

遠隔連続測定におけるパソコン通信の利用

三 仲 啓*

(1992年10月15日 受理)

Usage of Telecomputing in Continuous Remote Measurement

Akira MINAKA

Physics Department, Faculty of Education, Kagoshima University

1. は じ め に

筆者らのグループは現在桜島においてラドン濃度の連続測定を行っているが、その際に開発した電話回線によるデータ転送システムは同様な連続測定の場合にも有効だと思われるので、本稿ではその通信システムのみを一般的に紹介する。

ここで紹介する方法はいわゆるパソコン通信¹⁾であり、測定システムが以下の条件を満たしている場合に容易に利用できる。

- (a) 測定器側にパソコンを利用しており、測定データはパソコンの外部記憶（ハードディスク、RAM ディスクなど）に蓄積されていること。
- (b) 測定データのパソコンへの取り込みは、約10分以上の間隔があること。
- (c) 1回のデータ取り込みに要する時間は、数分以下であること。
- (d) 測定器の設置場所に電話回線があること。

ここで(b), (c)の時間に関する条件は、パソコン通信でデータをダウンロードする（端末側に取り込む）ための時間を確保するためである。

筆者らのラドン測定では、センサーからのデータはリアルタイムにパソコンとは独立なバッファメモリに記録され、パソコンが30分毎にそれを読み出しハードディスクに蓄積するようになっているので、時間的に連続な測定であるが上記の条件を満たしている。AD変換ボードをパソコンに挿入し、温度、気圧などを測定する場合は、より容易に上の条件を満たすことができる。

このシステムの特長は次の点にある。

- (a) ハードウェアが安価である。

*鹿児島大学教育学部理科（物理）

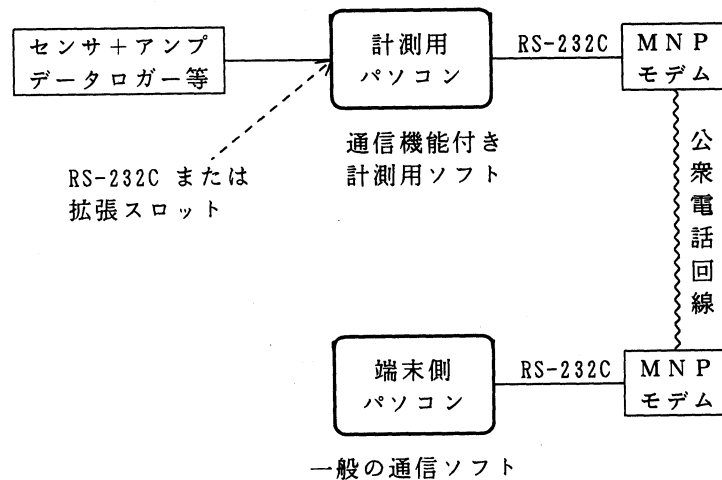


図1 パソコン通信利用の計測システム

システムに追加すべき機器としては、一般に使用されている安価なモデムだけでよい。

(b) 通信用ソフトウェアも容易に自作できる。

測定用のソフトウェアにごく簡単なパソコン通信のホスト局の機能を持たせることになる。

(c) 場所と時間を選ばずデータの取り込みができる。

研究室、自宅、旅先など任意の場所から任意の時間にデータを入手できる。

(d) データの入手のみならず、装置のモニタやコントローラとしても使える。

装置の動作状況をいつでも確認できる。また、測定条件の変更などもリモートで指示できる。

以下、このようなパソコン通信システム (図1)、特に通信用ソフトウェアを作成する際の基礎的事項と注意事項をまとめておく。

2. パソコン通信の原理

一般に普及しているパソコン通信は、24時間運転のホストコンピュータと端末機であるパソコンとの間で、公衆電話回線 (2線式回線) を介して全二重通信を行うものである。コンピュータのデジタル信号を電話回線が扱える音声周波数に乗せるために、ホスト側と端末側に同じ規格のモデム (変復調装置) を使用する。一般のパソコン通信におけるモデムの変調方式は、CCITT V シリーズ勧告²⁾ で追認された形になっている。

