

IV-3 データベースセットアップソフトウェア (KASET)

高橋 幸雄* 近藤 哲朗*

(昭和59年7月3日受理)

1. はじめに

K-3型 VLBI 処理・解析ソフトウェアでは、データベースが、関連データを統一的に管理する。各実験のデータベース(以下 DB と略す)の初期状態を設定し、実験に関する各種の情報を入力するソフトウェアが KASET である。主な入力データは、オリジナルスケジュール(観測スケジュール)、気象データ、水蒸気ラジオメータ(WVR)のデータ、IPMS (International Polar Motion Service) または BIH (Bureau International de l'Heurese) による地球回転情報、惑星位置情報等である。

また、KASET には DB におけるデータの不足についてのチェック機能や、気象・WVR 等の校正情報および IPMS・BIH の地球回転情報の表示機能がある。

2. ソフトウェアの概要

KASET により登録される DB の情報は、次のデータセットである。

実験情報：実験コード、実験開始/終了時刻・観測番号(観測の通番)、使用星数

保管 MT 情報： α , β , γ , NGS テープのラベルと日付と記録密度

RAW テープ情報：RAW テープ(局名、実験の記録をとった RAW テープの通番、開始/終了観測番号)

観測ファイル情報：オリジナルスケジュールファイル名、ログファイル名、スケジュール名

物理モデル情報：地球回転パラメータ推定の元期(エポック)

観測情報：各観測の星名、周波数グループコード参加局数、参加局のアンテナ ID、観測開始/終了時刻、参照時刻

校正情報：気象データ(気温、気圧、湿度)、ケーブル補正、ビデオコンバータのローカル周波数、システム雑音、局内遅延、アンテナ温度、WVR データ

IPMS・BIH 情報：1日の0時 UTC での IPMS または BIH データ(地球回転パラメータ)

地球回転情報：各観測の参照時刻での IPMS・BIH データ(地球回転パラメータ)

惑星暦情報：JPL 惑星暦情報のチェビシェフ補間係数

惑星位置情報：JPL 惑星暦情報のチェビシェフ補間係数から計算された各観測の参照時刻での惑星位置

これらのデータセットの関係を第1図に示す。

また、KASET の機能としては次の7つの機能がある。(第2図参照)

(1) 観測ログファイルから気象データ、WVR 情報、周波数情報等を抽出し、DB の校正情報にセットする。

(2) IPMS または BIH からの地球回転に関する情報(UT1, Wobble)を、磁気テープ(MT)またはカードから、MJD (Modified Julian day: Julian day = 2400000.5) ごとに生成される DB の IPMS・BIH 情報に入力する。さらに、DB の IPMS・BIH 情報から各観測ごとに対応するデータを、参照時刻に対する補間をせずに、地球回転情報(各観測ごとに生成される情報)に入力する。

(3) JPL (Jet Propulsion Laboratory) が作成した惑星暦の MT から、32日間毎の惑星位置に関するチェビシェフ補間係数を、DB の惑星暦情報に入力する。その係数から、補間を各観測ごとに行い、月・地球・太陽・金星・木星・土星の位置、速度、加速度ベクトルを計算し、観測ごとに生成される DB の惑星位置情報を入力する。

