

表計算ソフトを利用したVLF観測の自動データ処理システム

渡邊 伸夫*, 太田 健次*

An Automatic Data Processing System for VLF Observation
Using of Work Sheet Calculation Softwear

Nobuo WATANABE* and Kenji OTA*

(Received May 31, 1993)

The softwear controller for analysing data of VLF radio wave is shown in this paper. This controller, consisting of a special driver and a normal driver on the market, enables us to connect the many devices and check the analysing data in real time as well as during observation time.

Using a personal computer installed with these drivers, bar code system, modem system and VLF observation system, we will be able to analyse automatically the observation data on remote operation with high speed.

1. まえがき

本システムはVLF電波観測¹⁾のデータの集計や分析、統計処理を市販の表計算ソフト及びパーソナルコンピュータなどを利用して、オンラインリアルタイム(Online real time)で実行するものである。本システムでは専用のドライバ(Driver)を開発することで、市販のアプリケーションソフト(Application software)に対して、観測装置やバーコードシステム(Bar code system)などを簡単に接続することを可能とした。従来のドライバでは成し得なかったモデム(Modem)や通信回線などを利用した遠隔自動観測システムに応用して、オンラインで高速に観測データの収録と分析処理が実行できる。

2. 本システムの特徴

VLF電波観測装置とは対馬で送信されている10.2 kHzの航行用オメガ電波を受信するシステムであり、図1にその構成を示す。このVLF電波を東西、南北の直交ループアンテナ(Loop antenna)とパーティカルアンテナ(Vertical antenna)で受信した信号成分 V_x , V_y , V_z の

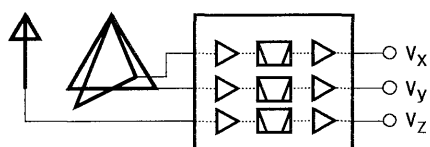


図1 VLF受信機の構成

振幅と位相をそれぞれ測定し、到来方向と電界強度や偏波特性²⁾を求める。観測されたデータは日付、時刻データと共に逐次通信ポート(RS-232C Serial interface port)を通して伝送され、さらにそのデータをパーソナルコンピュータなどで受信し、データの記録と収録を行うものである。

従来、観測データの分析、統計処理は受信したデータを一定期間毎に一旦、フロッピーディスク(Floppy disk)にファイル(File)として蓄えてから、別のパーソナルコンピュータを使用して読みとり処理していた。したがって、データを分析し目的である現象を確認できるまでには時間遅れが生ずることになる。例えば、ある観測データの分析結果を基に他の観測計画を実行すると言った、多次元観測を実施する場合には、特に迅速な分析処理が

*電子工学科(Department of Electronic Engineering)

必要となり、こうした時間遅れのあるシステムの利用はいたって不便であった。

そこで、観測装置と分析装置とを通信回線で接続し、オンラインリアルタイムで実行できるデータ収録、分析システムが必要となる。しかし、それぞれの観測装置毎に対応した専用システムのソフトウェア開発は、コストやデータ交換の便利さを考慮すると、汎用性のある市販の表計算ソフトに機能を追加し、共通利用する方法が最も効果的で便利と思われる。

本システムはRS-232C通信ポートから、直接アプリケーションにデータ入力を実行するための、専用ドライバを開発することで、受信した観測データを任意の市販ソフト、例えばLotus-123[®]に直接記入するものである。従来のドライバでは成し得なかった、高速大容量のデータ受信とアプリケーションの操作とを同時に実行しても、データの垂れ流しや取りこぼしの無い信頼性の高いシステムを実現した。これにより、特に自動観測システムにおいて、常時あるいは不定時に伝送されてくるデータを受信しながらデータの収録、分析、統計処理がオンラインで実行でき、現象をいち早く確認できる。

本ドライバをVLF電波観測に応用すれば、一定間隔でのサンプリング(Sampling)データから電波の到来方向、電界強度、偏波特性を計算することにより電離層の状態を監視し、変動が検出されればサンプリングの間隔を細かにする自動観測が可能となる。

