

# マイクロソフト Windows 上で動作する望遠鏡制御プログラムの開発

吉田 茂：第五管区海上保安本部下里水路観測所

## Development of a Telescope Control Program to Run on Microsoft Windows

Shigeru YOSHIDA : Shimosato Hydrographic Observatory, 5th R.C.G.Hqs

### 1 はじめに

下里水路観測所では月による星の掩蔽現象（以後「星食」と呼ぶ）の観測を行っている。

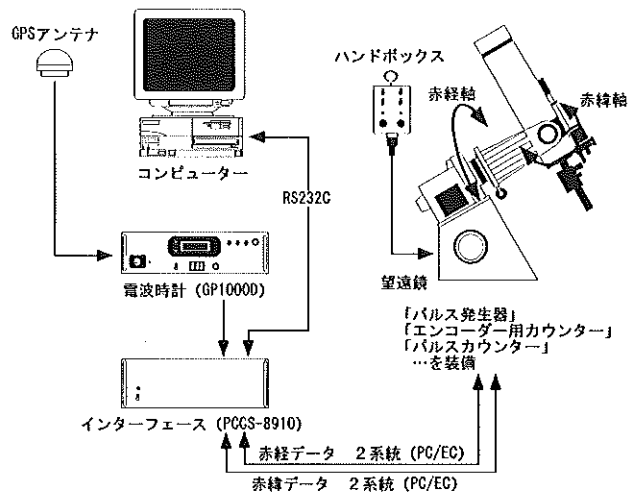
通常この観測には、望遠鏡接眼部に取り付けられた光電管の受光面に月の裏側に隠される（あるいは裏側から出現する）現象星を導入し、その光の変化を電気信号の強弱に変換して、時刻信号と同時に記録する手法がとられる。

そのためには望遠鏡の動作を正確かつ観測スケジュールに合わせてスムーズにコントロールする必要があるが、光電管を取り付けた望遠鏡の視野角度は300秒、その中に開いている星の光を導入する絞りの直径は10秒程度と非常に狭いため、手動のみで望遠鏡を天体に向けるにはかなりの熟練が必要である。このような理由により、下里水路観測所で使用している62cm天体望遠鏡は数値制御で望遠鏡の向きをコントロールできる能力が与えられていた。しかしこれを制御するプログラムは「N88-BASIC」で作成された古い物であり、昨今の新しいハードウェアやOS上では動作できなかつた。

下里水路観測所の望遠鏡駆動制御部のコンピューター（以後「PC」と呼ぶ）の更新に際し、Windows 95（以上）のOSで動作するGUIを基本としたプログラム「Pc\_drv67si」を作成することでこの問題を解決し、使い勝手を向上させたので同プログラムの開発の経緯及び操作概要等を報告する。

### 2 望遠鏡制御の概念

天体望遠鏡の制御の概念は第1図の通りである。PCからRS232Cで接続されたインターフェースに



第1図 機器概念図

Fig. 1 Machine linkage map.

コマンドを送信し、コマンドを解読したインターフェースが必要な処理をすることで制御を行う。インターフェースにはPCの他に「電波時計」と2軸分の「エンコーダーカウンター」、「パルスカウンター」が専用線で各々接続されている。

例えば、任意の星に向けるためには、現在向いている星と次に向ける星の視赤経赤緯を計算し、各々の赤経赤緯差が何度あるかを計算する。それがパルスモーターで何パルスに相当するか変換した後、パルス分だけ望遠鏡を動作させるコマンドをPCからインターフェースに送信し、インターフェースから「パルスカウンター」に動作信号が送られ、望遠鏡に内蔵された「パルス発生器」がパルスモーターを駆動し望遠鏡の向きが変わる。望遠鏡を駆動させる動作を他に例えるなら、製図に使用するプロッターにおいて、ペン位置を相対指定で移動させるのと同様動作であると考えて良い。

インターフェースは国際電子工業株式会社製で、コマンドは主に次の13個が用意されている、それらは「時計データの読み込み」、「赤緯のエンコーダー・パルスカウンタのデータ読み込み」、「赤経のエンコーダー・パルスカウンタのデータ読み込み」、「赤緯のパルスモーター動作状態」、「赤経のパルスモーター動作状態」、「赤緯のパルスモーターを指定パルス分動作させる」、「赤経のパルスモーターを指定パルス分動作させる」、「赤緯制御回路の初期化」、「赤経制御回路の初期化」、「赤緯のパルスモーターを1パルス正転」、「赤緯のパルスモーターを1パルス逆転」、「赤経のパルスモーターを1パルス正転」、「赤経のパルスモーターを1パルス逆転」であり、この他にメンテナンス用のコマンドも存在するが、制御には直接関係ないのでここでは割愛する。

### 3 Pc\_drv67si 作成の経緯

このプログラムは、もともと筆者が美星水路観測所在籍当時、平成10年1月に作成した「Pc\_drv5」を原型にしている。プログラム名は、「PC」で望遠鏡を「ドライブ」するプログラムのバージョン「5」であることを意味する。

当時の美星水路観測所においても今回の下里水路観測所と同じように、望遠鏡駆動制御部のPCの更新に際し、当時使っていたバージョン4.2(平成2年10月作成)のPc\_drvが新しいOSであるWindows95上で動作できない問題が発生しており、それに対応するために開発された。

