を加え、クラス5は更に、データ圧縮の機能を加えて、速度アップした物である。
7. CCITTのV.42bisは理論上最高約400%の圧縮率を持つが、モデムでV.42bisを使うとデータ圧縮機能と共にエラーコレクションが動作し、圧縮効率が低下するため、最高約300%の伝送効率となる。同様に、MNPクラス5は最高約200%の伝送効率となる。なお、本論文では、V.42bis, MNPクラス5, MNPクラス4を各々、V42bis, MNP5, MNP4と略記した。
8. バイナリ転送プロトコルの説明: (1) X-MODEM: データを128バイト単位に分割し、その前後に制御コードを付加して132バイトのブロックでデータの転送を行う。エラー検出には、チェックサムを用いるが、X-MODEM/CRCというCRC方式を用いて信頼性を高めたものもある。(2) X-MODEM-1k: X-MODEMと同じブロック長に加え、データを1024バイト単位に分割し、その前後に制御コードを付加して1029バイトのブロックとする事ができる。大きいブロックを利用する事で、アクナリッジをやり取りする回数が減り、転送効率が向上する。エラー検出には、CRC方式を用いる。(3) Y-MODEM: X-MODEM-1kを改良し、ファイル情報(ファイル名、日付、サイズ等)を送信側より取得できる様にし、複数のファイルを転送できる様にした方式である。但し、今回使用したBBSホストプログラムBIG-Model 4.0は、複数ファイル転送機能を持っていない。(4) Quick-VAN: X-MODEMにファイル情報の取得、複数ファイル転送、スライディングウィンドウ方式、リジューム機能等を付加して拡張したプロトコルである[29]。



写真1. 教育用学内BBSホスト（通信速度評価実験の時の様子）；左より、モデム（オムロンMD24FB5VとマイクロコアMC14400FX）、富士通ISPT、40MBハードディスク、NECパソコン（PC-9801DA2とPC-9801M）、富士通Digital Phone 100AP。

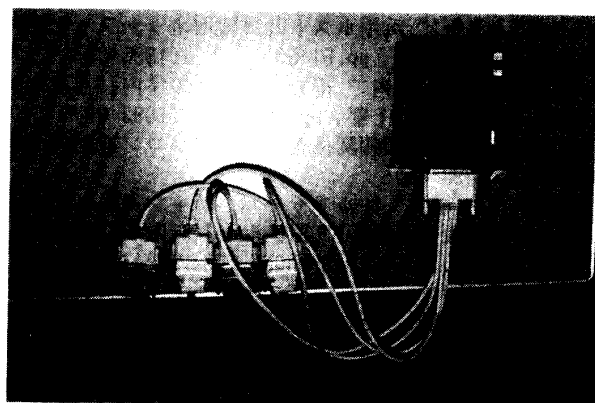


写真2. 通信基板；ビジコン(株)のマルチサーバCHANNEL-4/N2（RS232C端子4個有り）1枚をPC-9801M又はPC-9801DA2の拡張スロットに挿入する。

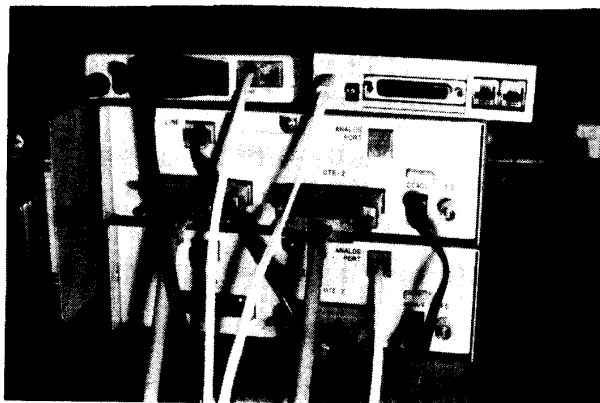


写真3. モデム（オムロンMD24FB5VとマイクロコアMC14400FX）とISPTの後側の接続の様子；下側のISPTのANALOG PORTからMC14400FXのLINEへ繋がっている。