パソコンとモデムのインターフェイスはRS-232C規格であるので、ほとんどのパソコンはそのままモデムと直結できる。

パソコンからモデムを制御するためのコマンドには、CCITT V. 25bis コマンドと Hayes 社が自社のモデムの登載して普及させた AT コマンドがあり、市販モデムの大半は両方のコマンド体系に対応している。ただし、AT コマンドの方が簡便なため、使用頻度は圧倒的に高い。

端末側の通信ソフトは、安価で高機能な市販品やパソコン通信を介して入手できるフリーソフト

三仲：遠隔連続測定におけるパソコン通信の利用

ウェア³⁾があるので自作する必要はない。これらの通信ソフトには、簡易言語による自動運転機能もあるので、データのダウンロードに要する手間も大幅に軽減される。

ホスト側の通信ソフトとして、一般のパソコン通信センター用のソフトは市販品、フリーソフトウェアともに高機能なものが多数あるが、これらは電子掲示板・電子メールなどのサービスを実現するためのもので、測定用のソフトと同時に利用できない。

結局、パソコン通信を利用して遠隔測定をする場合に自作すべきソフトはホスト側（測定器側）のものだけでよく、従来の計測用ソフトに通信機能を組み込むだけでよい。従って、以下ではホスト側の通信ソフトを作る際の要点のみを述べる。

3. 通信プロトコル

(1) モデム内蔵プロトコル

最近のパソコン通信用モデムには、Microcom 社が提唱した MNP (Microcom Networking Protocol) の Class 4 または 5 程度が内蔵されているのが普通である。MNP で接続する場合、モデム同士が自動的にエラー訂正を行うので、通信ソフトでその対策をする必要がなくなった。

さらに Class 5 の場合は、モデム間で本格的なデータの圧縮転送を行うので、実効伝送速度は名目の速度の 2 倍近くに達する。例えば、2400bps のモデムを使用している場合、Class 5 接続のときは、実質的には約 4000bps の伝送速度になる。

しかし、パソコンとモデム間の伝送速度が 2400bps のままなら、この利点は全く活かされないことになる。そこで、MNP モデムには端末速度固定モードが用意されており、このモードでは、モデム＝モデム間の通信速度とは独立に、パソコン＝モデム間の通信速度が設定できる。2400bps のモデムを Class 5 接続で使用するときは、パソコン＝モデム間の速度（すなわち通信ソフトに設定する速度）は 9600bps 程度にすべきである。

モデム内蔵のデータ圧縮機能は、実際のパソコン通信ではマイナスの面もある。パソコン通信では、すでに圧縮されたデータを伝送することも多いからである。すでに圧縮されたデータをさらに圧縮しようとしても実際にはほとんど効果が無く、むしろ圧縮作業のための時間が無駄になる。しかし、転送データ量や通信プロトコルにもよるが、データブロックのサイズを大きくしておけば、この時間の損失はあまり気にする必要は無いと思われる。

(2) 無手順 (TTY 手順)

ホストに対するコマンドやホストからの短いメッセージなどは、無手順で送受信される。無手順 (たれ流し) 方式では、通常フロー制御のみが行われ、一般のパソコン通信センターでは XON/OFF 制御を用いている。これは、データと同様に X-ON (11H), X-OFF (13H) コードを送るものであるが、通信線にノイズが混入した場合や間違えてバイナリファイルを転送した場合には問題が生じる。

また、MNP モデムはモデム間でデータを一定長のブロックにして通信を行うので、X-OFF コードがすぐには相手に伝わらないという問題もある。なお、MNP モデムでは、端末=モデム間のフロー制御は RS/CS 信号線によるハードフロー制御を行うのが普通になっている。

今回の計測用ホストについては、通信が1対1であるのでフロー制御が必要となることは、まず考えられない。むしろ、端末側から誤って長大なファイルの送信命令をしてしまったときに、ファイル送信を途中でキャンセルする方策を用意しておくことの方が重要である（例えば、ホスト側がファイル送信中に、特定コードを受信すると送信を中止するなど）。

(3) XMODEM とその改良版プロトコル

パソコン通信でバイナリファイルを送受信する際は、XMODEM⁴⁾、KERMIT⁵⁾などのプロトコルが使われていたが、最近国内では XMODEM の改良版や大手ホスト局独自のプロトコル (Quick-VAN⁶⁾、B-Plus⁷⁾、など) がよく使われ、市販やフリーの通信ソフトにも組み込まれている。