バージョン4.2以前のプログラムは、低速のCPUと少量の記憶容量で動作することを念頭に置いて作成されていた。この当時のPCはNECのPC-9801シリーズ全盛の頃であり、CPUはi286クラスの非力なもので、記憶容量も640KByte止まりのマシンが大半の時代である。実装されている機能は観測時に最低限必要な望遠鏡駆動周りの制御および観測時刻のカウントダウン機能のみであり、多くの処理時間と記憶容量を必要とするガイドクレーター及びガイド星の選択や視位置計算は、1ヶ月分のデータとしてあらかじめ別プログラムで実行して作成する必要があった。

美星水路観測所では、観測時に望遠鏡の視野に現象星をとらえるために月のクレーター(ガイドクレーター)と月の周りの明るい星(ガイド星)を導入目標に使っている。これらを起点にする理由は、薄雲がかかっているような天候の悪いときでも月は見つけやすいこと、現象星の近くに常にあるので望遠鏡を向けるときの移動誤差も少ないからである。しかし、常に月の周りに明るい星があるわけではなく、場合によっては暗い等級のガイド星を選ばなくてはならない場合もある。このようなときは、薄雲や低高度のためにガイド星が確認できないことがまあり、月からかなり離れていても明るいガイド星を視野に導入することで、望遠鏡が正しい方向に向いているかどうか確認できたら観測効率が上がると考えられていた。

そこで、バージョン5ではガイドクレーター及びガイド星の視位置計算等を行う別プログラムを組み込んでプログラムの1本化をおこなった。

また、未対応だった2000年問題への対応も、このバージョンでなされた。

その後、プログラムは平成12年6月に下里水路観測所の62cm天体望遠鏡用に移植され、バージョン5.1 siとなり、現在ではそれまで別プログラムだった惑星や星雲星団を視野に入れる観望会用のルーチンも実装され、バージョン6.7si、Pc\_drv67siになった。なお、プログラム名の最後のsiの文字は、下里水路観測所の望遠鏡用であることを表している。

### 4 Pc\_drv67si 開発環境及び動作環境

#### (1) 開発環境

Pc\_drv67si は以下の環境で開発した。

使用言語

マイクロソフト Visual Basic Ver 6.0

ハードウェア

Epson VM2000

CPU : MMXPentium200MHz

メモリ : 95MByte

HD : 3GByte (Cドライブ)

OS

Windows95

(2) 動作環境

ハードウェア

IBM 互換機

RS232C 接続が可能なこと

サウンド出力が可能なこと

CPU : Pentium100MHz 以上

メモリ : 64MByte 以上

HD : 100MByte 以上の空き容量

この他に、MO もしくは CD-ROM ドライブ

OS Windows95 (以上)

グラフィックス SVGA 以上

その他 Internet Explorer, Netscape 等, HTML

ファイルが閲覧可能なソフト

上記の条件を満たせば、動作上は問題ないが、CPU は、より高速のものを使うことで、起動時の初期設定ファイル読み込み及び星図の描画時間を短くすることができる。

5 Pc\_drv67si の特徴

(1) 初期設定ファイルの外部化

4.2以前のバージョンからの改良点として Pc\_drv67si では変更可能性のあるデータを初期設定ファイルや参照ファイルとして外部ファイル化している。これらはテキストファイルとして保存されているため、エディターで変更可能である。このため、プログラム本体を修正することなく諸設定を変更可能である。

外部ファイルの1つとして第2図・Def.dat を挙げるので、参照されたい。

(2) ユーザーへの表示データの増大

Pc\_drv67si のメインウィンドウには、現在の時刻、現在望遠鏡に導入されている星(以下「現在の星」)及び次に導入される星(以下「次の星」)の名前と等級・高度・方位、観測予定のゲージ、望遠鏡の移動パルスカウントがリアルタイムで表示される。

また、ガイドクレーター選択画面では月面の様子が表示され、ガイド星選択や星雲星団選択画面ではそのときの星空の様子が画面に描かれるためユー

ザーは実際の天体の形と位置関係を感覚的に把握することができる。

(3) マウスとキーボードを使用したインターフェース

操作は、キーボードから数値やコードを打ち込むそれまでの方法から、画面上に現れるボタンやメニューをマウスでクリックする方法に改められた。ただし、操作性を上げるため、頻繁に行う操作ではキーボードを使ったショートカット操作も可能とした。