3. 専用ドライバの特徴

本ドライバはPC-9800パーソナルコンピュータ(以下PC98)のキーボード入力と並行して、RS-232C通信ポートからデータ入力を実行するものである。

RS-232C出力ポートを持った観測装置や測定装置をパーソナルコンピュータに接続することで、一般の市販アプリケーションソフト(Lotus-123)に観測機能を簡単に組み込み、大量なデータを高速にオンライン処理することが可能である。

また、本ドライバは市販のアプリケーションプログラムに対して、フィルタ⁷⁾(Filter)のような形でコマンドライン⁷⁾(Command line)から起動する。従来のドライバと異なりRS-232Cバイオス⁴⁾(BIOS: Basic Input Output System)または、MS-DOS(Disk operation system)付属のRS-232Cデバイスドライバ⁷⁾が持っている、バッファリング(Buffering)機能や、Xパラメータの処理機能⁴⁾(受信バッファのフロー制御: Flow control)などをそのまま活用することが可能である。したがって、入力モード以外のデータ処理時間中やアプリケーションを休止した後に受信入力があった場合でも、確実にバッファリングされるとともに、9600bps(Bit

per second)など高速なデータ伝送レートにおいても、データの垂れ流しや取りこぼしなどの無い安定した動作を実現した。

本ドライバ独自の機能として、RS-232CバイオスのXパラメータ処理と並行して、アプリケーションの実行中に意識的に受信を止めたり再開したりするフロー制御が可能である。これは、キーボードから[^]Sキー([CTRL]: コントロールキーを押しながらSキーを押す)を入力することで一時的に受信入力を停止するものである。これによりオンラインの状態でも安心して分析処理が実行でき、この間に受信されたデータは、RS-232Cバイオスの働きにより自動的に受信バッファに蓄えられる。データ入力を再開する場合には[^]Q([CTRL]+Q)キーを入力することで、バッファに蓄えられたデータを取り込みデータの記入を再開する。

さらにもう一つの特徴は、ある特定のキャラクタを受信すると、それに続く1文字の2キャラクタをファンクションキーや矢印キーなど特殊キーに変換し入力することができる。これにより通信回線を通して、外部装置からアプリケーションのリモート制御が可能となり、さらにロータスのマクロ命令[®](Macro instruction)を組み合わせることで、単なるデータ入力に限らず複雑な処理が可能となった。

このように本ドライバは、特に高い信頼性が要求される自動観測システムなどに応用して、オンラインリアルタイム処理を行うのに適している。VLF観測に限らず、バーコードリーダ(Bar code reader)やカードリーダ(Card reader)など様々な装置と組み合わせることで、従来の市販ソフトの応用範囲を飛躍的に拡大するものと思われる。

4. 専用ドライバの動作原理

一般に、キー入力操作の代わりとして、RS-232C通信ポートから受信したデータを入力することは、DOSレベルでリダイレクト[®](Redirect: 入出力の再指定)を実行することにより簡単に実現することができる。しかし、DOSレベルで補助入出力装置と呼ばれるRS-232C通信ポートを利用したりリダイレクトやフィルタでは、特殊キーなどの入力がサポートされない。このためアプリケーションによっては、仮にデータの入力はできたとしても、データの保存や終了の操作などの制御が不可能となり、コンピュータ本体をリセット(Reset)せざるを得ない場合が多い。

そこで本システムでは図2に示すように、受信データをPC98のシステム管理下にあるキーデータバッファ(Key data buffer)に直接書き込むことにより、あたかもキー入力があったと同様に、RS-232C通信ポートからの

