

Proceedings of the Research Institute of Atmospheric,
Nagoya University, vol. 27 (1980) - Technical Note-

技 術 報 告

DATA TRANSMISSION SYSTEM WITH A TELEPHONE LINE FOR THE OBSERVATIONS OF ELECTRIC FIELD CHANGES DUE TO LIGHTNING DISCHARGES

Masahiro NAGATANI, Hiroshi NAKADA and Minoru NAKANO

Abstract

Data transmission system with a telephone line was developed for the observations of the electric field changes due to lightning discharges. Preliminary observations were made around Unoke near Kanazawa in the winter of 1979. A far station, Hanazono, was linked to the main station, Unoke, with a telephone line. The data of the electric field change at Hanazono were digitized every $100\ \mu\text{s}$ to store in the memory, and these were sent to Unoke by a telephone line of 1200 baud. The received data at Unoke were recorded on the magnetic tape together with the date and the time. System controls were carried out with single-board microcomputers at both stations. It was confirmed by preliminary observations that the system was usable for multi-station observations of the electric field change.

雷放電による電界変化観測データの公社専用回線を用いた伝送システム

長谷正博 中田 滉 仲野 黄

要旨： 雷放電による電界変化の多点観測のために電々公社専用回線を用いたデータ伝送システムの基礎開発を行った。1979年11月・12月に石川県宇の気町周辺で行った多点観測中に、このシステムを用いた試験観測を行った。遠隔観測点（金沢市一花園）での電界変化は100マイクロ秒毎にデジタル化されて、いったんメモリーに記憶され、1200ボー規格の公社専用回線で主観測点（宇の気）に伝送された。宇の気で、このデータは日付・時刻と共に磁気テープに書き込まれた。システムの制御は両観測点でマイクロコンピューターを用いて行った。試験観測の結果、このシステムは雷放電による電界変化の多点観測に十分使用可能であることがわかった。

1.はじめに

雷放電の放電位置、放電電流量などを決定する有効な手段の一つとして、雷放電による電界変化の多点同時観測が考えられる。従来、当研究所で行っている冬期雷観測における電界変化の多点同時観測では、各観測点にアナログ式のエンドレス・データ・レコーダを置いてデータを記録していた。しかし、この方法では雷発生後約3時間以内にテープを回収しなければならず、また他の観測項目の観測もあり、それらの観測に支障をおよぼす事も考えられる。このためには主観測点においてすべてのデータを収集することが望ましい。

昨年（1979年11月、12月）石川県宇の気町周辺で電界変化の5点同時観測を行ったが、その際データ遠隔収集化の試みとして約9 Km 離れた最も遠い観測点（花園）から電々公社専用回線を利用して主観測点（宇の気）へデータ伝送を行ったので、そのシステムの概要、動作及び実験結果を報告する。

2.伝送方式について

雷放電による電界変化を測定するには少なくとも DC~1KHz 以上の周波数帯域が必要であり、従来使用されて来たレコーダの周波数帯域は DC~1KHz である。本伝送システムにおいても同程度の帯域の信号を伝送する事を目的とし、今回は電々公社専用回線の2線式モデムの、伝送速度 1200 ボーのものを採用した⁽¹⁾。この伝送速度では前記の周波数帯域の信号を実時間で伝送する事は出来ないで、いったん、観測点で波形記憶装置(DIGITAL MEMORY)を用いて信号を記憶させ、その内容をマイクロコンピューターを使ったコントローラーで順次伝送する。このような方式のため伝送に要する時間(約37秒)と、受信側で受信されたデータをデジタル・データ・レコーダに記録する時間(約9秒)が観測出来ない時間となる。ワードの伝送フォーマットは、スタートビット(1) + データビット(8) + ストップビット(2) の11ビットで構成され、伝送時間は、ワードのビット数(11) × 全データ数(4096) ÷ 伝送速度(1200) で表わされる。