(4) 安全機構

下里水路観測所で使用している62cm天体望遠鏡は、鏡筒の底にある62cmの凹面鏡で星からの光を集めており、それを固定するセルは、鏡がたわまないように必要最低限の力で保持している。このため、望遠鏡を水平よりも下に向けて鏡が外れる危険がある。また、望遠鏡を乗せている架台はフォーク式赤道儀とよばれるタイプで、天の北極の近くと南極の近くには、鏡筒と架台が干渉してしまうため向けることができない。

```

この設定用のファイル def.dat は、sc_drv67si.exe と同じ7bitで入力しておくこと

# 観測機の位置座標
Obj_Lon = 135.551258 # 観測地の経度(ddd.ddd)
Obj_Lat = 33.342656 # 観測地の緯度(ddd.ddd)
Obj_Height = 63 # 観測地の標高(m)

# 視野角関連
Alt_Lim = 10.0 # 望遠鏡を向ける事のできる最低高度(ddd.ddd)
Decl_N_Lim = 45.0 # 南北方向に望遠鏡を向ける事のできる赤緯の最大値(ddd.ddd)
Decl_S_Lim = -63.0 # 南北方向に望遠鏡を向ける事のできる赤緯の最大値(ddd.ddd)

# 各項目のファイル名
Obj_List = C:\Data\Obj_List # 星表観測対象ファイルのある7bit名
Misc_File_Name = C:\Data\Misc_app\misc.dat # 月面上の場所を指定するファイル7bit名
Date_1_File_Name = C:\Data\Date_1.dat # 日曜祭りと休業日の表が記録されている7bit名
Cold_Stars_File_Name = C:\Data\Catalog\Pointing_StarList_15.dat # 星表7bit名
Guid_Stars_1_File_Name = C:\Data\Catalog\Pointing_StarList_15.dat # 星表7bit名(詳細7bit名)
SubStars_File_Name = C:\Data\Catalog\Pointing_StarList_15.dat # 星表7bit名
Messobj_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Messobj_Exploration.dat # 天体の観測7bit名
Yecan_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Yecan_Exploration.dat # 天体の観測7bit名
Misc_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Misc_Exploration.dat # 天体の観測7bit名
Explorer_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Explorer_Exploration.dat # 天体の観測7bit名
Situen_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Situen_Exploration.dat # 天体の観測7bit名
Uranus_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Uranus_Exploration.dat # 天王星の観測7bit名
Neptun_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Neptun_Exploration.dat # 海王星の観測7bit名
Jupit_Exploration_File_Name = C:\Data\Obj\Jupit_Exploration.dat # 木星の観測7bit名

# 各項目のファイル名
Sound_Waiting1 = C:\Data\Sound\Sound_Waiting1.Wav # 観測時に流す7bit名
Sound_Waiting2 = C:\Data\Sound\Sound_Waiting2.Wav # 天体導入時7bit名
Sound_Waiting3 = C:\Data\Sound\Sound_Waiting3.Wav # 望遠鏡移動時7bit名
Sound_Minus_5Min = C:\Data\Sound\Sound_Minus_5Min.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_10Min = C:\Data\Sound\Sound_Minus_10Min.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_15Min = C:\Data\Sound\Sound_Minus_15Min.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_20Min = C:\Data\Sound\Sound_Minus_20Min.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_25Min = C:\Data\Sound\Sound_Minus_25Min.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_30Sec = C:\Data\Sound\Sound_Minus_30Sec.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_45Sec = C:\Data\Sound\Sound_Minus_45Sec.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_35Sec = C:\Data\Sound\Sound_Minus_35Sec.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_25Sec = C:\Data\Sound\Sound_Minus_25Sec.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Minus_15Sec = C:\Data\Sound\Sound_Minus_15Sec.Wav # 観測の分前に流す7bit名
Sound_Pilot_10Sec = C:\Data\Sound\Sound_Pilot_10Sec.Wav # 観測の分前に流す7bit名

# 観測機の位置座標
Star_Cat_File_Name = C:\Data\Catalog\Star_Cat.dat # 星表7bit名(望遠鏡のレイト)形式で記録する7bit
Star_Cat_Old_File_Name = C:\Data\Catalog\Star_Cat_Old.dat # 望遠鏡のため修正7bit

# その他
Cold_Stars_Max_Count = 3.5 # 星表7bit名の最大数(ddd.ddd)
Cold_Stars_L = 10.0 # 星表7bit名の最小高度(ddd.ddd)
Telescope_View1 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View2 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View3 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View4 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View5 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View6 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View7 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View8 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View9 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)
Telescope_View10 = 10.0 # 望遠鏡の視野角(ddd.ddd)

```

第2図 Def.dat  
Fig. 2 Default data set.

ユーザーがある天体へ望遠鏡を向ける命令を Pc\_drv67si に出す際に、このリミットにかかる場所の天体を選択した場合は、望遠鏡を向けることができない旨の警告が表示されるようになっている。

また、同プログラムは、毎分、望遠鏡が向いている高度・方位を計算する機能を有し、望遠鏡を任意の方向に駆動させる以外でも、日周運動を追尾しているうちにリミットにかかった場合は望遠鏡の向きを変えるように促す警告が表示される。

下里水路観測所で使用していたバージョン5.1si までの望遠鏡制御プログラムは、望遠鏡を任意の方向に向ける命令を送ったときに望遠鏡のハンドボックススイッチが「手動」になっていた場合、暴走してしまった。そこで暴走を防止するため、ハンドボックススイッチが「手動」の場合警告を出す機能を持たせた。

#### (5) 観測時刻のカウントダウン

星食観測時前に現象星に望遠鏡を向けると、カウントダウンウィンドウが表示され、現象時刻までのカウントダウンが表示される。

#### (6) 全天の星と星雲星団、惑星、任意の星を導入可能

それまで別々のプログラムだった星食観測用の望遠鏡制御プログラムと、星雲星団、惑星を導入する望遠鏡制御プログラムを1つにまとめた。

それにともない、バージョン5では天球上の月の通り道である白道近辺の星データしかなかったが、全天の星データが利用できるようになった。データは外部ファイル化されているので、より精密な星データにすることが可能である。これは星雲星団についても同じである。