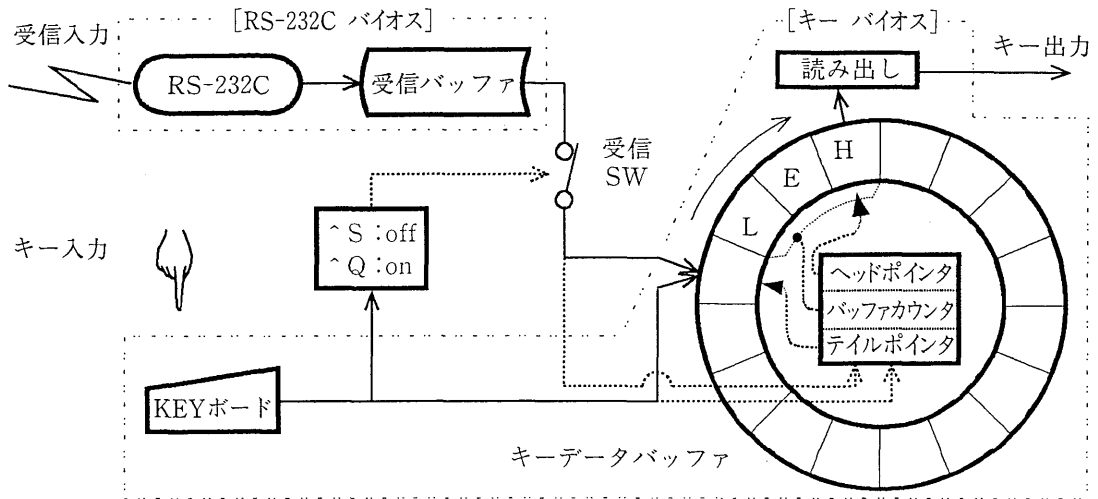


図2 専用ドライバの原理

データ入力の実行できる。

PC98システムではキー入力の実行されると、キーバイオスの働き(図2:[キーバイオス]部分)により、入力されたキー情報をスキャンコード(Scan code)と内部コードの2バイトからなる、キーデータコード(Key data code)に変換する。

変換されたキーデータコードは最大16文字分格納できる環状バッファ(キーデータバッファ)に順次格納される。この環状バッファは、バッファに格納されたキーデータの先頭アドレスを指し示すヘッドポインタ(Head pointer)と、次に新しく入力されるデータを格納すべき場所を示すテイルポインタ(Tail pointer)、そして、バッファ内のデータ数をカウントするバッファカウンタ(Buffer counter)の3つのレジスタ(Register)により管理されている。

ここで新たなキー入力があると、まず入力データを2バイトのキーデータコードに変換し、テイルポインタが指し示す場所に格納する。その後テイルポインタとバッファカウンタをそれぞれ1ポイント加算し、次の入力を待つ。またバッファがオーバーフロー(Overflow)した場合には、ブザーを鳴動させ新しいデータは捨てられる。以上がキーバイオスの主なデータ入力動作である。⁴⁾

一方、本専用ドライバではこのキーバイオスの動作と並行して、外部通信ポートより文字データを受信した場合には、まずバッファカウンタをチェックする。そこでもしキーデータバッファに空きがあれば、キーデータコードに変換し、テイルポインタが示す位置に格納する。このため、キーバッファがオーバーフローした場合でも、受信データが捨てられるようなことはなく、RS-232Cバイオス(図2:[RS-232Cバイオス]部分)の働きにより自

動的に受信バッファに蓄えられる。

つぎに、キーデータの読みだしはキーバイオスのデータ出力動作により、ヘッドポインタとバッファカウンタの内容に従って、キーデータバッファから順次読み出される。したがって、通信ポートから受信したデータもキーボードから入力されたデータも区別無く、アプリケーション及びシステムプログラム側では、すべてがキーボード入力と同一に扱われることとなる。

通常アプリケーションプログラムを走らせながら、こうした機能を実現するためには、本プログラムをドライバとして予めコンフィグファイル(Configuration file)などでメモリ(Memory)に常駐させ、1文字データを受信する毎にRS-232C受信割り込みによって、上記のようなキーデータバッファ操作を行うことで実現される。

ただし、この場合にはPC98本来のRS-232Cバイオスやデバイスドライバの機能は停止し、これらの持つバッファリングやフロー制御機能を利用することはできない。すなわち、単に16個の環状バッファのみを直接受信割り込みにより制御する方式のドライバでは、高速データ受信時においてバッファがすぐにオーバーフローする恐れがある。したがって、自動観測システムなど高い信頼度が要求されるシステムへの応用は不向きである。

