

## K5/VSSP ソフトウェア群の現状報告

情報通信研究機構  
鹿島宇宙通信研究センター

近藤哲朗, 小山泰弘, 竹内 央

### 1. はじめに

NICT では P C ベースの VLBI 端末「K 5 システム」を開発してきているが、並行して P C 上で動作する観測ソフトウェア、相関処理ソフトウェア、バンド幅合成ソフトウェアなどの開発を行っている。本報告では現在までに整備されているソフトウェアのうち、測地用 K 5 端末である K5/VSSP システム用に開発されたソフトウェアについて報告を行う。

### 2. K5/VSSP ソフトウェア群

K 5 ソフトウェア群は機能別に分けると観測ソフトウェア群、相関処理ソフトウェア群、バンド幅合成ソフトウェア群、e-VLBI ソフトウェア群の 4 つに分かれる ( 図 1 )。

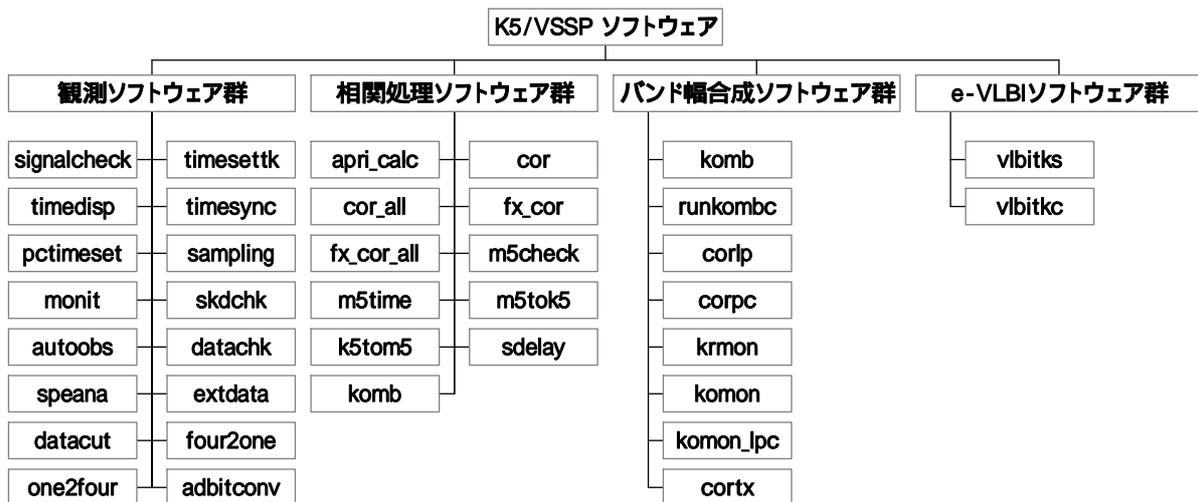


図 1 . K 5 / V S S P ソフトウェア体系

ソフトウェアの開発は Windows2000 上の Visual C++ 6.0 上で行っているが、すべて C 言語で記述している。#ifdef WIN32 ディレクティブや必要に応じて#ifdef linux および#ifdef FreeBSD ディレクティブを使用して FreeBSD および linux 環境下でも同じソースプログラムを使用できるようにしている。

#### 2. 1 観測ソフトウェア群

観測ソフトウェア群は K5/VSSP システムを使って VLBI 観測を実施するのに必要なソフトウェア群であり、観測前のシステムチェック、時刻合わせ、実観測、データチェックなどの機能を持つソフトウェアから構成されている。

実際の観測時の流れと使用するソフトウェアを図 2 に示す。まず signalcheck でサンプラーボード (K5/VSSP ボード) に周波数標準および 1 P P S 信号が供給されているかチェックする。OK であれば、ボードの時刻を timedisp を使って表示する。ボードの時刻がずれている場合は、timesettk で時刻を正しくセットする。timedisp の表示でボードの時刻が正しい場合でも、新たに 1 秒信号と同期を取りたい場合は timesync を実行する。つぎにボードへ入力されるビデオ信号のレベル確認を monit を使