また、ファイル化されていない天体であっても視位置が分かれば入力ウィンドウからデータを入力することにより、導入可能である。

#### (7) 2000年分点の星表を採用

旧バージョンでは1975年分点の星表から観測日時の星の視位置を計算していたが、これを現在一般的

である2000年分点の星表からの計算式とデータに改めた。星の位置はSAO星表を、星雲星団は天文年鑑2000年版(誠文堂新光社)を、恒星、月及び惑星の視位置計算は天体位置略算式の解説(海文堂)と月刊天文ガイド(誠文堂新光社)を参考にした。

星の視位置計算には、恒星の固有運動、視差、地球の歳差・章動、光行差が補正されている。

#### (8) HTMLファイルを使用した星の説明

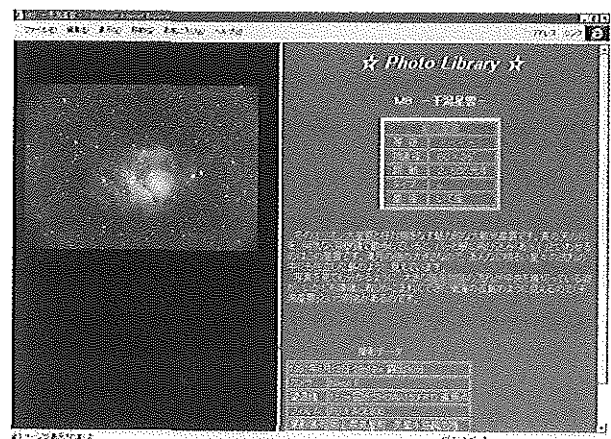
メインウィンドウ上の、「現在の星」あるいは「次の星」のタグをクリックしたとき、そこに表示されている星の説明ファイルがHD内に存在すれば第3図のように表示する。

星雲星団と惑星・月面についての説明はHTMLで記述している。そのため、語句をクリックすることにより関連のある説明ファイルをハイパーリンクでたどることが可能である。コンテンツの作成には海上保安庁水路部のホームページ上の「今月の星空」を参考にした。

説明ファイルは、観測所の一般公開の時、見学者に望遠鏡に導入されている天体を説明するのに便利である。また悪天候時の一般公開でも、実際どのような天体をこの望遠鏡で見ることができるのかを説明することも可能であろう。