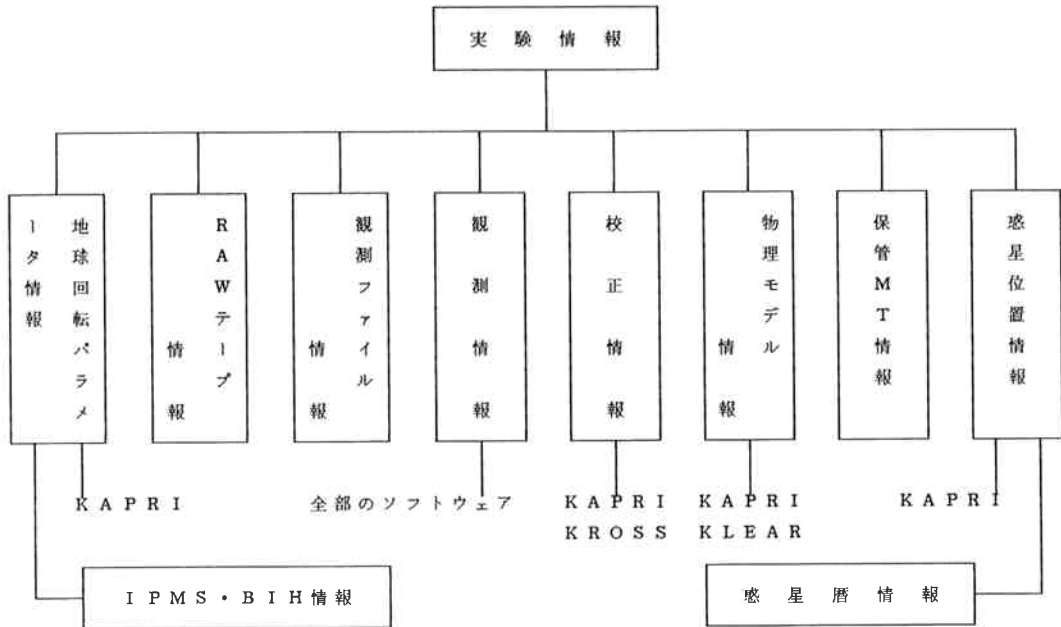
(4) 観測スケジュール作成ソフトウェア(SKEDまたは KASER)で作られたオリジナルスケジュールファイルから実験情報、観測情報、RAW テープ情報(観測テープに関する情報)を抽出し、DB に入力する。

(5) DB に入力された校正情報、IPMS・BIH 情報、および実験コードの表示を行う。IPMS・BIH 情報については、時間変化および長周期自転軸の位置のグラフ表示も可能である。

(6) 実験コードの登録または削除をする。

(7) 指定された実験コードに関して、KASET で DB

* 鹿島支所 第三宇宙通信研究室



各々の箱はデータベースのデータセットを示す。KAPRI, KROSS, KLEAR 等はデータベースの各データセットを使用する処理・解析ソフトウェア

第1図 KASET によるデータベースセットアップ

に入力されるデータの入力状況を検査し、不足データがある場合には警告を出す。

3. KASET の入力データ

3.1 IPMS または BIH 地球回転情報

理論的予測値計算（各物理モデルによる遅延時間の計算）をする場合には、UT1-UTC および長周期極運動（Wobble）のデータが必要となる。この値としては、USNO, BIH, IPMS などの各機関が世界的な観測局網から観測データを収集し、毎日0時 UTC に整約を行った数値を公表している。このうち IPMS データは、35日以下の短周期地球潮汐補正項を除いて平滑化を行ったものである。また、BIH データは、毎日の UT1-UTC の数値と、5日毎の日以下の短周期地球潮汐補正項を除いた数値である。公表された BIH データには、予測値（Extended value）、速報値（Rapid value）、最終値（Final value）の3種類がある。原則として最終値を使用するが、データが入手できないときは速報値を使用する。（IPMS または BIH のデータについては、IV-5のアプリオモデル計算ソフトウェア（KAPRI）で詳しく述べられている。）

IPMS データまたは BIH データは次の書式で書かれた計算機用カードまたは磁気テープ（MT）から入力できる。MT の書式は、第1表に示したように、カード形

K A S E T	SETIF オリジナルスケジュールの読み取り、実験コードの登録・削除	デ 1 タ ベ 1 ス D B
	DELOG ログ（校正）情報のDB入力	
	UT1PM, ADPM 地球回転情報（IPMS）のDB入力	
	JPLJA, ADJPL JPL惑星暦情報、各obs*毎の惑星位置情報の補間値をDBに入力する	
	DIALOG, DIUT1 校正情報・地球回転情報の表示	
T	CHSET DBセットアップのチェック	

上段はKASETにおける主なタスク名

第2図 KASFT の構成図

第1表 地球回転情報の入力 (カード; 80文字)

10	20	30	40	50	68	70	80
YYYY MON DD	DAY	(MJD)	(WOBX)	(WOBY)	UT1R-UTC	UT1-UTC	TAI-UTC
14	A3	12	13	18	F8.4	F8.4	F8.4
例							
1984	JAN	1	1	45700	-0.119	-0.102	0.3961
1984	JAN	1	2	45701	-0.120	-0.105	0.3941
1984	JAN	1	3	45702	-0.122	-0.107	0.3921
1984	JAN	1	4	45703	-0.124	-0.110	0.3902
1984	JAN	1	5	45704	-0.126	-0.112	0.3882