3. 観測システムの構成とコントロール

3.1 送信側

図1に観測システムの構成図を示す。スローアンテナ (SA) と呼ばれる電界変化受信機の受信信号を波形記憶装置 (DIGITAL MEMORY 以下 DM) に入力する。DM の外部トリガ入力には、電界変化を検出したときに、トリガ信号発生回路 (TRIG) により作成されたトリガ信号を入力する。この DM は送信側コントローラ (T- CNTRL) で制御される。

コントローラは市販のシングルボード・コンピューター・キットを改造して製作した。CPU は Z-80⁽²⁾である。図2に送信側コントロールのプログラム・フローチャートを示す。コントローラと DM の信号は I/O ポートを通じて交流する。

コントローラはプログラムのスタートで、DM のリセット、I/O ポートのセット、USART⁽³⁾ (プログラマブル・コミュニケーション・インターフェース、8251) のモードセットなどの初期設定 (INITIAL) をする。その後 DM に測定命令を出すと、DM はサンプリング動作 (データのデジタル化と内部メモリーへの書き込み) を続ける。DM のメモリー (8ビット・4 Kワード) は、アドレスになっていてサンプリング動作中は常に新しいデータで書き換えられている。DM はトリガ信号を検出するとプリディレイ機能 (トリガ検出時点より予め設定された時間の後サンプリングを停止する) により、トリガ検出時点の前後で計 0.4 秒間 (100 マイクロ秒サンプリング時) の信号を保持して測定を終了する。

コントローラは DM のステータスをたえず監視していて、DM の測定終了を検出すると、USART を送信モード (S- MODE) にセットし、モデムから送信キャリアを送出させ、まず初めに伝送フラグを受信側に伝える。このフラグは伝送されるデータの内容を受信側に知らせるもので、/ 6 進コードで : 00 : は通常伝送 (新しいデータ) を、: FF : は前に伝送したものと同一データの再伝送であることを表す。再伝送が行われるのは前の伝送でエラーが検出され、受信側から再伝送の要求が送信側に伝えられたときである。

伝送フラグを送出した後、コントローラは DM の内容を / ワードずつ読み出し、USART 及びモデムを介して伝送する。伝送が終了すると USART を受信モード (R- MODE) にセットして受信側からの伝送フラグ (ECHO) の到着を待つ。送られて来たフラグが : 00 : であった時は次の観測に移り、: FF : の時は再伝送を行う。なお送信側で停電等のトラブルがあると、回復後コントローラはプログラムの最初から自動再スタートする。従って伝送途中に、これらのトラブルがあったとき、受信側は再伝送の要求を出す、再び伝送されるのは新しいデータが観測されてからであり、トラブルの際のデータは失われる。