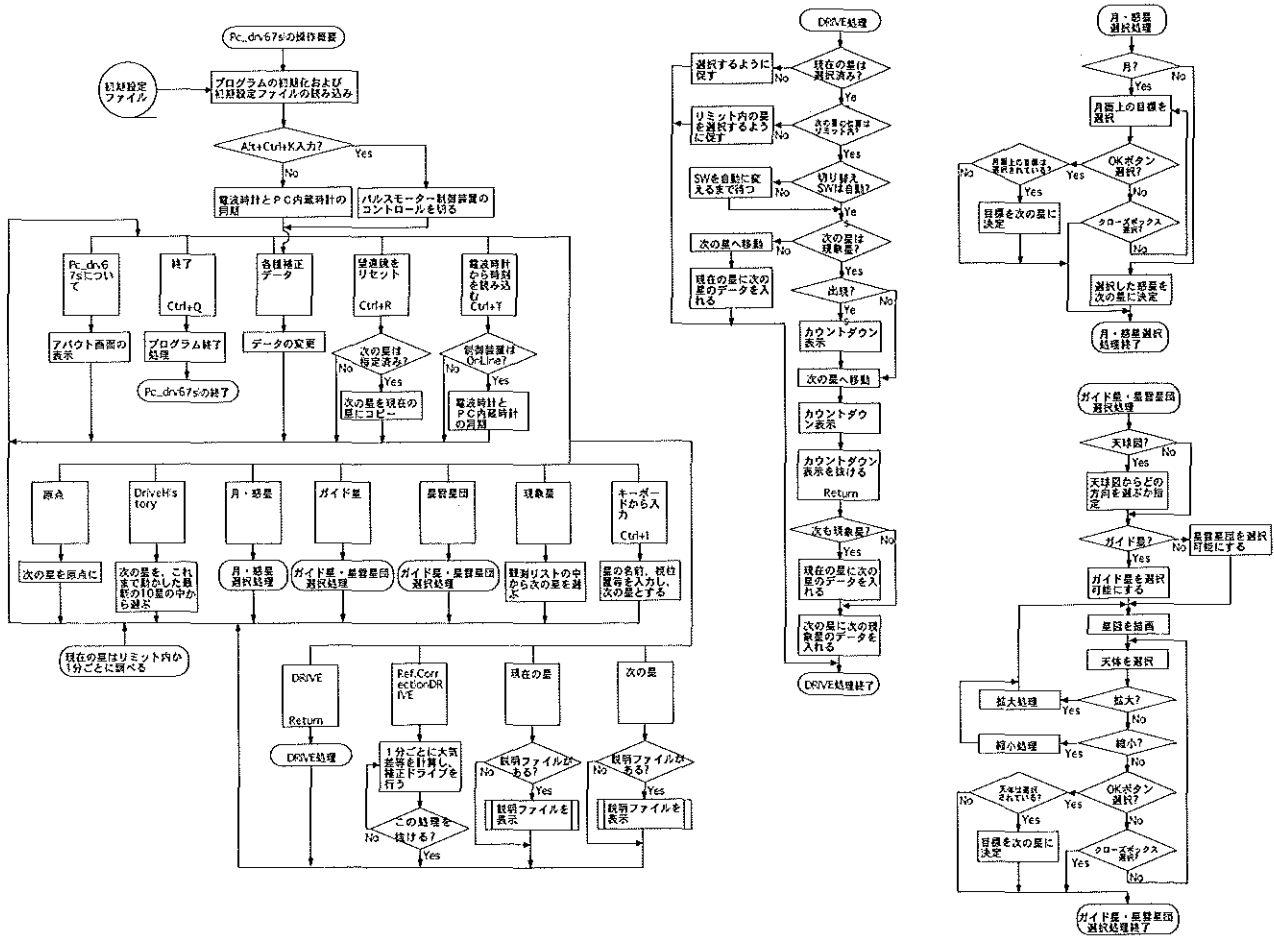
### 6 Pc\_drv67si の操作概要

Pc\_drv67si の操作の流れをプログラムの各種の



第3図 星の説明

Fig. 3 Explanation of stars.



第4図 処理概要図  
Fig. 4 Outline map for processing.

流れ（第4図）に沿って説明する。

(1) プログラムの初期化および初期設定ファイルの読み込み

PC\_drv67siのアイコンをダブルクリックし、プログラムを起動すると、はじめに次項で説明する「各種補正データの変更」の中でユーザーが後に変更可能なデータの初期化とRS232C回線のオープン処理が行われる。

その後、各種の初期設定ファイルが読み込まれ、望遠鏡の緒元、プログラム外部にある星表データ、星食予報ファイル等の入出力のディレクトリ及びファイルの参照設定を行う。各種ファイル読み込みの際には、その進行状況をプロセスバーで表示する。

なお、このとき「Alt」+「Ctrl」+「K」のキーコンビネーションを入力すると、インターフェースの

コントロールを切った状態でプログラムを起動できる。通常はこのプロセスの最後に電波時計から時計データを読み込み、PC内蔵時計の同期を行うが、コントロールを切った状態では行わない。

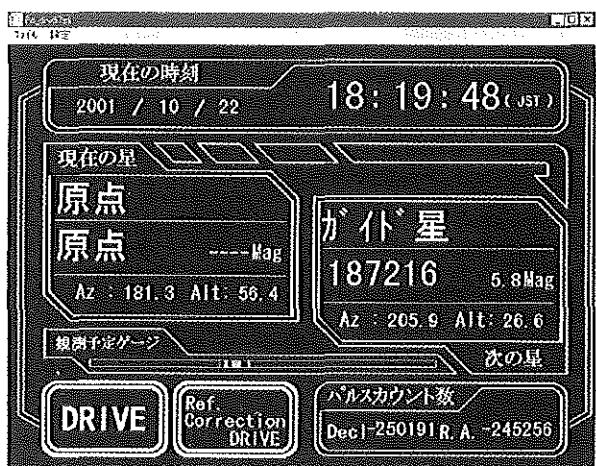
(2) 各種補正データの変更

望遠鏡の動きや、画面表示に関するデータの変更を行うことができる。各種補正データの変更はこの後も、メインウィンドウのメニューから任意に呼び出し、変更することができる。

画面上にあるOKボタンを押すことでデータは更新される。ウィンドウの右上にあるクローズボタンをクリックして次の処理に進んだ場合は、更新されない。

(3) メインウィンドウの表示

第5図にメインウィンドウの表示例を挙げる。こ



第5図 メインウィンドウ  
Fig. 5 Main window.

ここでは、次に望遠鏡をどの星に向けるかの選択や望遠鏡を星に向ける命令を送る。いわば、プログラムの制御卓的ウィンドウである。

まず、画面上部から表示内容とボタンの意味を順に説明する。

「現在の時刻」

PC内蔵時計の時刻。表示は9～32時台(AM 9時～翌日のAM 8時台) JSTである。

「現在の星」

現在、望遠鏡の視野に入っている星の名前、等級、高度及び方位。方位は北を0度として、東回りに計った値である。

このタグ部分をクリックしたとき、表示されている星の説明ファイル(HTMLファイル)がHD内に存在すればその内容を表示する。

「次の星」

次に望遠鏡の視野に入れようとしている星のデータ。内容等は「現在の星」と同じ。

「観測予定ゲージ」

左端が9時、右端が33時。点滅する緑色のラインが現在時刻を表している。

プログラム起動日に星食観測の予定があれば、現象時刻が黄色のラインで表示される。ただし、時刻をすぎたものはすべて青色の、直前のは赤色のラインで表示される。

「パルスカウント数」

ここに表示される数字分、パルスモーターを駆動することを表す。

Declは赤緯方向、R. A.は赤経方向のカウント数で、マイナス符号がついている場合はモーターを逆転することを表す。

「DRIVE」

このボタンをクリックすることで「現在の星」から「次の星」に望遠鏡を駆動させる。

「Ref. Correction DRIVE」

このボタンをクリックすることで大気差を補正するための望遠鏡のドライブを開始する。

次に望遠鏡を駆動させるまで、時間があいている場合、特に高度が低い場合は大気の浮き上がりや望遠鏡のたわみの影響で星の計算位置と実際の視位置に差が生じ、徐々に星が視野から外れてしまう。