注

YYYY 西暦年
 MON 月 英字の先頭の3文字
 DD, DAY 日, 1月1日からのトータル日
 WOBX, WOBY 長周期極運動のX, Y成分 (右手系, 単位; arcsec)
 UT1R-UTC BIH データでは35日以下の地球潮汐短周期補正項を除く
 UT1-UTC BIH データでは35日以下の地球潮汐短周期補正項を除かない
 IPMS データでは35日以下の地球潮汐短周期補正項を除く
 コメント行は最初が*で始まるもの
 データは最初が空白で始まるもの

第2表 ヘッダーの4番目のキーワード

キーワード4 (K4)	データタイプ	説明	明
9999999	B C D	プログラムの説明	
1010	B C D	データの期間等	
1020	B C D	データの目次と定数	
1030	倍精度	ファイルの最初と最後のユリウス日 データの間隔 (単位: 日) データに含まれている天体・章動の個数 version number	
1040	B C D	天文定数名	
1041	倍精度	1040に対応する天文定数の値	
1050	整数	各天体および章動のデータの書式	
1070	倍精度	各天体および章動のチェビシェフ補間係数のデータ	

式と同じである。

磁気テープまたはカードに記録されたデータのうち、オペレータが指定した期間のデータが入力される。DBには1日毎のIPMSまたはBIHデータを1年間分保管することができる。新たにデータを追加する場合は、

古い期日のデータから消去して新しいデータを入力する。1つのMJDに対しては1つのデータを保管するので、BIHまたはIPMSデータの選択はDBの入れ替により行う。

3.2 惑星位置情報

第3表 JPL 惑星暦テープの書式

1	40				80	(1 card=80文字)
15	4	0	99999999	0	(ヘッダー)	10×80文字 (10カード)
文書 (プログラムの説明)						
1	0				(データ終了)	
15	4	0	1010	0	(ヘッダー)	8×80文字 (8カード)
文書 (データの期間)						
1	0				(データ終了)	
15	4	0	1020	0	(ヘッダー)	298×80文字 (298カード)
文書 (データの目次と定数)						
1	0				(データ終了)	
13	2	0	1030	0	(ヘッダー)	4×80文字 (4カード)
整数 (データの間隔)						
1	0				(データ終了)	
200	4	0	1040	0	(ヘッダー)	26×80文字 (26カード)
文書 (物理定数の変数名)						
1	0				(データ終了)	
399	2	0	1041	0	(ヘッダー)	89×80文字 (89カード)
倍精度データ (物理定数の数値)						
1	0				(データ終了)	
37	3	0	1050	0	(ヘッダー)	12×80文字 (12カード)
整数 (データの書式)						
1	0				(データ終了)	
1653	2	0	1070	0	(ヘッダー)	276×80文字 (276カード)
826	倍精度データ (チェビシェフ補間係数)					276×80文字 (276カード)
	倍精度データ (チェビシェフ補間係数)					
826	倍精度データ (チェビシェフ補間係数)					276×80文字 (276カード)
	倍精度データ (チェビシェフ補間係数)					
826	以下1960年から2000年までのチェビシェフ補間係数が倍精度で繰り返し入力されている。					

理論的予測値計算 (各物理モデルによる遅延時間の計算) をする場合には、各天体の位置・速度・加速度が必要となる。これらのデータは JPL が作成した惑星暦の磁気テープから、32日間のチェビシェフ補間係数の形で抽出される。

JPL の惑星暦に関する磁気テープは、1物理レコード12000W (24000 byte)、1論理レコード40W (80 byte) で記述されている⁽¹⁾。

記述されているデータの情報は、80 byte (1カード) のヘッダーに書かれた5つのキーワード (K 1, K 2,

K 3, K 4, K 5) の数字で示される。これらのキーワードについては第2表に示す。

K 1 : 12 byte (6W) 単位でのデータ容量

K 2 : データのタイプ

2 倍精度, 3 整数, 4 BCD, 5 最後

K 4 : データの種類

KASET では、ヘッダーの4番目のキーワードが1050である部分に記述されているデータの書式に従って、ヘッダーの4番目のキーワードが1070である部分に記述されているデータを読みチェビシェフ補間係数に変換し

第4表 JPL 惑星暦情報
(地心月を除き太陽系重心からの位置)