用して行う。ここまででサンプラーボードの準備は完了する。次に実際の観測に使用するスケジュールをチェックする。skdchkで実際の観測に必要なディスクサイズを見積もることができる。ディスクサイズに余裕があることを確認して、autoobsで実際に観測を行う。観測には古くから使われている形式のスケジュールファイル(NASA/GSFCグループが作ったskedやPC-SCHEDで作成されるファイル形式)<sup>1</sup>以外に、最近のスケジュールファイルの標準形式であるVEX形式<sup>2</sup>のファイルを使用することができる。

図2に示されるソフトウェア以外に以下のソフトウェアが観測ソフトウェア群に含まれる。

sampling	マニュアル観測
extdata	データ抽出(テキスト形式)
datacut	データ抽出(K5形式)
four2one	1chモードへの変換
one2four	4chモードへの変換
pctimeset	PCの時刻セット
speana	信号スペクトル表示
datachk	サンプリングデータのチェック

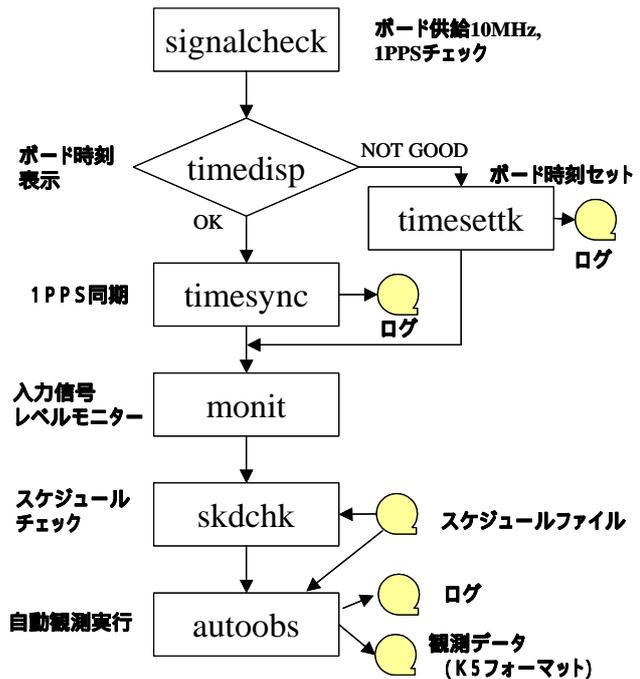


図2 観測までの流れと使用されるソフトウェア

## 2.2 関連処理ソフトウェア群

関連処理ソフトウェア群は関連処理に必要なソフトウェア群であり、予測値計算、ソフトウェア相関器、粗決定(サーチ結果表示)などの機能を持つソフトウェア群から構成されている。Mark5データを処理するためのフォーマット変換ソフトウェアもこのソフトウェア群に含まれる。処理の流れをソフトウェア名とともに図3に示す。apri\_calcで関連処理に必要な遅延時間、遅延時間変化率の予測値を計算し、corまたはfx\_corで実際に相関処理を行う。ここでcorは1ビットサンプリング