そのため、1分ごとに大気差補正を実行し、視野内の星を逃さないようにする。

プログラムの起動直後の一般的な操作は、次のようになる。

(3.1) 現在望遠鏡が向いている方向をプログラムに認識させるための天体(等)の選択

ウィンドウ上部にあるメニューバーの「設定」を選択すると、項目の最下部に「望遠鏡を動かす方向」というメニューが現れる。

Pc\_drv67siで望遠鏡を任意の天体に向ける場合、「望遠鏡を動かす方向」の項目から以下に細分化された天体(等)を選択する。

はじめに、現在望遠鏡が向いている方向をプログラムに認識させるため「望遠鏡を動かす方向」の項目から天体(等)を選択して、その天体(等)の視位置データを取り込む。

(a) 「原点」

ふだん使われていないとき、望遠鏡は真南の赤緯0度方向に向けられている。これが「原点」方向である。

観測開始直後、「現在の星」にはこれを選択する。

(b) 「DriveHistory」

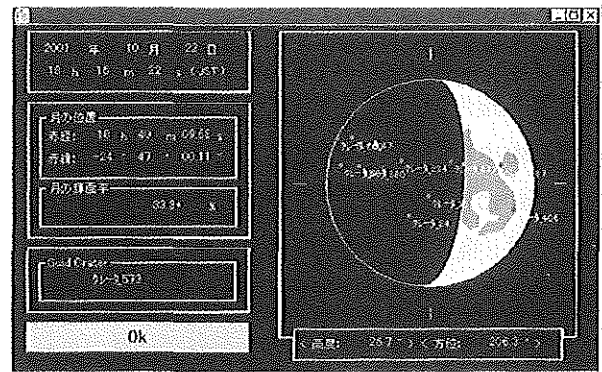
「DRIVE」ボタンを押す毎に、向けた方向の星の位置を記憶し、プルダウンメニューで指定できるよ

うになる。ただし最新の10星までである。

(c) 「月・惑星」

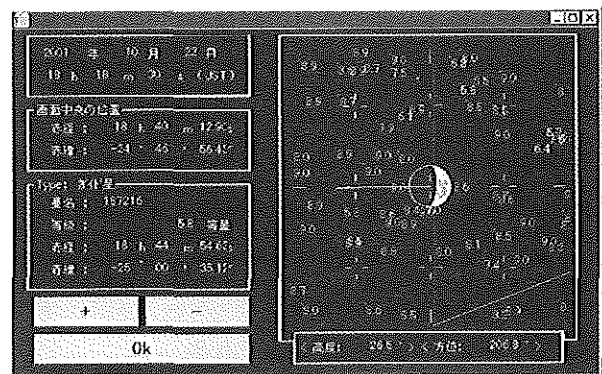
プルダウンメニューにある惑星名を選択すると、そのときの惑星の位置が選択される。

月については、視直径が30分角もの大きさを持つため、これとは別に月面上の目標クレーターまで詳細に指定できるようになっている。プルダウンメニューの「月面」を指定すると、第6図のように選択時の月面図が別ウインドウに表示される。同じことは「Ctrl」+「M」のショートカットでも可能である。



第6図 月面図  
Fig. 6 Moon map.

月には俗に首振り運動と呼ばれる「秤動」があるため、この値も考慮して月面図は作成されている。左側には、時刻、観測地での月の視位置(月の中心)と輝面率、選択した月面上の目標クレーター名が表示される。輝面率は、新月から満月までは数字の最後にプラス符号が付き、満月から新月まではマイナス符号が付く。



第7図 星図  
Fig. 7 Star map.

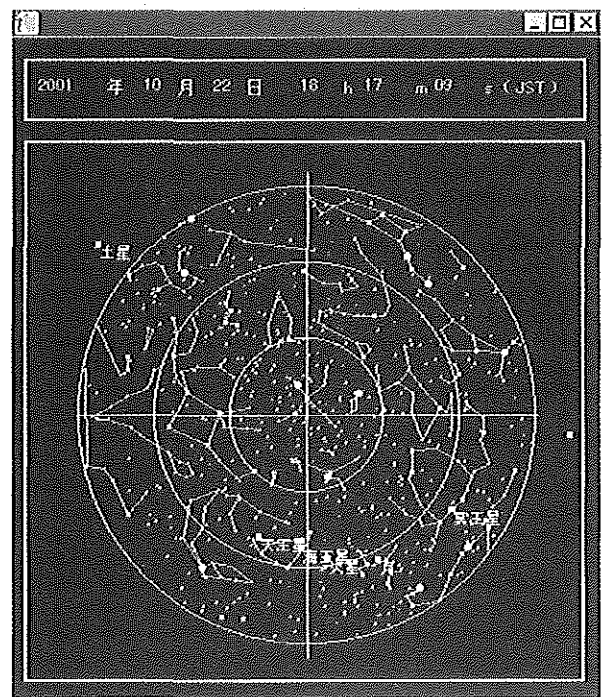
目標クレーターの選択はマウスのクリックで行う。選択されると赤色表示に変わる。

選択終了後、「OK」ボタンをクリックし、メインウインドウに戻ると、選択は決定される。なお、ウインドウの右上にあるクローズボタンをクリックしてメインウインドウに戻った場合は、この選択はキャンセルされる。