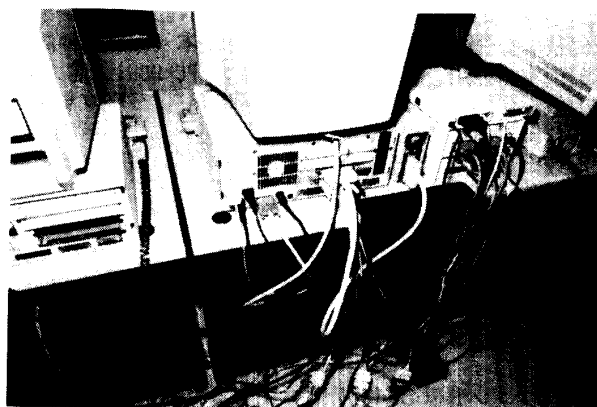


写真4. パソコン、モデム、ISPT等の後側の接続の様子。

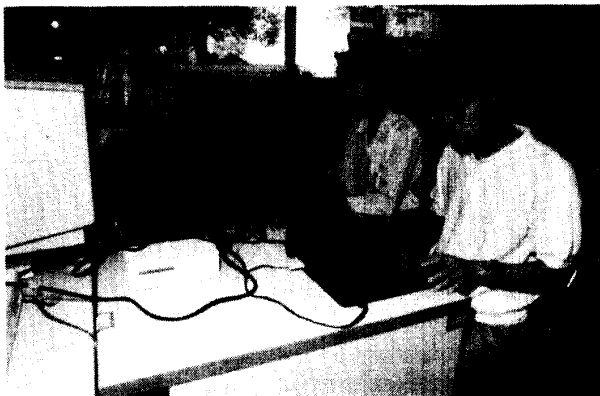


写真5. CAD室でのパソコン通信実習の様子；左より，ISPT（1台），ラップトップパソコンPC-9801LV22（2台）；ISPTの上の2台はPC-9801LV22用のACアダプタである。

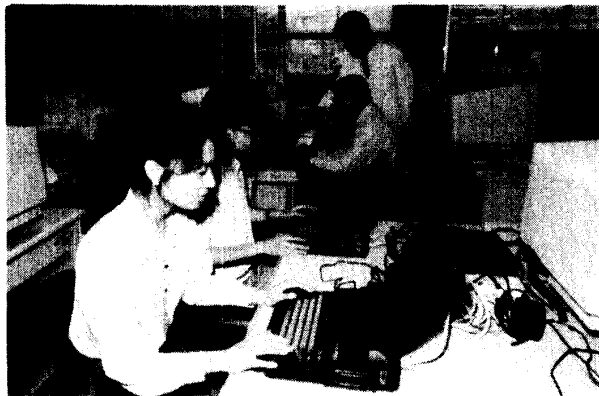


写真6. （後方）大学院生のTA（Teaching Assistant：実習助手）による指導。

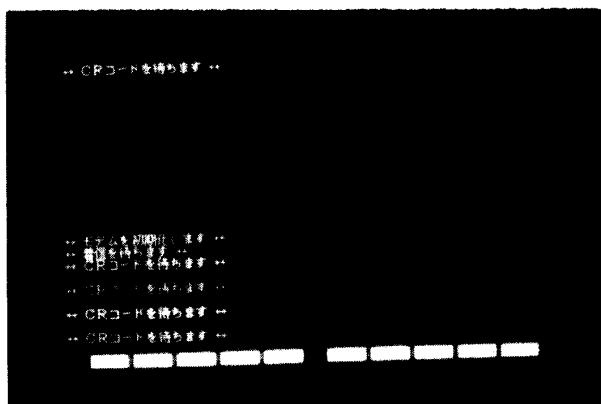


写真7. BBSホストが立上がった画面；普通、この状態でディスプレイの電源は切っておく。画面の上半分はホストのキーボード用，下半分の最初の2行は内線番号6546（モデム接続）用，その後の8行（空行も1行と数える）は内線番号6541,6542,6543,6545（ISPT接続：ヌルモデムに設定）用，のメッセージ等の表示に割当てられている。