一方、これら大容量の2重バッファリング機能と、フロー制御機能を含めた専用ドライバの開発は、複雑でかなりの時間を要すると思われる。

5. 本システムの構造と動作

本ドライバの方式はRS-232C受信データの有無をタイムシェアリング(Time sharing)方式で監視することにより、アプリケーションプログラムを走らせながらRS

-232C受信入力を行うものである。

本ドライバのプログラムはメインプログラム(Main program)とタイマルーチン(Timer routine)の2つのプログラムで構成され、アプリケーションプログラムに対してフィルタのような形で作動する。

すなわち、メインプログラムからアプリケーションプ

ログラムを子プロセス³⁾(Child process)として起動し、アプリケーションを実行しながら周期的にタイマルーチンを呼出し、受信データの有無をチェックする方法である。RS-232Cデバイスドライバやバイオスを持つ機能をそのまま利用することで、構造的には至って簡素な短いプログラムとなった。

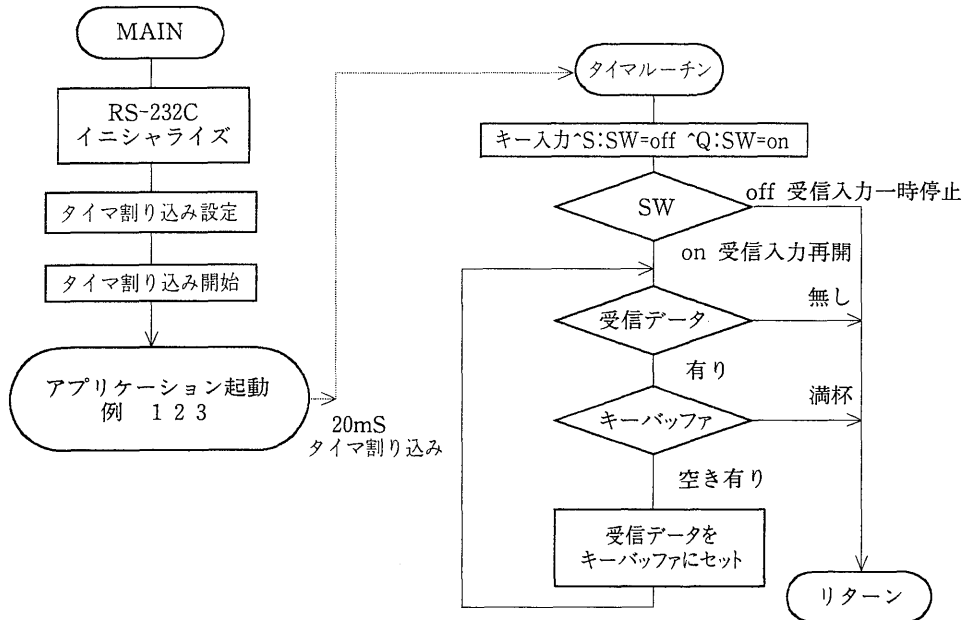


図3 本システムのフローチャート

図3にそのフローチャート(Flowchart)を示す。メインプログラムを起動すると、最初に通信ポートのイニシャライズ(Initialization)を実行する。ここでは主に通信速度、データビット長、ストップビット(Stop bit)数、パリティ(Parity check)の指定とバッファの大きさ、Xパラメータなどの指定を行う。ここでフロー制御を実施した場合には、自動的に受信バッファが全体の4分の3以上に満たされた時CTRL-Sコード(16進表記で13H)を送信して、周辺機器に対し送信の停止を要求する。反対にバッファのデータ量が4分の1以下になるとCTRL-Qコード(11H)を送信して、相手機器にデータ送信の再開を要求する。⁴⁾

つぎにメインプログラムではタイマ割り込み³⁾(Timer interruption)の設定を行う。これは割り込みルーチンの指定とインターバルタイム(Interval time: 割り込み周期)の設定であり、ここでは20msに選んだ。続いてタイマ割り込みを許可した後、メインプログラムはアプリケーションプログラムを子プロセスとして起動する。ここでアプリケーションに実行が移り自らは一時停止状態となる。