(d) 「ガイド星」

ガイド星とは、望遠鏡を天体に向ける際の基準になる星のことである。

このメニューはさらに、「原点の周りのガイド星」、「月の周りのガイド星」、「現在の星の周りのガイド星」、「天球図」に細分化されているが、どれを選択しても基本的には同じで第7図のように「原点の周りのガイド星」なら「原点」、「月の周りのガイド星」なら「月」、「現在の星の周りのガイド星」なら選択されている「現在の星」を中心に半径3.5度の視野角の広がりのある星図が描かれる。なお、「現在の星の周りのガイド星」の選択は「Ctrl」+「G」のショートカットでも可能である。「天球図」を選択した場合ははじめに第8図にある全天の星図が別ウインドウに描かれる。さらに全天の星図上の1点をマウスで



第8図 天球図  
Fig. 8 Celestial map for the sky.

クリックすると、この点を中心とした拡大図が描かれる。描かれる視野角は前出の3つよりかなり広めである。

星図の画角の大きさは左下にある「+」「-」ボタンで画面中央を基準に拡大縮小でき、その際、画角の広さが10度以下なら詳細星図を使用し、より等級の暗い星(現在は9.0等星)まで描くことが可能である。

星図は上下方向が赤緯方向、左右が赤経方向に対応しており、赤経赤緯の線は青色で、地平線は赤色で描かれる。地平線下の星は描かれない。月があれば月の欠け具合とともに月の移動方向も矢印で描画され、その先端は2時間後の月の中心位置を示す。さらに「現在の星」があれば、そこを中心に望遠鏡の視野角を投影する。視野角の大きさは(2)「各種補正データの変更」で変更可能である。「各種補正データの変更」では、星図に「等級をプロットするか」、「拡大したときは詳細星図を使うか」、「星座の線を描くか」指定することが可能である。

星図中央の緑の十字を囲む8つの十字は赤経赤緯のグリッドで、間隔は角度の1度である。星図の下には、星図中央の現在の高度方位が表示されている。左側には、時刻、画面中央の視位置、選択した星の星名(SAO星表番号)、等級、視位置が表示される。

目標ガイド星の選択はマウスのクリックで行う。選択されると赤色表示に変わる。

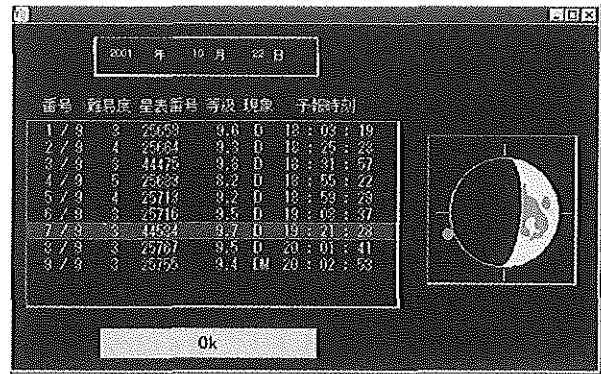
選択終了後、「OK」ボタンをクリックしメインウインドウに戻ると選択は決定される。クローズボタンをクリックしてメインウインドウに戻った場合に選択がキャンセルされることは、「月面」の選択と同じである。

(e) 「星雲星団」

基本的な画面構成や操作は(d)「ガイド星」と同じである。

「現在の星の周りの星雲星団」、「天球図」の2つに分かれているが、「現在の星の周りの星雲星団」の選択は「Ctrl」+「N」のショートカットでも可能である。

恒星とは異なり、星雲星団は大きさを持つ天体なので、実際の大きさがわかるように、中心位置だけ



第9図 観測リスト

Fig.9 Window for observation list.

でなく大きさも星図にプロットしてある。

(f) 「現象星」

現象星とは星食観測対象となる星のことで、星名、視位置、現象時刻等の予報はILOCより送られてくる。

このメニューを指定すると、第9図のように別ウインドウに選択時の日付の観測リストが表示される。同じことは「Ctrl」+「O」のショートカットでも可能である。

たとえば、最初の現象星を選択したい場合は、リストの一番上の行でマウスをクリックすると、その1行だけ強調表示される。そして、ウインドウの右側に現象時刻の月と現象星の位置関係が描かれる。

選択終了後、「OK」ボタンをクリックしメインウインドウに戻ると選択は決定される。クローズボタンをクリックしてメインウインドウに戻った場合に選択がキャンセルされることは、(c)~(e)と同じである。

(g) 「キーボードから入力」

彗星や小惑星など、上記のメニューにない天体を導入するとき、キーボードから名前、視位置、等級を直接入力して使用する。

メニューの選択は「Ctrl」+「I」のショートカットでも可能である。

入力終了後、「OK」ボタンをクリックしメインウインドウに戻ると選択は決定される。クローズボタンをクリックすることでメインウインドウに戻った場合に入力内容がキャンセルされることは、これまでと同じである。



(3.2) 選択した天体(等)の視位置データを「現在の星」にコピー

Pc\_drv67siには(a)~(g)で選択した天体(等)の視位置データを「現在の星」としてプログラムに認識させるためのコピー機能がある。

(a)~(g)で天体(等)を選択した段階で再びメインウィンドウに戻っているが、メインウィンドウのメニュー「設定」から「望遠鏡をリセット」を選択することにより望遠鏡の向いている方向と「現在の星」が一致する。同じことは「Ctrl」+「R」のショートカットでも可能である。