天 体	最初の項	データ数	補間項数	分割数	成分
水 星	3番目	144個	12項	4分割	3成分
金 星	147番目	36個	12項	1分割	3成分
地球一月	183番目	90個	15項	2分割	3成分
火 星	273番目	30個	10項	1分割	3成分
木 星	303番目	27個	9項	1分割	3成分
土 星	330番目	24個	8項	1分割	3成分
天 王 星	354番目	24個	8項	1分割	3成分
海 王 星	378番目	18個	6項	1分割	3成分
冥 王 星	369番目	18個	6項	1分割	3成分
地 心 月	414番目	288個	12項	8分割	3成分
太 陽	702番目	60個	15項	1分割	3成分
章 動	747番目	80個	10項	4分割	3成分

DB に入力する。

JPL の磁気テープの書式を、第3表に示す。

倍精度データの書式は、各論理レコード (80文字) ごとに9つの整数が記述されている。これを、3組の3つの整数に分ける。この各組ごとの3つの整数 I_1, I_2, I_3 から、1つの倍精度の実数 (B) が計算される。この計算式は次式で表される。

$$B = I_2 \times 2^{(I_1 - 30)} + I_3 \times 2^{(I_2 - 60)} \quad \dots\dots(1)$$

従って、各論理レコード (80文字) ごとに3個のチェビシェフ補間係数が計算される。こうして276論理レコード (80文字) から計算された32日間1セットの826個のチェビシェフ補間係数は、データの書式 (ヘッダーの4番目のキーワードが1050であるデータ) に従って分類される。第4表に各天体についてのデータの書式を示す。

最初の項: 32日間1セットの826個のチェビシェフ補間係数のなかで各天体の最初のチェビシェフ補間係数の項数を表す。

データ数: 各天体のチェビシェフ補間係数の総数を表す。

補間項数: 各天体でチェビシェフ補間を行うのに必要

な項数を表す。

成分: XYZ の3成分と、章動の $d\phi, d\epsilon$ の2成分を表す。

各天体に対して32日間全期間を1組のチェビシェフ補間係数で計算するのではなく、32日間を幾つかの期間に分割して、各分割した間隔ごとにチェビシェフ補間係数を対応させる。この分割の個数が分割数である。これらの天体の位置または章動は、J2000年系の太陽慣性系での数値であり、太陽系中心を原点とする位置を表している (地心月を除く)。KASET は、JPL の惑星暦情報に記述されている天体の中から、金星、地球一月、木星、土星、太陽、地心月、章動についてのチェビシェフ補間係数を、km から m に単位変換して DB に入力する。

さらに、KASET は、DB のチェビシェフ補間係数を用いて、各観測の参照時刻 (T) での各天体の XYZ 成分の位置・速度・加速度を計算し、DB の惑星位置情報に入力する。チェビシェフ補間係数から、位置・速度・加速度を計算する方法を付録に述べる。

このようにして求められた各観測の参照時刻での J2000年系での太陽系重心からの金星、地球一月、木星、土星、太陽および地球重心からの月位置・速度・加速度ベクトル、さらに黄道傾角・黄経の章動とその時間微分値が DB の惑星位置情報に入力され、解析ソフトウェアで使用される。

KASET では、惑星位置に関して JPL の惑星暦情報を用いている。この他に、海上保安庁水路部作成の惑星暦情報や MIT (Massachusetts Institute of Technology) 作成の惑星暦情報などがある。海上保安庁水路部作成や MIT 作成の惑星暦情報は、JPL の惑星暦情報がチェビシェフ補間係数の形式で記述されているのと異なり、毎日0時 UTC での各天体の位置・速度・加速度ベクトルの XYZ 成分および黄道傾角・黄経の章動とその時間変化の形式で記述されている。毎日0時 UTC でのデータから各観測の参照時刻での値を計算するためには適当な補間の方法が必要となる。各惑星暦情報で、この補間方法が示されている。また各惑星暦情報が採用している物理定数についても若干の違いがみられる。データ容量の面からは、長期間のデータが必要な場合には、JPL の惑星暦情報のような補間係数の形式の方が効率がよいが、数日間のデータしか必要でない場合には、1日ごとのデータ形式の方が効率がよい。