タイマルーチンはタイマ割り込みにてアプリケーションプログラムから周期的に実行される。ここではまずキー入力をチェックし、もし[^]Sキーが押されたならばSW(受信入力の制御スイッチ)を“off”にして受信入力を一時停止させてリターン(Return)する。反対に、[^]Qキーが押された場合にはSWを“on”にして受信入力を再開する。但し、[^]S及び[^]Qはアプリケーションへも入力されるためアプリケーションの中でこれらを使用する場合には注意が必要である。

受信入力ルーチンでは、まずRS-232Cバッファの受信データ長をチェックし、もし受信データがあれば更にキーデータバッファの空きをチェックする。その後、必要に応じてRS-232C受信バッファからキーデータバッファに1文字ずつデータを変換格納する。この動作は受信バッファが空になるか、またはキーデータバッファが満杯になるまで続けられる。このためタイマルーチンの先頭でタイマ割り込みを一時停止した後処理する必要がある。

最後にアプリケーションを終了すると、メインプログラムが復帰し、タイマ割り込みを終了した後動作を終了

する。

RS-232Cバイオスの動作は、アプリケーションプログラムの状態に関係なく、イニシャライズを実行した直後からシステムがリセットされるまで有効である。したがって、DOSに復帰した後では、受信したデータは全て受信バッファに蓄えられる。このため一部の市販ドライバに見られるように、コマンドラインに無意味なデータを表示して、貴重なデータを失う様なことはない。蓄えられたデータは、次回本システムをホットスタート (Hot start: 通信ポートのイニシャライズを省略して開始) した時点で直ちにアプリケーションに取り込まれる。

この様に本システムでは、PC98本来のバイオスを利用することで、強力なフロー制御とバイオス³⁾が許し得る最大19200bpsまでの高速データ伝送まで追従動作した。

プログラム開発はC言語を使用して、子プロセスの生成やタイマ割り込みは、それぞれTURBO-C³⁾のプロセス関数、インターバルタイマインターフェース関数を使用した。

6. 特殊キー

前章で述べたようにPC98では、入力されたキーデータはスキャンコードと内部コードの2バイトからなるキーデータコードに変換される。ここでは、ファンクションキーや矢印キー、INS, DEL, ROLL-UP, DOWNキーなどはすべて内部コードが00で、スキャンコードの違いのみで表現される。このため、通常ではキーボード以外からの入力は困難である。そこで、これら内部コードが零で表されるキーを特殊キーと呼ぶこととする。

(1) 特殊キーの入力シーケンス

本ドライバはキーデータバッファを直接制御する構造であるため、外部装置からスキャンコードと内部コードの2バイトを送信することで、特殊キーなどを含めた全てのキー入力が可能である。

ところが実際には外部装置としては、最初から特殊キーの入力を意識したスキャンコードと内部コードを送信できる特別なものではなく、一般に市販されている汎用の計測装置やバーコードリーダーなどがそのまま使用可能であることが望ましい。

本ドライバではRS-232Cポートよりキャラクタを受信すると、ドライバ内部でスキャンコードと内部コードを生成する方法を採用した。

ここでは、まず通常のキャラクタを受信した場合には、そのままスキャンコードのみを付加してキーデータバッファに格納する。つぎに、ある特定の制御キャラクタ例えば'\$'を受信した場合には、それに続く1キャラクタの合

計2文字を1データとして、ファンクションキーや矢印キーなどの特殊キーデータコードに変換し格納する。

これにより外部装置から通信回線などを通じて、アプリケーションプログラムの全機能をリモート制御することができ、Lotus-123のマクロ機能などと併せて活用することで、一段ときめの細かい処理が可能である。

(2) '\$'入力シーケンスによる特殊キーの表現

本ドライバでは特殊キーの入力シーケンスにおける制御キャラクタとして、'\$'を選んだ。これは最も利用できるキャラクタの種類が少ないバーコードリーダー⁹⁾ (Code-39シンボル)を想定したものである。

表1は\$シーケンスの1例である。ここで、'\$'に続く2文字目が数字の場合には、ファンクションキー[f・1]