SOH (01H)	ブロック 番号 (01H~)	FFH - ブ ロック番号 (FEH~)	ブロックデータ	チェックサム
1	1	1	128	1 byte

図2 XMODEM (128B, CheckSum) のブロック構造

ブロックデータが1024B のときは、SOH の代わりに STX (02H) にする。

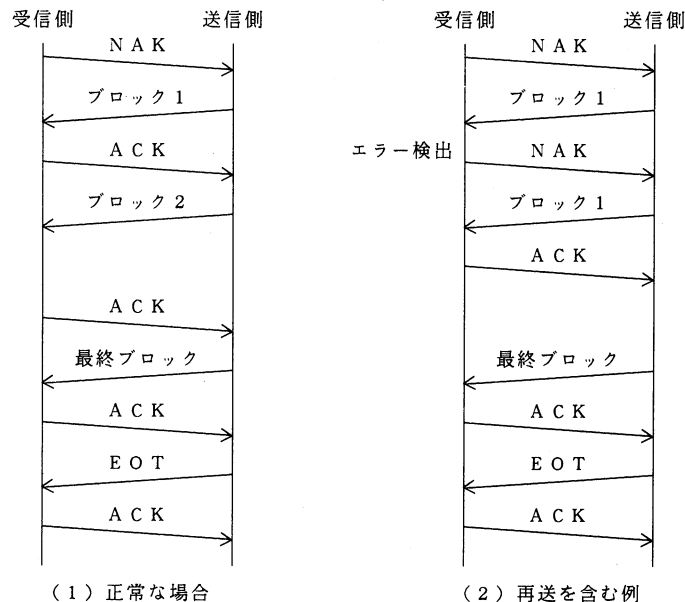


図3 XMODEM による転送シーケンス

- それぞれのコードは、ACK (06H)、NAK (15H)、EOT (04H) が使われる。
- ブロック送信後 ACK が来ない場合は、所定回数ブロックを再送し、それでも ACK が来ない場合は異常終了となる。
- 途中で、受信側から CAN (18H) を送ると異常終了となる。
- Checksum の代わりに CRC を用いるときは、NAK の代わりに "C" (43H) を使う。

三仲：遠隔連続測定におけるパソコン通信の利用

どのホスト局でも対応しているものは、XMODEMの基本型で、ブロックデータサイズが128バイト、誤り訂正にはチェックサム1バイトを用いるものである。このブロック形式を図2に、通信手順を図3に示す。

XMODEMの改良版には、ブロックデータ長を1024バイトにするもの、誤り訂正にCRC-16(またはCCITT-CRC)2バイトを用いるものなどがある。XMODEMの1024バイト、CRC方式に加え、ファイル名などを最初に送信するYMODEMも普及している。

MNPモデムでは、ブロックデータ長が128バイトの場合には相当転送速度が落ちるが、1024バイトであればさほど気にはならない。

最近になり、エラー訂正はMNPモデムに任せてしまい、YMODEMと同様なヘッダの後に全データを連続して送ってしまうMLINK手順[®]も登場した。電話回線の状態さえよければ、これが最も効率の良い方式であり、プログラムも簡単である。図4にMLINKのヘッダブロックの構造を、

SOH (01H)	ブロック 番号 (00H)	ブロック 番号 (FFH)	ファイル情報	チェックコード CRC-16
1	1	1	128	2 byte

図4 MLINKのヘッダ(ブロック0)の構造

ファイル情報としては、ファイル名、ファイルサイズ(10進数)、タイムスタンプ(グリニッジ標準時(GMT)の1970 01 01 00:00:00からの秒数を8進数で)をASCIIZで書く。ただし、ファイルをすべて送った後はすべてNUL(00H)で埋める。