KASET で用いた JPL 惑星暦情報が妥当であるかどうかについて検討を行うため、JPL の惑星暦情報と海上保安庁水路部作成の惑星暦情報との数値を比較した⁽²⁾。なお後者は、Mark-III と同様に、B1950年座標系 (B1950.0) における平均春分点と天の極による座標

第5表 JPL 惑星暦情報と水路部惑星暦情報との差 (期間1984年1月~1984年12月)

惑星暦情報	太陽系重心地球速度	地心月位置	地心太陽位置
X成分の差	0.059m/s	631.6m	251.1km
Y成分の差	0.062m/s	702.9m	272.4km
Z成分の差	0.014m/s	5.3m	5.3km
X成分の誤差比率	2.6×10^{-5}	1.9×10^{-4}	2.6×10^{-4}
Y成分の誤差比率	3.8×10^{-5}	3.9×10^{-4}	0.5×10^{-4}
Z成分の誤差比率	2.6×10^{-5}	0.0007×10^{-4}	0.01×10^{-4}

差 = (JPL 惑星暦情報での数値 - 水路部惑星暦情報での数値) の標準偏差
 誤差比率 = ((JPL 惑星暦情報 - 水路部惑星暦情報) / JPL 惑星暦情報) の標準偏差

系)のデータを, Lieske の歳差行列を用いて J 2000 年座標系 (J 2000.0)における平均春分点と天の極による座標系)に変換した値を用いる。また, 海上保安庁水路部作成の惑星暦情報 (1日ごとの0時 UTC でのデータ)から, 各観測の参照時刻における惑星位置を計算するのに用いた補間方法による惑星位置の違いを除くために, 比較する時刻は0時 UTC とした。VLBI で用いられる惑星位置情報で精度よく求めなければならないのは, 太陽系重心での地球重心速度ベクトルである。この速度ベクトルは, 太陽系重心での時系 (TDB: Barycentric Dynamical Time) から地球上での時系 (TAI: International Atomic Time) への変換や, 遅延時間中の局の移動 (一方の局に到達した電波が他方の局に到達する間に, 他方の局が太陽慣性系で見れば移動すること) による遅延時間への補正などに必要である。これらの効果は $2 \mu\text{s}$ になる場合もあるので, VLBI での予測精度 0.1 ns を満たすためには, 地球重心速度 $\sim 30 \text{ km/s}$ に対して, 約 0.005% (1 m/s) の精度が必要である。

この他に惑星位置情報を必要とするのは, 力学時 (TDB) を計算する場合や, 地球潮汐を計算する場合である。力学時の計算には, 数 10% の精度でよく, 地球潮汐も数%の精度で十分である。ここでは, 地球潮汐の計算に必要な地球重心からの月, 太陽の位置ベクトルと, 地球重心速度について比較を行った。期間は1984年の1年間で, (JPL-水路部), (JPL-水路部)/JPL の誤差比率について調べた。

JPL 惑星位置情報と水路部の惑星位置情報との差についての1984年の1年間の標準偏差を第5表に示す。

地心からの月の位置ベクトルでは約 0.04% (0.7 km) 以下の差である。地心からの太陽の位置ベクトルでは約

0.03% (300 km) 以下の差である。太陽系重心での地球重心速度ベクトルでは約 0.004% (0.06 m/s) 以下の差である。

これらの違いによる差は, 地球潮汐や時系への変換における必要な予測精度を十分に満たしている。従って, JPL 惑星暦情報, 水路部作成惑星暦情報の選択による違いは, ほとんど VLBI には影響しない。

3.3 オリジナルスケジュールファイルとログファイルの説明

KASER または米国の SKED (IV-7 参照) で作成されたオリジナルスケジュールファイル (VLBI 観測の運用スケジュール) と, KAOS または Field System (IV-12 参照) でのログファイルから, データを KASET で入力する。

オリジナルスケジュールファイルからは DB の枠組となる以下に示される情報が抽出される。

(1) 実験単位に生成するデータ

実験コード (実験の識別コード, 実験キャンペーン (実験に関するメモ), 実験に参加した局数, 実験の観測数, 実験に使用した星の数

(2) 観測単位に生成するデータ

参加局アンテナ ID (アンテナの識別記号), 星名, 観測の開始・終了時刻, 使用周波数グループコード, 観測の参照時刻 (PRT)