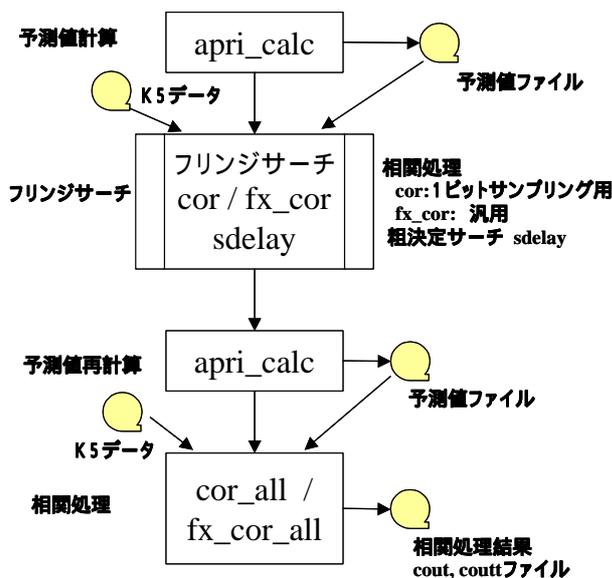


図3 相関処理の流れと使用されるソフトウェア

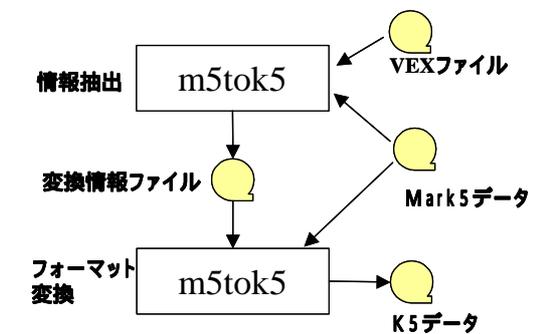


図4 Mark5データ変換処理の流れ

<sup>1</sup> ファイルフォーマットは<ftp://gemini.gsfc.nasa.gov/pub/sked/docs/skfile.pdf>

<sup>2</sup> 詳細は<http://lupus.gsfc.nasa.gov/vex/vex.html>

グデータ処理に特化した X F 型ソフトウェア相関器であり、fx\_cor は多ビットサンプリングデータの処理も可能な F X 型ソフトウェア相関器である。相関処理結果は sdelay で積分ののち粗決定サーチが行われる。粗決定サーチの結果を新たなクロックオフセットとして予測値計算(apri\_calc)をやり直し、cor\_all または fx\_cor\_all で全観測データの処理を行う。ここで、cor\_all は 1 ビットサンプリングデータ処理に特化したルーチン処理用 X F 型ソフトウェア相関器であり、fx\_cor\_all は多ビットサンプリングデータの処理も可能なルーチン処理用 F X 型ソフトウェア相関器である。

図 4 には Mark5 データを K5/VSSP 相関処理ソフトウェアで処理する際に必要なデータ変換の流れを示す。まず変換ソフトウェア m5tok5 を変換情報作成モードで起動する。VEX ファイルには Mark5 端末での観測に必要なビデオ変換器のチャンネルとレコーダのトラックの対応、サンプリング周波数等の情報が含まれているが、その情報と、実際に Mark5 データファイルを試し読みし、ビット長やデータファイル中のビット番号とトラック番号の対応を解読し、K 5 フォーマットデータへの変換に必要な変換情報ファイルを作成する。この変換情報ファイルを使って、Mark5 データから K 5 データへの変換を行う。K 5 データを海外の Mark5 用のハード相関器で処理するには、K 5 データを Mark5 データに変換する k5tom5 を使用する。その他のユーティリティとして Mark5 データのフォーマットを解析する m5check、Mark 5 データの時刻を表示する m5time がある。

### 2.3 バンド幅合成処理ソフトウェア群

バンド幅合成ソフトウェア komb およびユーティリティソフトはミニコンピュータ HP1000 上で開発され、首都圏広域地殻変動観測計画 (KSP) プロジェクト時に HP のワークステーションに移植された。そして K5/VSSP ソフトウェアの整備の一環として更に PC に移植された。移植にあたって、FORTRAN で記述されているプログラムをすべて C 言語のプログラムに書き替えた。図 5 にバンド幅合成処理の流れを示す。komb 単体での動作は勿論可能であるが、大量の相関データを処理するには、runkombc で連続処理プロシジャーファイルを作成し、komb を動かす。現在の所、KSP 相関器出力フォーマットしかサポートしていないが、K5 ソフトウェア