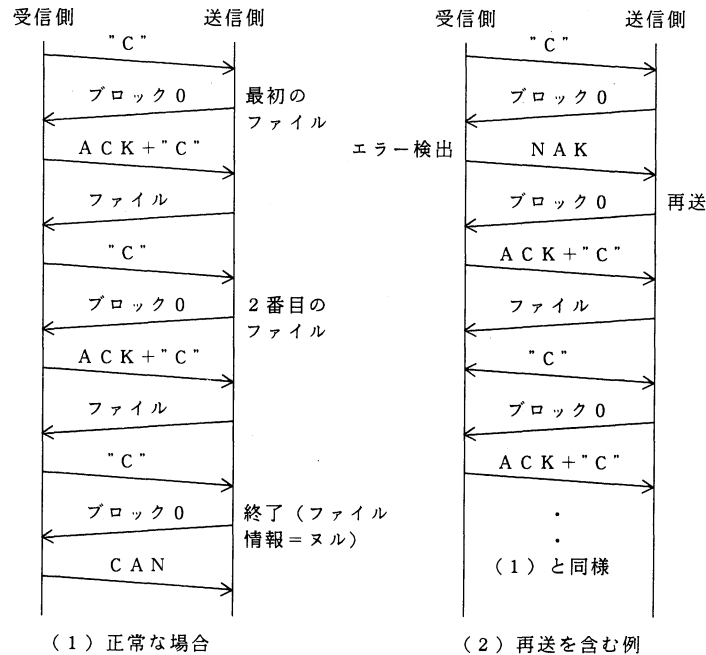


図5 MLINKによる転送シーケンス

- (a) YMODEM-Batch等と同様に複数ファイルの転送ができる。
- (b) 送信側のタイムアウトは60秒
- (c) いずれの側からでもCAN(18H)を送信すると中止する。

図5にその通信手順を示す。なお、フリーソフトウェアの WTERM⁹⁾ や Easy TERM¹⁰⁾ という通信ソフトは、MLINKにも対応している。

4. 通信用ソフトウェア

(1) データの圧縮

計測器側のソフトウェアに是非持たせたい機能として、データファイルの圧縮がある。著者らの計測の場合、30分おきにデータがアペンドされていくが、0時のデータ取り込みが終わった段階で、1日分のデータファイルを圧縮ファイルにまとめ、元のデータファイルは削除するようにしている。一般にデータファイルの圧縮率は大変よく、著者らのデータの場合には元の5%程度のサイズになっている。

これによりハードディスク等のメモリが節約でき、長時間データをダウンロード出来ない事態にも対応できること、ダウンロードする場合の通信時間も大幅に短縮できることなど利点は非常に大きい。

データ圧縮用のソフトも自作する必要はなく、フリーソフトウェアの LHA¹¹⁾ などを計測用ソフトの子プロセスとして起動すればよい。LHAによるデータファイル圧縮と復元の操作を図6に示す。

なお、データ圧縮は測定データの保存用にも不可欠である。

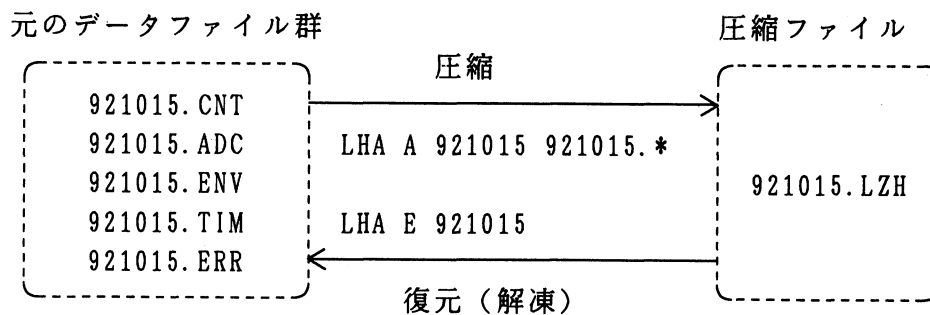


図6 アーカイバルHAの操作

計測システムの場合は、ホスト側のプログラムで必要なのは圧縮作業のみ。
端末側では、圧縮ファイルをダウンロードした後、それを解凍して使用する。

(2) 測定器側の通信ソフト

測定器側のソフトは、一定時間毎に測定データを読み込むルーチンで、シリアルポート割り込みを受け付ける形になる。すなわち、モデムからパソコンに信号が送られて来たときに、割り込み処理が行われる。

このプログラムを作る際にまず注意が必要なのは、間違い電話やいたずら電話への対策である。これらを排除するには、一般のホスト局と同様にログインの手続きを用意するのが簡単であろう。