(3) 観測局単位に生成するデータ

RAW テープの管理情報

これらのデータの識別はオリジナルスケジュールファイルのキーワードを用いて行われる。キーワードの例を以下に示す。

[\$ SKED]

各観測における星名, 使用周波数グループコード (たとえば SX), 観測の開始時刻, 観測期間, 参加局アンテナ ID (アスキー1文字) が記述されている。ここから観測単位に生成するデータが入力される。

[\$ SOURCES]

実験に使用された星の情報が記述され, 実験単位に生成するデータとして入力される。

[\$ STATION]

実験に使用された局の情報が記述され, 実験単位に生成するデータとして入力される。

次に, Field System または KAOS のログファイルから校正情報を各観測単位で抽出し, DB に入力する。ログファイルから入力されるデータは以下のとおりである。

① 気象データ

各観測毎, 各観測局毎の, 観測開始時刻に最も近い, 地表の気温 (T°C), 気圧 (Pmb), 湿度 (H%) のデータ

② 水蒸気ラジオメータのデータ

各観測毎, 各観測局毎の, 水蒸気ラジオメータ (WVR) のデータ。

まず, 2周波 (鹿島では 20 GHz と 26.5 GHz) の WVR による輝度温度と WVR の指向方向のデータ (Az, El) は, 各観測期間の最後のデータを抽出して入力する。これらが解析ソフトウェアに使用される WVR の主データである。

その他, WVR での検波電圧 (輝度温度を求める

ための WVR のデータ) として, 各観測の平均値を入力する。

③ ビデオコンバータの周波数

④ システム雑音

S band, X band それぞれにおけるシステム雑音 (単位K)

⑤ ケーブル遅延

⑥ 局内遅延

これらの中でケーブル遅延について以下簡単に説明する。

ケーブル遅延は, 水素メーザから遅延校正器に送る 5 MHz の周波数の位相がケーブル長の変化により変動することの補正である (詳細は遅延校正器を参照)。ログファイルに記述されているケーブル遅延は, 5 MHz で測定された往復のケーブルの変動を 25 Hz に周波数変換を行った数値である。これを, 片道のケーブルの 5 MHz での数値に変換したのが実際のケーブル遅延による補正量である。そのため, KASET でログファイルから DB に入力されたケーブル遅延に, 変換定数 $25\text{Hz}/5\text{MHz}/2=0.25\times 10^{-5}$ を掛け, 単位変換する必要がある。この変換を行う KASET の補助プログラム PROF1 を KASET を実行後に起動させる。解析では, この変換された値を用いる。

ログファイルの書式は, Field System の Ver. 4.2, KAOS の Ver. 2.0, 書式に従っている。

KASET で入力するためのログファイルの書式を第6表に示す。

第6表 ログファイルの書式

情報	識別キーワード	入力値・入力書式・説明
各観測情報	ST ET	各観測情報の最初 各観測情報の最後
気象情報	WT	気温 (T), 気圧 (P), 湿度 (H)
WVR情報	WVPOINT WVR WVRRAW	WVR の指向方向 (Az, El) WVR の2周波の輝度温度, 簡易 excess path マリーニのモデルによる excess path WVR の検波電圧
周波数情報	VC 01~VC 14	ビデオコンバータの周波数
ケーブル遅延	CABLE	25Hz での測定値
システム雑音	TSYS	システム雑音

各観測の識別は、ST と ET の対で行う。ログファイル中に ST コマンドが現れると、次に ET コマンドが現れるまでを対応する観測の情報として読み取り DB に入力する。このため、不必要に ST または ET を入れてると観測の対応関係がずれてしまう。

気象情報 T, P, H は、WX コマンドで認識される。WVR の情報については、コマンド WVPOINT で WVR の指向方向が示され、コマンド WVR で 20GHz 26.5 GHz の輝度温度 F1, F2 および WVR による簡易 excess path が示される。コマンド WVR は、WVR/F1, F2, PATH, ZPATH, MARIN のような形式で書かれてある。

