ＦＳ９によるK−４およびＧＢＲバックエンドの制御

小山泰弘[*1]、福崎順洋[*2]、 William E. Himwich[*3]

[*1] 通信総合研究所鹿島宇宙通信センター（〒314-0012 茨城県鹿嶋市平井 893-1）
[*2] 国土地理院（〒305-0811 茨城県つくば市北郷１番）
[*3] NVI, NASA Goddard Space Flight Center (Greenbelt, MD 20771-0001, USA)

1　はじめに

ＦＳ９（Field System version 9）は、ＮＡＳＡのゴダード宇宙飛行センターで開発されてきたＶＬＢＩ観測ソフトウェアであり、測地目的と天文目的の双方で現在多くの観測局で使用されている。このソフトウェアを用いてK−４型ＶＬＢＩ観測装置とＧＢＲ（Giga Bit Recorder）バックエンドとを制御できるようにすることは、すでにＦＳ９を用いている多くの観測局にとってこれらのバックエンドを使用することを非常に容易にする。これまで、K−４観測装置を用いたＶＬＢＩ実験を実施するときには、すべての観測局で専用のソフトウェアを使用する必要があり、観測装置だけではなく観測装置を制御するシステムも観測局に運搬しなければならなかった。しかし、観測局ですでに使用されている観測装置制御ソフトウェアをそのまま使用することができれば、K−４観測装置のみを運搬すれば観測を行うことができる。また、観測装置が複数ある観測局にとっては、目的に応じてバックエンドを選択して、切り替えて使用することができるという利点を生むと考えられる。とくに、国土地理院が整備を進めている筑波３２ｍ局では、ＩＦ信号をビデオ帯域に変換する部分にK−４型を使用し、データレコーダはＭａｒｋ−ＩＶ型とK−４型を切り替えて使用する予定であるので、ひとつのソフトウェアでこのような状況に対応できるようにすることは大きなメリットがある。そこで、通信総合研究所とＮＡＳＡゴダード宇宙飛行センターでは、共同でソフトウェアの拡張を行うことにし、国土地理院の協力を得て作業を行ってきた。この結果、K−４型ＶＬＢＩ観測装置の基本的な制御をＦＳ９から行うことが可能となったので、現状と今後の計画について述べる。

2　ＦＳ９について

Field System は、初期のＶＬＢＩ実験から多数の観測局で使用されており、観測装置の開発や新しい観測モードに対応するために絶えず改良されている。現在の最新バージョンは９．３．１７であるが、メジャーバージョンが９になってからは、ＬＩＮＵＸと呼ばれるオペレーティングシステムの動作するＰＣ上で使用されるようになった。比較的廉価なＰＣで使用できるため、現在多くの観測局で導入されており、ＮＡＳＡのＣＯＲＥ（Continuous Observation of the Rotation of the Earth）プロジェクトに参加する局はすべてこのソフトウェアを使用することになっている。ＬＩＮＵＸオペレーティングシステムは、ＵＮＩＸに準拠したシステムであるので、ネットワークを通じて遠隔地からの操作も可能であるという利点もある。また、今後、ＶＬＢＩ観測で利用されるＶＥＸ（VLBI EXperiment）ファイルへの対応も現在すすめられており、新しい観測モードでの実験にも使用することができる。従来、ＦＳの初期のバージョンで制御する観測装置はＮＡＳＡのゴダード宇宙飛行センターとヘイスタック観測所で開発された Mark-III バックエンドのみが対象であったが、 Mark-III の発展である Mark-IV やＶＬＢＡバックエンドがサポートされ、さらに最近ではカナダで開発されたＳ−２データレコーダのサポートが新しく追加されていた。ここに、通信総合研究所で開発したK−４バックエンドを加えることができれば、現在測地ＶＬＢＩで使用されているすべてのターミナルに対応することになり、すべての測地ＶＬＢＩ実験を同じソフトウェアを使用して実施できるようになる。