三仲：遠隔連続測定におけるパソコン通信の利用

また、端末側が電話回線を切り忘れて、正規に終了（ログオフ）せずに回線を切断した場合の対策も必要になる。ログインの過程やログオン状態で、ホスト側に一定時間入力が無ければ、回線を強制的に切断するようにしておく必要がある。

さらに、測定データの読み込み時刻には通信を避ける（割り込み禁止にする）必要がある。そのためには、次回の測定データ取り込み時刻までの時間が、通信によるデータファイル転送に要する時間程度になれば、割り込み禁止（接続中なら強制的に回線切断）にしておくべきであろう。

結局、プログラム構造は図7と図8に示したものが最も簡単な形であろう。

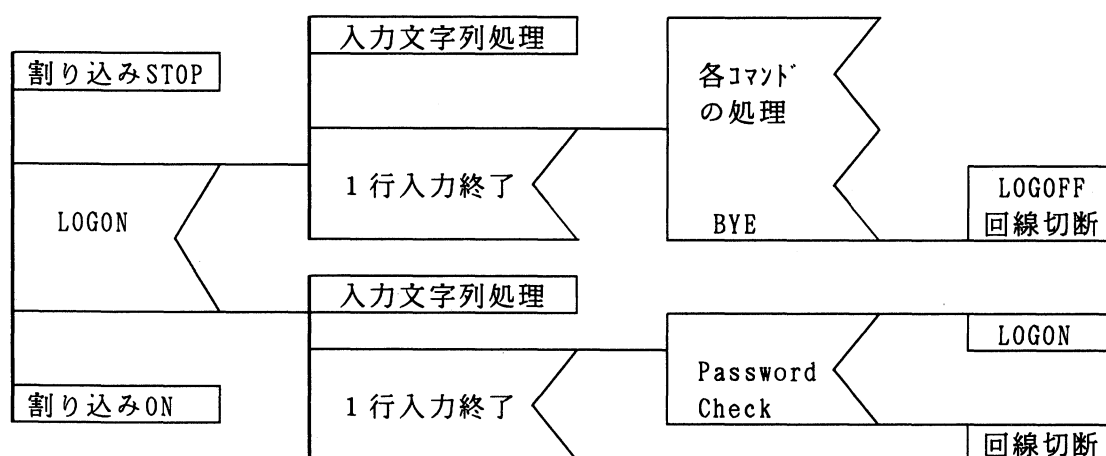


図7 シリアルポート割り込み処理ルーチン

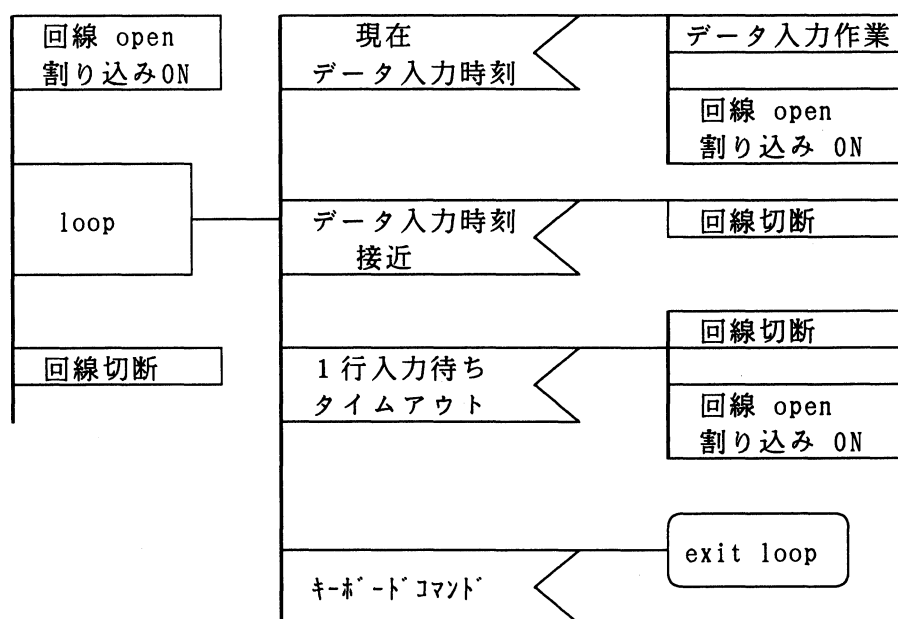


図8 計測用ソフト主要部

コマンドの種類としては、

- (a) ファイル一覧表示
- (b) ファイルの無手順ダウンロード
- (c) ファイルのXMODEM等によるダウンロード
- (d) 日付・時刻の表示/変更
- (e) コマンド一覧表示
- (f) ログオフ