ここで PATH は、WVR の簡易 excess path であり、ZPATH は、PATH から求められる WVR による水蒸気の高天頂方向の簡易 excess path である。次に、1984年2月の日米システムレベル実験に用いた PATH の計算式を示す。

$$\text{PATH} = 1.978 - 0.2119 \times (1.76 \times F1 - F2) \quad \dots\dots(2)$$

$$\text{ZPATH} = \text{PATH} \times \text{SIN}(E1) \quad \dots\dots(3)$$

E1 は elevation である。

次に、WVR の生データである検波電圧は、WVRR AW で示される。

ビデオコンバータの周波数は、VC01~VC14 で示される。

ケーブル遅延は、CABLE において 25 Hz での測定値が記述され、DB に入力される。

システム雑音は TSYS で示される。

4. KASET の機能

KASET の機能は、主に、実験コードの設定、ログファイルからの校正情報の入力、IPMS または BIH データの入力、JPL 惑星暦情報の入力、ダウン局情報（実験のある観測において正常なデータがとれない観測局がある場合、その局をその観測に対してダウン局と言う）の入力である。

これらのデータが DB に設定されていることのチェックも可能で、もし不足データが存在する場合には警告を出す。

また、KASET には、DB に入力されている IPMS または BIH データを表示させることが可能である。長周期極運動の XY 成分、UT1-UTC の時間変化、長周期極運動の XY 表示などをグラフに示すこともできる。さらに、校正情報のリスト表示も行える。これらの表示機能により使用データを簡単にモニタすることも可能である。

5. KASET の運用例

KASET による DB の環境設定は、以下の方法で行う。まず、実験期間を含む IPMS または BIH データおよび惑星暦情報を入力する。次に、実験コードを設定し、オリジナルスケジュールファイル、プロシジャーファイル、ログファイルを入力する。最後に入力モード EN(TER)=EX で実験コードに必要なデータが DB に入る。入力時には、ログファイルからの入力データが、ターミナルに表示される。

コマンド CHSET により、これらのデータが DB に設定されていることをチェックする。

また、KASET ではコマンド DISPLAY により校正情報、惑星暦情報、IPMS または BIH データを表示することができる。

これら運用方法を以下に示す⁽³⁾。

(1) KASET の起動方法

: RU, KASET

?

? EX

(2) IPMS・BIH データの入力例

? TI [ME]=YYYYDDDD, yyyyddd

? AD [D]=IP[MS], MT の LU

? DI [SPLAY]=IP[MS] 表示

YYYY 開始年 DDD 開始トータル日

yyyy 終了年 ddd 終了トータル日

期間は1年分が最大容量

LU 計算機の logical unit

(3) JPL データの入力例

? TI [ME]=YYYYDDDD, yyyyddd

? AD [D]=PL[ANET], MT の LU

(4) 実験コードの登録例

? OR [IGINALFILE]=ファイル名, LU

? ID [EXPERIMENT]=実験コード

? CA [MPAIGN]=キャンペーン題目

? LO [GFILE]=XX, LU, 局名

登録したい観測局のログファイルを入力

XX: ファイル名の最後の2文字(以下同様)

? PR [OCEDUREFILE]=ファイル名, LU, 局名

登録したい観測局のプロシジャーファイルを入力

力

? EN [TER]

(5) 実験コードの削除例

? ER [ASE]=実験コード (10文字)

SECURITY? (入力)

(6) 局のログファイルを、後から入力する場合

- ? ID [EXPERIMENT]=実験コード
 ? LO [GFILE]=XX, LU, 局名
 ? PR [OCEDURE FILE]=ファイル名, LU, 局名
 ? EN [TER]=LO[G]
- (7) IPMS・BIH 情報を後から登録する場合
 ? ID [EXPERIMENT]=実験コード
 ? EN [TER]=IP[MS] または BI[H]
- (8) 惑星位置情報を後から登録する場合
 ? ID [EXPERIMENT]=実験コード
 ? EN [TER]=PL[ANET]
- (9) ダウン局の指定例
 ? ID [EXPERIMENT]=実験コード
 ? DO [WNID]=局名, YYYYDDDDHHMMSS,
 yyyyddhhmmss
 ? EN [TER]=DO[WN]
- (10) 実験コード, 校正情報の情報の表示
 ? ID [EXPERIMENT]=実験コード
 ? DI [SPLAY]=EX[PERIMENT]<…… 実験コード
 ? DI [SPLAY]=LO[G]<…… 校正情報
- (11) IPMS データの表示
 ? TI [ME]=YYYYDDDD, yyyyddd
 ? PS [CALE]=グラフ表示範囲の最小値, 最大値,
 IPMS データの種類
 ? GR [APHLU]=グラフ表示の LU
 ? PL [OT]=データの表示タイプ
- (12) 実験コードのセットアップの状況の表示
 ? ID [EXPERIMENT]=実験コード