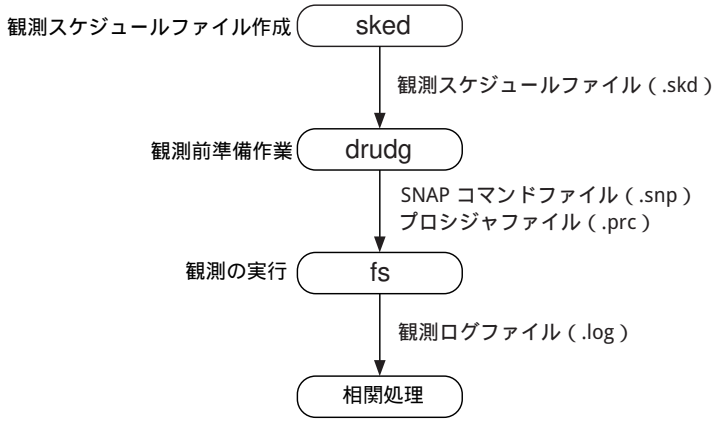

図 1 Field System の動作

ＶＬＢＩ実験を実施するときの、典型的な作業の流れを図 1 に示す。この中で、 Field System は、 fs と記されたプログラムを指すが、常に drudg と呼ばれる別のプログラムと対で使用される。実験が計画されると、その実験の提案者もしくはコーディネータが観測スケジュールファイルを作成する。その際作成されるファイルは、 Mark-III Original Schedule File Format で、このファイルには実験に参加するすべての観測局の情報が含まれている。観測スケジュールファイルが作成されると、それぞれの観測局では drudg を使用して観測チェックシートを印刷したり、バーコード付き観測テープラベルを作成し、観測に使用される SNAP コマンドファイルとプロシジャファイルを作成する。 SNAP コマンドファイルは、それぞれの観測局で必要なコマンドが時系列に沿って記述されたファイルで、観測を実際に行う fs というプログラムは SNAP コマンドファイルを用いて観測を実施する。 fs が実行されると、コマンドが実行された時刻や制御された装置からのレスポンスを記録した観測ログファイルが作成される。この観測ログファイルには、観測テープのどの位置にデータが記録されたかの情報や、解析処理に必要なケーブル遅延データと気象データが含まれており、相関処理局に送られて使用される。

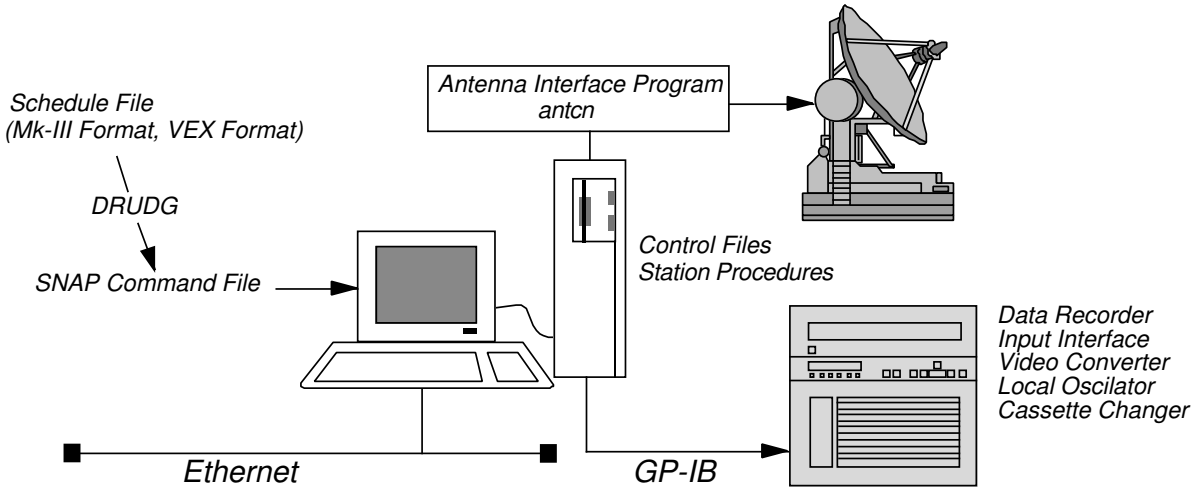

図 2 FS9 による VLBI 観測装置の制御

K－４型観測装置とアンテナを Field System で制御して観測を行うときの接続の様子を図２に示す。Field System の動作する LINUX PC システムには、複数の RS232-C ポートをもつマルチプレクサと、GP-IB インターフェースボードもしくは RS232-C/GP-IB コンバータが装備されており、Ｋ－４型観測装置はすべて GP-IB インターフェースを経由してコマンドが送られる。ＦＳ９には、従来から GP-IB 機器を用いたデータ取得を行う機能は備わっていたが、K-4 型観測装置は GP-IB バスの SRQ (Service Request) 信号を利用した割り込み処理やシリアルポールによるステータス取得など GP-IB の高度な機能を利用するため、このような機能に対応する拡張が行われた。この結果、エラー処理や時間がかかるコマンドの処理を適正に行うことができる。装置ごとの GP-IB アドレスは ibad.ctl ファイルに、また GP-IB ボードを用いるか RS232-C/GP-IB コンバータを用いるかは dev.ctl ファイルで指定する。K-4 型観測装置の制御に関係する SNAP コマンドはこれまでに使用されていないコマンドが新しく規定されたので、ほかの観測装置がＦＳ９の動作する計算機に接続されていても問題なく制御することができる。また、同様にほかの観測装置で観測する場合にも接続を外すという必要もない。どちらの観測装置を使用するかは、drudg を使用して SNAP コマンドファイルとプロシジャファイルを作成するときに選択すればよい。