(3.3) 望遠鏡を向ける天体を選択

次にプログラムの「DRIVE」機能を使って望遠鏡を向ける天体を選択する。操作は、(3.1)にある天体の選択の繰り返しである。

(3.4) 望遠鏡を駆動

ここまで準備が整うと、あとはメインウィンドウの画面上にある「DRIVE」ボタンをクリックすれば、「現在の星」から「次の星」に望遠鏡は駆動を始める。画面の「現在の星」から「次の星」を結ぶ矢印が点滅しはじめ、加えて、望遠鏡の駆動直前と終了後にはサウンドファイルを鳴らし、注意を促す。リターンキーを押すだけでも「DRIVE」ボタンのクリックと同じ効果がある。なお、駆動の際にハンドボックスのスイッチが「手動」の場合、望遠鏡は動かす「自動」に切り替えるように促す警告(音)が出る。

望遠鏡の駆動が終わると、観望会の場合は、「現在の星」のタグをクリックし、導入した星の説明ファイルを表示させてもよいだろう。

しかし、「次の星」に選んだ星が「現象星」の場合、望遠鏡を駆動させるにとどまらず、現象時刻まで以下に示す表示及びサウンド機能が用意されている。

現象が「潜入」(月の裏側に星が隠れる)場合は望遠鏡の駆動後に、「出現」(月の裏側から星が出てくる)の場合は駆動前に、第10図のような現象時刻までのカウントダウンウィンドウが表示される。

このウィンドウは観測者に現象の予報時刻までの



第10図 カウントダウンウィンドウ  
Fig.10 Countdown window.

残り時間を知らせる。また、今日何個目の現象星か、現象の種類、等級、星番号が表示され、同時に次の現象までの時間も表示される。他に、望遠鏡を動かす歯車の遊びがどちらの方向かを示すバックラッシュの表示箇所もあるが、「潜入」の場合はこの補正は行わなくても星を導入できるので表示されない。「出現」の場合は、現象直前に望遠鏡を動かすので、「DRIVE」ボタンも表示され、現象星まで動いた後、ボタンは消え、カウントダウンが続行する。カウントダウンは現象時刻前までは黄色の文字で、現象時刻をすぎると赤色の文字で表示される。

現象時刻まで5分前から1分前までは1分おきに、50秒前から10秒後までは10秒おき(ただし、現象時刻は除く)に、それぞれ異なったサウンドファイルを鳴らし、ユーザーに注意を促す。このサウンドファイルはWindows上で標準的な「WAV」形式のファイルで、別にサウンドファイルを用意し、初期設定ファイルを変更することで、ユーザーが任意の音声にカスタマイズ可能である。

以後は、(3.3)~(3.4)の繰り返しである。

Pc\_drv67siを終了したい場合は、メインウィンドウに戻り、メニューバーの「ファイル」から「終了」を選択すればよい。同じことは「Ctrl」+「Q」のショートカットでも、右上にあるクローズボタンをクリックすることでも可能である。

## 7 今後の課題

### (1) ポインティング誤差の補正

下里水路観測所で使用している62cm天体望遠鏡は架台の形式がフォーク式赤道儀であるため、望遠鏡の自重によりフォークがたわみ、導入しようとした天体が視野の端に現れることもある。

このたわみ誤差をなくすため、天球上のあらゆる方向に望遠鏡を動かした際、どの程度たわみ誤差が生じるのかをあらかじめ記録し、それをもとに作成されたテーブルを参照することで、任意の高度・方位の星で自動的にたわみ誤差を補正する対策が考えられる。また、より精密に誘導するため、直前に行った望遠鏡駆動の際のポインティング誤差の値を、バイアスとして駆動量に付加することも考えられる。

この機能は、現在改良を重ねている最中である。

### (2) 他の観測所の望遠鏡への移植の可能性

Pc\_drv67si は美星水路観測所の望遠鏡を制御するために作成した「Pc\_drv5」が元になっているので、美星水路観測所の望遠鏡に対応するように変更を加えるのはさほど難しくないと考えられる。架台がドイツ式赤道儀であるため、それに対応するための変更及びインターフェースのコマンドの変更程度だと考えられる。このようにわずかな修正で済むのは、下里水路観測所及び美星水路観測所の望遠鏡がともに法月技研製であること、インターフェースも同じ国際電子工業株式会社製のためである。

これに対して白浜水路観測所の望遠鏡は、異なるメーカー製のため、望遠鏡を制御するために同じコマンドを使用できるか未知数なので、場合によっては多くの変更が予想される。

## 参 考 文 献

国際電子工業株式会社：天体望遠鏡駆動装置取扱説明書。

暦算研究会 井上圭典・鈴木邦裕：天体位置略算式の解説，海文堂（1991）。

地人書館編集部編：パソコン天文教室，地人書館（1984）。

中野主一：マイコン宇宙講座，廣済海文堂（1980），  
誠文堂新光社：天文年鑑2000年版（1999），  
誠文堂新光社：月刊天文ガイド・天文計算プロム  
ナード（1992／6月～8月号）。