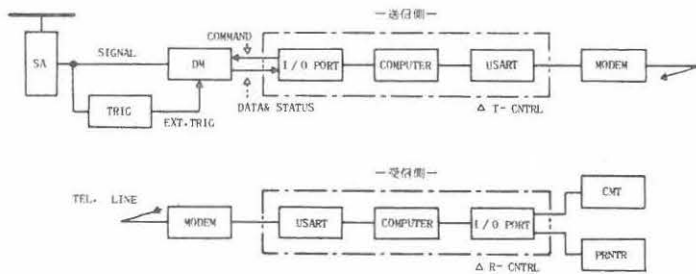


図1 観測システムの構成図

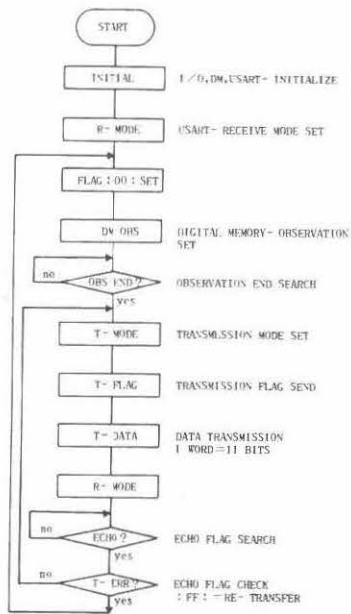


図2 送信側プログラム・フローチャート

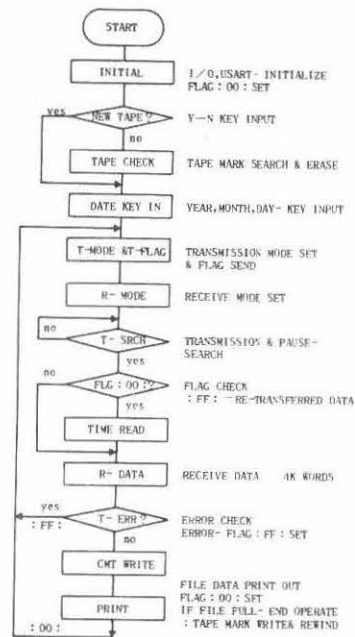


図3 受信側プログラム・フローチャート

3.2 受信側

受信側モデムで受信されたデータ信号を、USART を通じて受信側コントローラー (R- CNTRL) に入力する。コントローラーは COMPO- BS/80⁽⁴⁾ と呼ばれる市販のマイクロコンピューター・セット (COMPO- BS ユーザーズ・マニュアル, 1977, 日本電気) にインターフェース部を増設して構成した。図3に受信側コントロールのプログラム・フローチャートを示す。

コントローラーはプログラムのスタートで、I/O ポートのセット、デジタル・レコーダ (CMT), USART などの初期設定 (INITIAL) を行う。次に日付データのキー入力を要求するので入力を行う。これが終るとデータの到着を知るためと、受信中断の命令 (受信側での業務を中止して待期する - PAUSE) を検索する。受信が始まると、まず送られて来た伝送フラグの確認を行い、フラグが : 00 : の通常伝送であれば、そのときの時刻を時計回路より取り入れ、その後 / ワード毎エラーチェックを行いながら内部メモリーに書き込んで、全データを受信する。エラーチェックは USART のステータスを読む事により検出する。フラグが : FF : であったときは、時刻の取り入れは行わずデータの受信に入る。受信が終了した段階で、受信途中にエラーがあった事がわかると、伝送フラグ (ECHO) を

: FF:とし、送信側に送り同データの再伝送を要求する。

伝送が正常に行われたときは、まずデータ番号、時刻、日付を記した / ブロック (CMT に書き込まれるときのデータの単位で、ここでは256バイト / ブロックである) を CMT に書き、続いてメモリー内のデータを ASCII コードに変換しながら、32ブロックを費して全データを書き込む。コード変換を行うためデータのバイト数は2倍の8K バイトとなる。以上の過程が終了すると、コメント用として観測されたデータ番号、時刻、日付がプリンタ (PRNTR) に印字される。最後に伝送フラグ:00:を送信側に送出して次のデータの到着を待つ。

送信側はこのフラグを受け取ると、次の観測に入る。CMT に所定のデータ・ファイル数が書き込まれるとデータ・テープにテープ・マーク (以後に必要なデータが書かれていない事を表わすコード) を書き込み、テープを巻き戻して後、新しいテープとの交換を待つ。

先の受信中断命令はキーインにより行うが、コントローラーはこの命令を検出すると所定ファイル数に達しなくても業務を中止して次の命令を待つ。次の命令ではこのまま観測を終了することも、再び観測に入る事も出来る。また所定ファイル数に達していないテープはテープチェック・ルーチンを通させる事により最後のデータの後から続けて使用する事が出来る。

4. モデムのコントロールについて

ここで使用したモデム機器は DATAX N1200 (DATAX N1200 変復調装置、取扱説明書 DOI-E0039) と呼ばれる電々公社の規格を満足するものである。送受信側共にこのモデムとコントローラーとのインターフェースには USART (8251) を用いたが、この USART にはモデムからの CD 信号 (ON: キャリア受信中) を受け付ける機能が直接にはない。2線式モデム伝送において注意しなければならないのは、送信側と受信側のキャリアを同時に送出出来ない事である。このため USART を送信モードに設定しモデムからキャリアを送出する際に予め受信キャリアの有無を検出しなければならない。本システムでは、モデムの DSR出力信号 (ON: モデムが送受信可能である) と CD 信号との NAND (論理積の否定) 信号を USART の $\overline{\text{DSR}}$ 入力信号 ($\overline{\quad}$ は負論理の意) とし、コントローラーのソフトウェアで USART のステータスを識別し、キャリアが受信されていない事を確認してから USART を送信モードにセットする。この確認と、伝送フラグの送受を行う事により、送受信両側で同時にキャリアを送出する事が避けられる。