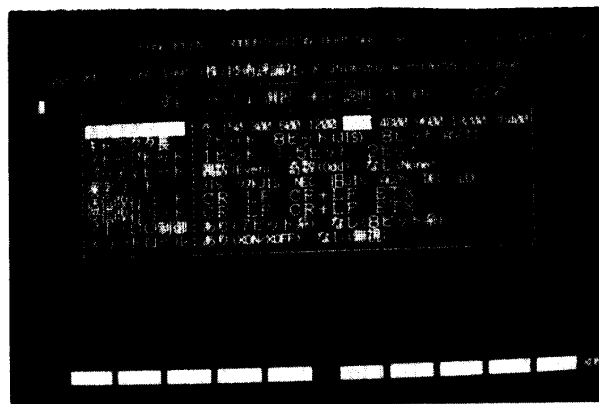


写真8. 端末でのパソコン通信のパラメータ設定画面；CAD室に設置した実習用BBS端末（PC-9801LV22）の場合，ISDN 9600bps通信であるので，上から，9600，8ビット（JIS），1ビット，なし，ｼﾌﾄJIS，CR，CR+LF，なし，あり，と設定する。



写真9. パソコン通信のオープニング画面；最上部の1行は，ATコマンドでプッシュ式（トーン）回線の内線番号6546をダイアリングする命令が打込まれたことを示す。次行のCONNECTは，自端末側モデムからホスト側モデムに接続出来た（即ち，通信路が確立した）ことを示す。それ以降は，ホストからのメッセージである。