表1 \$シーケンスと特殊キーデータコード

キャラクタ		Key	キーデータコード	
\$	5	[f・5]	66	00
\$	U	↑	3A	00
\$	D	↓	3D	00
\$	L	←	3B	00
\$	R	→	3C	00
\$	A	[CTRL]+A	1D	01
\$	[S.P]	[CR]	1C	0D
\$	\$	\$	04	24

～[f・10]を表し、'U','D','L','R'の場合はそれぞれ矢印キー↑,↓,←,→を表す。

つぎに、'\$'に続くキャラクタがその他の英字の場合にはコントロールシフトステータを表し、スペース[S.P]の場合には改行[CR]とする。そして、'\$'\$と連続した場合には'\$'文字の入力とする。

7. 本システムの応用例

既に述べたように本システムでは、市販のアプリケーションやユーティリティに観測装置やバーコードリーダーなどを接続して、さまざまな応用が考えられる。

ここでは、Lotus-123を利用した場合のデータ処理の一例を述べる。

(1) 本システムとLotus-123の機能

本システムはアプリケーションプログラム名をパラメータ (Parameter) として、コマンドラインから起動する。

Lotus-123では、セル (Cell) へのデータ記入は[CR] (改行) コードが入力される毎に実行される。そこで今、外部

装置からRS-232Cデータ入力があると、ただちに現在のセルポインタ (Cell pointer) が示す位置 (カレントセル Current cell) に受信したデータを記入する。ただし、セルポインタを移動させない限り次のデータを受信してもまた同じセルに記入されてしまう。このため、このままでは実用性に乏しく、何らかの方法でセルポインタを移動させる必要がある。

本例では前章で説明したよう '\$' シーケンスによる特殊キー入力機能を利用して、矢印やジャンプキー [f.5] などのキーコードを入力することで、外部装置からセルポインタを移動させることができる。一方、すでに外部装置としてデータ出力のみが指定されている場合には、セルポインタの選択やデータの記入など一連の操作を、マクロ命令を組み合わせて制御する。一連のマクロ命令は、'¥' 記号とそれに続く英文字をマクロ名とし、登録することができる。

また、マクロの呼出は、そのマクロ名に使用した英文字のコントロールシフトステートの入力により起動する

ことができる。⁶⁾

Lotus-123では豊富なマクロ命令が準備されている。次に、マクロを使用して複雑なデータ処理を実行する場合の例を述べる。

(2) 本システムとデータ処理

一般にVLF電波など連続的な観測データの収録、分析処理にLotus-123を使用して行う場合には、例えば、横軸 (列) 方向をデータ項目、縦軸 (行) 方向を時間等に設定し、受信したデータを順序よくセルに記入する方式がある。

また、データ管理や成績管理などにおいては、例えば、縦軸 (行) 方向を品名、横軸 (列) 方向を項目等に設定し、該当するセルをランダムに選択し、そこに特定なデータを記入する方式がある。大別すると一般にデータの記入には以上の2つの入力の仕方が考えられる。

本応用例では、表2に示すようなマクロ例を作成して、次のようなデータ入力モードを準備した。

	AA	AB
例 1	100 ¥X	{ONERROR ESCP}{?}{R}{BRANCH ¥X}
例 2	101 ¥Y	{ONERROR ESCP}{?}{D}{BRANCH ¥Y}
例 3	102 ¥M	{ONERROR ESCP}{?}{R}
	103	{ONERROR ESCP}{?}{R}
	104	{ONERROR ESCP}{?}{D}{L}{L}
	105	{BRANCH ¥M}
例 4	106 ¥T	{GETLABEL 定数 = ,WORK}{INDICATE 定数記入}
	107 LOPT	{GOTO}{ONERROR ESCP}{?}~
	108	/CWORK~~
	109	{BRANCH LOPT}
	110 WORK	
例 5	111 ¥A	{INDICATE 日付記入}{?}
	112 LOPA	{GOTO}{ONERROR ESCP}{?}~@TODAY~/RFD4~
	113	{BRANCH LOPA}
	114 ESCP	{INDICATE}{QUIT}