3　観測に用いるファイルについて

すでに述べたように、従来のＶＬＢＩ実験では、Mark-III Original Schedule File Format に従って記述された観測スケジュールが利用されてきた。この観測スケジュールファイルは、測地ＶＬＢＩ実験だけではなく、天文目的のＶＬＢＩ実験でも広く使用され、観測の途中で観測モードを変更するような観測にもある程度対応できる柔軟性を持っていた。しかし、基本的に１つの観測に関する情報を１行のなかに記述するため、観測局が多くなると１行の文字数がそれに応じて増えるといった限界があった。また、観測開始時刻が観測局ごとに異なるような観測など、これまでの観測スケジュールでは記述することのできない観測もあり、新しく観測スケジュールファイルのフォーマットを拡張することが求められていた。そこで、これまでのフォーマットとはまったく異なる、新しいフォーマットとしてＶＥＸ（VLBI EXperiment）が提唱され、徐々に実際の観測で使用されるようになり始めている。このファイルフォーマットは、いくつかの研究機関の研究者から構成されたワーキンググループで作成され、バージョン１．４が実際に使用されている。現在は、バージョン１．５への改定作業がすすめられており、そのつぎのバージョンでどのような拡張を行うかの議論もすでに行われている。この将来のバージョンでは、K-4 観測装置に関する拡張が盛り込まれる予定となった。

ＶＥＸファイルと従来の観測スケジュールファイルとのもう一つの大きな差は、前者には観測が行われた状況を記録するログファイルとしての要素も兼ねられているという点である。このようにすることで、１つのＶＬＢＩ実験に関係する情報がすべてひとつのファイルの中に記述されることになり、相関処理やそのあとの解析処理にも参照することが容易になり、ファイルを管理することも簡単になる。従来は観測局の数だけ観測ログファイルが作成されていたことを考えると、観測局の数が増えれば増えるほど大きな利点となる。

ＶＥＸファイルのフォーマットは厳密な定義がされているが、考えられるかぎりの観測の形態に対応し、またさまざまなタイプの観測装置に対応することができる柔軟性を兼ね備えている。また、従来の観測スケジュールファイルのようにひとつの観測を１行の中に記述しなければならないことによる限界がないため、拡張性にも優れている。この結果、ＶＥＸファイルのフォーマットは従来の観測スケジュールファイルのフォーマットに比較して頻繁に拡張されることになる。こういったフォーマットの拡張がスムーズに行われるようにするため、ＶＥＸファイルをプログラムに読み込むライブラリの管理を一元化し、ＶＬＢＩ観測を行うソフトウェアや相関処理を行うソフトウェアは共通の読み込みライブラリを

使用して開発されている。こうすることで、ファイルのフォーマットが拡張されたときにでもソフトウェア全体にわたって修正を加える必要はなく、新しいライブラリとリンクするだけで対応できることになり、効率的にソフトウェアの修正が可能となる。

4　今後の計画について

ＶＥＸファイルはＦＳ９とＶＬＢＡ観測局で用いられている観測制御ソフトウェアでサポートされつつある。現在、ＶＬＢＩ観測に使用される観測装置はさまざまな選択肢があり、観測できるモードも観測装置ごとに異なるため複雑な状況になっているが、観測を記述するファイルや制御をするソフトウェアのレベルでは統一が図られることになる。このような統一化により、実験を計画したり観測スケジュールを作成する研究者は観測装置の細かな差異にとらわれる必要が軽減され、また観測局でも同じソフトウェアを使用して様々な観測形態に容易に対応できる。ＶＥＸファイルを拡張して K-4 型観測装置を扱えるようにしたり、ＦＳ９で制御できるようにすることは、このような流れの一貫である。今後は、ＶＥＸファイルに GBR 装置の仕様を記述できるよう拡張し、ＦＳ９での制御を可能とするよう開発を継続する。また、K-4 データレコーダにセットするテープを自動的に交換するテープチェンジャーの制御を行うようにすることもごく当面の課題である。

ただし、このような作業は、観測制御ソフトウェアの統一化だけでは不十分である。現在のように、相関処理局ごとに処理できる観測テープが限定されている状況では、やはり自由に観測装置を選択して観測を行うことはできない。ＶＳＯＰ相関局ですでに実現されているように、テープのメディア変換によって異機種間の相関処理を可能としたり、さらにはもっと進んで直接異種のメディアに記録されたデータを相関処理できるようにするような開発が今後重要になる。この際には、相関処理システムもＶＥＸファイルで制御できるように対応させ、観測の計画から相関処理や解析処理に至るまで、一貫してＶＥＸファイルで管理することができるようになることが目標とすることが求められていくだろうと思われる。