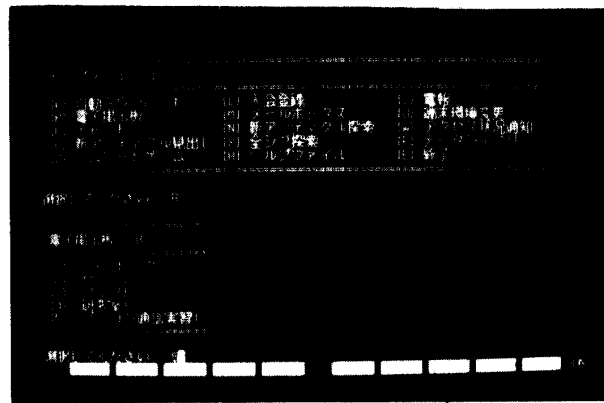


写真10. トップメニューから[B]電子掲示板を選択し，更に，[5]パソコン通信実習を選択した画面。

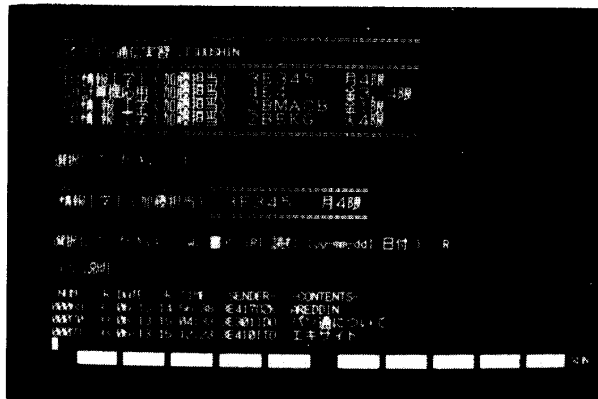


写真11. パソコン通信実習のメニュー画面から [I]情報工学 I (3年生) を選択し、更に、[R]読むを選択し、タイトルを検索している画面。

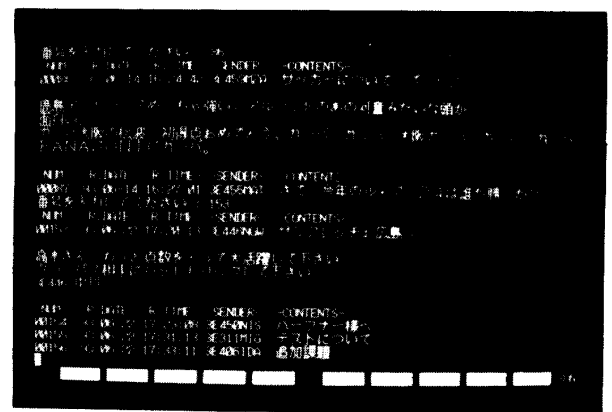


写真12. 電子掲示板に書込まれたメッセージの例。

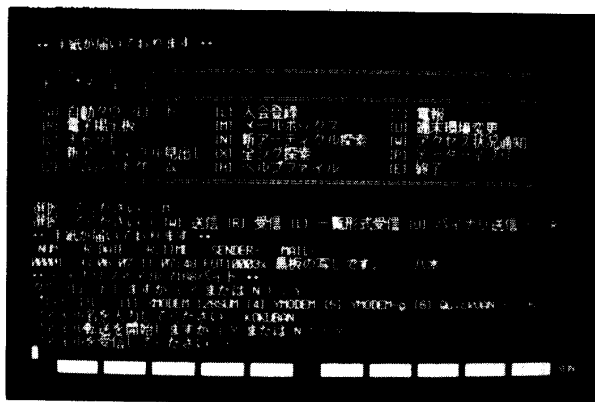


写真13. 授業担当KT3E345が、トップメニューで [M]メールボックスを選択し、更に、[R]受信を選択した画面。

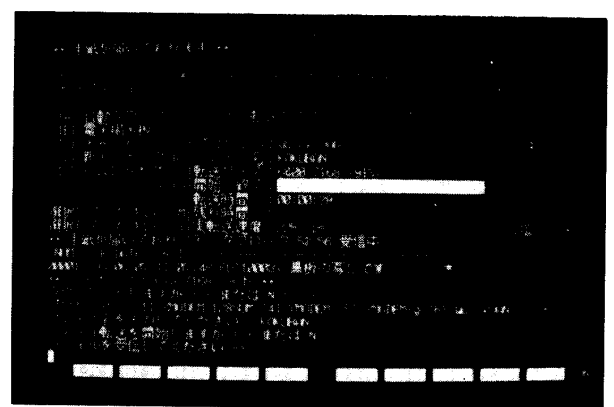


写真14. バイナリ・ファイルを受信 (ダウンロード) している画面; 実転送速度 (即ち、実効通信速度) が cps単位で表示されている。

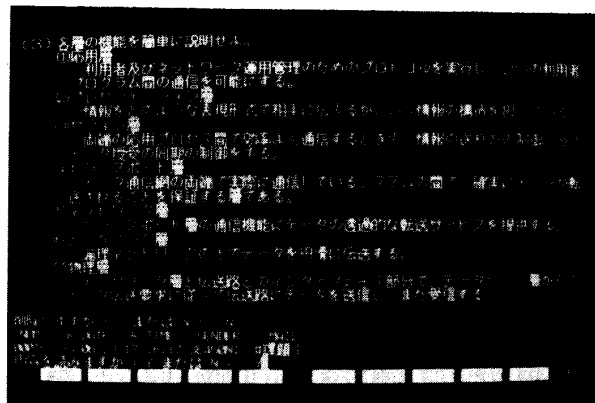


写真15. 電子メールにより提出された課題 I の例; 問4 (3) の解答。

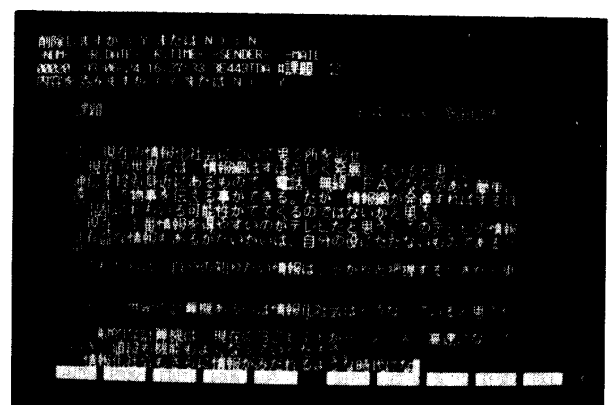


写真16. 電子メールにより提出された課題 II の例; 問1の解答。

(平成5年12月18日受理)