5. 伝送試験結果

1979年11月から12月にかけての約1ヶ月の観測期間中、本システムを用いてデータの伝送試験を行ったところ、本システムは良好な動作をすることが確認された。図4は本伝送試験によって得られた電界変化の記録データと観測点に併置した従来の方式であるアナログ式データ・レコーダによる記録データの一例である。伝送によるデータ波形は当空電研究所の大型コンピューターによるグラフィック・ディスプレイからのハード・コピーであり、従来の方式のデータ波形は、電磁オシログラフにより再生したものである。

6. 今後の課題

今回の伝送システムは伝送観測点が一点だけであったが、全観測点 (昨冬5点) を伝送による観測方法にする場合、受信側でデータ処理を高速化する事が重要な課題となる。また受信機の利得の

変更なども伝送回線を通じて制御出来るように改良することも望まれる。

DM のトリガ発生回路は、雷放電による電界変化によってのみ確実に動作し、他の雑音で誤動作しないようにする必要がある。そのために例えばアンテナの先端放電だけによる信号を区別しなければならない。これら他の雑音による動作は直接観測時のデッド・タイムとなって現われるからである。

謝辞

この報告を書くにあたり御助力願った当空電研究所の仲井猛敏教授及び竹内利雄教授に深く感謝する。

このシステムの開発、実験は文部省科学研究費補助金によって行われた。

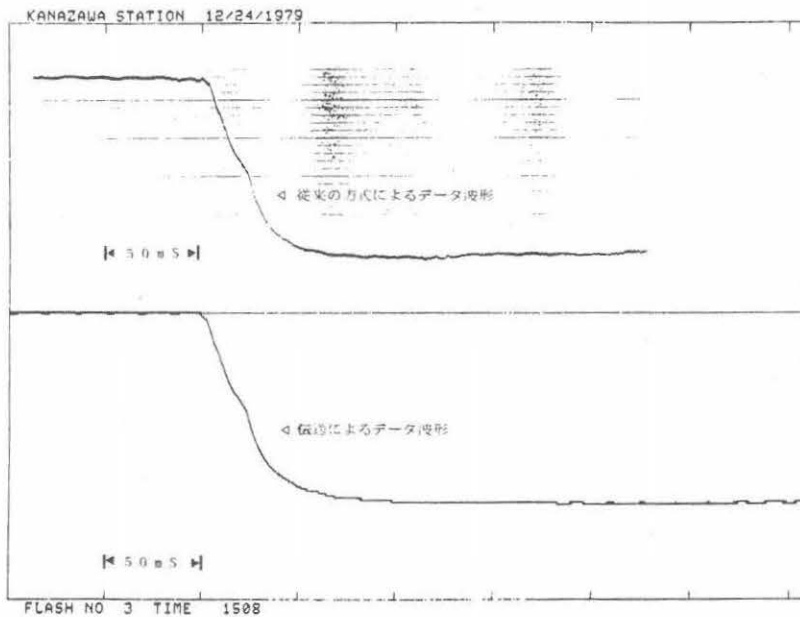


図4 記録データ波形の一例

参考文献

- (1) 後藤幸男, 1979年: 公社回線の種類と使い方, トランジスタ技術, 177, 240-252.
- (2) MOSTEK: Z-80 マイクロコンピュータ マニュアル
- (3) intel, 1977年: マイクロコンピュータユーザーズ・マニュアル MCS-85, 4-1-4-14.
- (4) NEC, 1978年: COMPO BS/80 ユーザーズ・マニュアル