表2 Lotus-123 マクロプログラム例

① 右 (列) 方向連続記入モード。

外部装置から入力されたデータを、現在のセルポインタの位置から右方向に連続して記入する。

右矢印キーコードとデータを一連の文字列として入力し

ても可能であるが、ここでは例1に示すようなマクロ例を利用して制御する。

② 縦 (行) 方向連続記入モード

外部装置から入力されたデータを、現在のセルポイントの位置から下方向に連続して記入する。

例2にそのマクロ例を示す。

③ 柵目走査状記入モード

例1, 2を組み合わせることで、列方向にn点の項目を連続して記入した後、行(時間)を下げて同じことを繰り返し記入する。

例3にそのマクロ例を示す。

④ ランダムデータ記入モード

外部装置からランダムにセルアドレスを選択し、任意なデータ値を記入する。

Lotus-123を使用した場合は、ジャンプキー[f・5]とそれに続くセルアドレスとデータを一連の文字列データとして入力する。

並び順や値が全くランダムなデータの記入に便利である。

⑤ 定数記入モード

外部装置から任意のセルアドレスを入力し、予め決められた値のデータを記入する。

マクロ命令{GOTO}と組み合わせ、例4に示すようなマクロプログラムを準備する。マクロを起動し、定数データを入力する。以後繰り返しセルアドレスを受信すると、その位置に定数データをコピーし記入する。

このモードは、例えば、入力データが名簿順にならなくても、数値毎にまとめられたデータの記入に便利である。

⑥ 日付記入モード

外部装置から任意のセルアドレスを指定して、今日の日付を入力する。

このモードは、例えばバーコード等を利用して出欠簿の記入などに便利である。

例5そのマクロ例を示す。

8. まとめ

本システムは既存のアプリケーションにVLF電波観測など、さまざまな観測装置や測定器を接続して、オンラインリアルタイムによるデータの収録と分析を実現した。

本ドライバと外部装置とのインターフェースは、最も汎用性の高いRS-232Cシリアルインターフェイスを利用した。言うまでもなく他のインターフェイス、例えば、GPIOやパラレルインターフェイスなどに合わせたシステムの開発も可能である。

利用できるアプリケーションとして、1部のワープロやアプリケーションの中でRS-232Cポートを変化させるものを除いて利用可能である。

これらアプリケーションの機能をリモート制御することで、単純なバーコード処理システムから公衆電話回線などを通して送られてくる、無人ロボット観測所などの複雑なデータ処理に至るまで、巾の広い応用が考えられる。

今回は、これらの目的にあった汎用性のあるドライバの開発を主とした。VLF電波観測はその応用の一例であり、具体的な観測成果の報告は別の機会にゆずることとする。

9. 謝 辞

本研究に使用した専用ドライバの開発は平成4年度奨励研究費により支援された。関係各位に感謝すると共にご指導くださいました佐々木一彦教授に深謝いたします。

参 考 文 献

- (1) 高橋 修, 太田健次, 馬場清英: "共役点観測によるVLF送信局のホイスラモード波測定", 信学技報, EMCJ90-81, pp. 73-80, 1990
- (2) 太田健次: "ホイスラ到来方向の自動観測装置", 電子通信学会論文誌, J67-b, 8, pp. 869-876, 1984
- (3) TURBO C®2.0 REFERENCE GUIDE, Borland International, (株)マイクロソフトウェアアソシエーツ, 1988
- (4) PC-9800シリーズ テクニカルデータブック, アスキー出版局テクライト編, 1989
- (5) PC-9800シリーズ テクニカルデータブック増補改訂2版, アスキー出版局テクライト編,
- (6) Lotus 1-2-3™ R2.2j リファレンスマニュアル, Lotus Development Corporation, 1990
- (7) MS-DOS™ 3.3B プログラマーズリファレンスマニュアル, Vol.1 Vol.2, NEC Corporation, 1989
- (8) MS-DOS™ 3.3B ユーザーズリファレンスマニュアル, NEC Corporation, 1989
- (9) Spotron™ BARCODE総合カタログ, コロンビヤ貿易株式会社