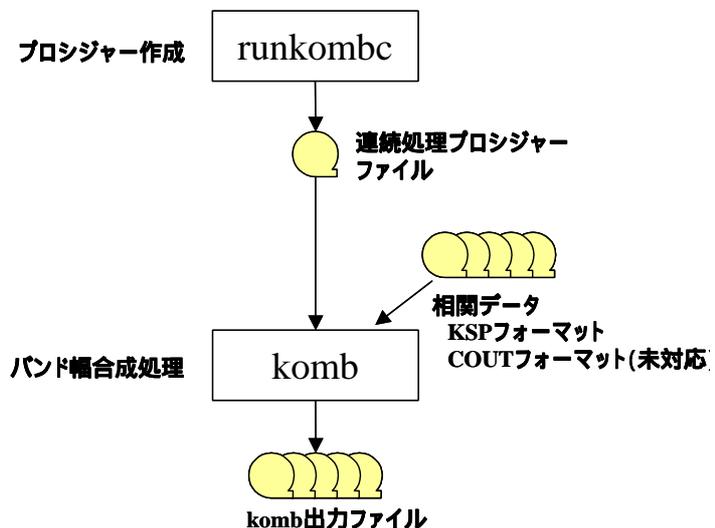


図 5 バンド幅合成処理の流れ

相関器出力である cout フォーマットには近々対応予定である。K5 の komb は内部でエンディアンを自動認識しバイナリデータに関しては HP ワークステーション上で動作する komb 出力と全く同じ形式 (ビッグエンディアン) で出力を行う。この機能により、通常の PC に多く搭載されている Intel 系のプロセッサ (リトルエンディアン) で komb 処理した結果でも、何の変換の必要もなく、HP ワークステーション上の基線解析ソフトウェアで処理を行うことができる。

バンド幅合成ソフトウェア以外に以下に示すユーティリティが整備されている

corlp	KSP 相関器出力モニター
corpc	KSP 相関器出力 PCAL モニター
krmon	KSP 相関器出力ヘッダーレコードモニター
cortx	KSP 相関器出力の粗決定サーチ
komon_lpc	komb 出力のラインプリンターイメージモニター
komon	komb 出力モニター

## 2.4 e-VLBIソフトウェア群

e-VLBI はインターネットなどのネットワーク経由でデータを相関処理局まで伝送する方式の VLBI であるが、K5/VSSP システムは開発当初はインターネット VLBI と呼んでおり、開発時から実時間 e-VLBI システムを目指している。サンプラーボードを備えた PC でサーバーソフト (vlbitks) を動かす。観測時にはクライアントソフト (vlbitkc) が動作するリモート PC からの要求により観測やデータのネットワーク伝送を行う。現在実時間運用を目指して開発が続けられている。

## 2.5 その他

測地 VLBI データの相関処理を高速化する方法の一つとして複数の PC を使った分散処理がある。この分散処理を実現するのが VLBI@home と名付けて開発を行っているサーバー・クライアント方式の処理システムである。VLBI@home サーバーはリモート PC (クライアント) の要求を受け、1 基線データを時分割データに分割し、相関処理に必要な情報とともにクライアントに送り込む。クライアントはサーバーから送られてきた 1 基線のデータを、一緒に送られてくる相関処理情報を元に相関処理を行い、結果をサーバーに返し、再びサーバーから別の時分割データと相関処理情報を受け取り処理を行う。これを複数のクライアントとサーバー間で繰り返すことにより全観測データの相関処理を行う。

## 3. おわりに

K5/VSSP ソフトウェア群についてグループ毎にその概要を説明した。観測ソフトウェア群は実績を重ね安定運用されている。相関処理ソフトウェア群は、実用的な実時間処理を実現するためネットワーク分散処理システムの開発と改良を進めている。Mark 5 データの直接相関処理機能の追加にも着手している。バンド幅合成処理ソフトウェアでは、K5 ソフト相関器出力データを直接扱えるよう、改修を予定している。e-VLBI ソフトウェア群の開発は目下のところ遅れ気味であるが、早期にソフトウェア相関器によるインターネット実時間 VLBI システムの実現を目指したい。