などが最低限必要である。特に、旧式パソコンの内蔵カレンダーを使用するときは、タイマの精度も悪く、また年が変わらなかつたり、閏年に対応していなかつたりするので、日付・時刻の変更は欠かせない。

なお、コマンドはパラメータも含めて1行で送信する形式にした方が、プログラムも簡単になりトラブルが避けられるだろう。(例えば、ファイル一覧表示命令の場合に、DIR<改行>の後に、改めてパス名を入力するのではなく、DIR*.LZH<改行>のように、すべて1行形式にする。)この場合、図7の「入力文字列処理」は改行コードを受け取るまではシリアルポートから入力した文字を蓄積しておき、改行コードを受信したときに、その文字列をコマンドとパラメータに分離して返すルーチンになる。

(3) 端末側の通信ソフト

端末側の通信ソフトは、自作するのは単に労力と時間の無駄であるので、市販品またはフリーソフトウェアを使うべきである。これらの通信ソフトでは、簡易言語(マクロ)によるプログラムが組めるので、ホスト側の通信ソフトは基本的なコマンド処理だけ行えるようにしておけばよい。

例えば、何日分かのデータをまとめてダウンロードしたいことがある。この場合でも、ホスト側に1ファイルの送信機能さえ持たせておけば、端末側の通信ソフトの簡易言語により、複数ファイルの連続ダウンロードは容易に行える。ホスト側に複雑な通信処理をさせるのは、むしろトラブルの元になると思われる。

5. おわりに

この通信システムではCPU速度はあまり問題にはならないので、旧式のパソコンでも十分に利用できる。プログラミングがやや面倒になるが、8ビット機でも利用可能であろう。ただし、外部記憶として、フロッピーディスクや光磁気ディスクには長期間の連続測定には適していないものがあるようである。

また、測定データ取り込みのためすでにRS-232Cを使用している場合には、通信用にモデムボードまたは拡張RS-232Cボードとそのドライバが必要になり少し余分に費用がかかるが、技術的な問題は無い。

三仲：遠隔連続測定におけるパソコン通信の利用

状況によっては非常に安価で、通信プログラムの経験が無い方にも容易に構築できるシステムであるので、ご参考になれば幸いである。

最後に、さまざまな技術情報を頂いた安達修也（鹿屋ネット ID：3S）氏に感謝します。

参考文献と注釈

- 1) 一般的解説書のうち技術的な面まで比較的詳しいものは、八木 驍 編「パソコン通信入門」オーム社 (1989)
- 2) CCITT V シリーズ勧告の解説書としては、林 高雄 編著「モデムと電話網によるデータ通信」CQ 出版社 (1988)
- 3) フリーソフトウェアは、無料で提供されるものだが、著作権が放棄されている PDS (Public Domain Software) とは区別するために用いられる用語。
- 4) XMODEM は、1977年に Ward Christensen 氏が開発したプロトコルで、パソコン通信ネットワーク上で PDS として公開されたため、その後多くの改良版が生まれた。
- 5) KERMIT は、1981年に米コロンビア大で開発されたプロトコルで、PDS として公開されたためパソコン通信上でも普及した。
- 6) Quick-VAN は、PC-VAN で開発されたプロトコル。
- 7) B-Plus は、米 CompuServe で開発され、Nifty Serve でも使用されているプロトコル。
- 8) MLINK は、1988年に Dr. Tsuranu Yokoyama 氏が開発したプロトコル。
- 9) WTERM は、H. Inoue 氏が開発した無料の通信ソフト。
- 10) EasyTERM は、M. Kageyama 氏が開発した無料の通信ソフト。
- 11) LHA は、吉崎栄泰氏が開発した無料のアーカイバ。