6. ま と め

VLBI の処理・解析に必要なデータを DB に入力するデータベースセットアップソフトウェア (KASET) が完成し, 正常に稼動している。KASET の主な機能は, 実験コードの設定, IPMS または BIH の地球回転パラメータに関する情報の入力, JPL 惑星暦情報の入力, オリジナルスケジュールファイルからの実験・観測情報の入力, ログファイルからの校正情報の入力である。

KASET は Field System の Ver. 4.2 または KAOS の Ver. 2.0 のファイル形式に対応して作られている。

また, 観測時に観測機器が異常になり, Field System または KAOS でエラーがログファイルに書かれたり, ログファイル中に不必要な ST や ET をマニュアルで入れると, KASET では対処できない場合がある。たと

えば, ST をマニュアルでログファイルに不必要に入れた場合, それを1つの観測であるかのように識別し, その後の観測との対応関係がずれて, 観測情報やデータが正常に入力されない。

その他, ケーブル遅延の単位変換や, WVR の excess path の取込・周波数情報の取込時における数値のチェックなど, いくつかの問題点が残されている。これらについては, ケーブル遅延の単位変換は補助プログラムにより補うことができ, WVR の excess path の計算は, KASET では取込まない (IV-5 で述べられるアプオリ計算ソフトウェアで計算する) ので大きな問題とはならない。

処理に使用される周波数サブグループで定義される周波数は, DB で管理されている。この周波数の定義は, 別個に DB で管理されている。そのため, DB で管理されている周波数サブグループの周波数と, 実際に使用されたオリジナルスケジュールファイルで定義された周波数サブグループの周波数とが異なることが生じる可能性がある。こうした周波数サブグループの周波数の定義の混乱を避けるために, KASET でオリジナルスケジュールファイルから, この周波数情報を抽出し, DB で管理されている周波数との一致を判断し, 変更している場合には, 警告を出す機能も必要である。

ログファイルについては, KASET で入力できる形式であることのチェックを, KASET の入力前に行い, 変更点はマニュアルで編集している。これを自動的に行う補助プログラムの作成が必要であろう。また, ログファイルの Version up の際には, DB に入力するデータの書式は変えずに, 追加という形で行うこととすれば, KASET の変更という問題は回避できるであろう。

謝 辞

最後に, 本ソフトウェアの製作に協力頂いた日本電子開発網鈴木保立氏に感謝いたします。また海上保安庁水路部ならびに文部省緯度観測所の関係各位には貴重な教示を頂いた。ここに謝意を表します。

付 録

JPL 惑星暦情報による天体の位置計算

JPL の惑星暦情報の 32 日間 (1 セット) のチェビシェフ補間係数から, 位置・速度・加速度を計算する方法を述べる。

まず, ある天体 i におけるチェビシェフ補間の時間間隔の分割数を ND, 補間係数の項数を NC とする。またデータ間隔 $D=32$ 日, 最初のユリウス日を S とする。m 番目の分割区間 ($m=1\sim ND$) の j 成分の n 番目の t

チェビシェフ補間係数を $a_i^j(n, m; S)$ とする。このときのチェビシェフ多項式の時間引数 t は、各分割区間を $-1 \sim +1$ に変換したものである。各観測の時刻 T (単位: ユリウス日) とすると、分割区間と時間引数 t は次のように表される。

$$\text{分割区間 } m = [(T-S)/(D/ND)] + 1 \quad \dots\dots(4)$$

ここで $[a]$ は、Gauss 記号で、 a より小さい最大の整数を表す。

$$\text{時間引数 } t = ((T-S)/(D/ND) - m) \times 2 - 1 \quad \dots\dots(5)$$

この時間引数 t の n 次のチェビシェフ多項式 $T_n(t)$ は次式で表される。

$$\begin{aligned} T_n(t) &= \cos(\arccos(t)) \\ &= \frac{(-1)^n}{(2n-1)!} \sqrt{1-t^2} \frac{d^n}{dt^n} (1-t^2)^{n-1/2} \quad \dots\dots(6) \end{aligned}$$

しかし実際には、次の簡単な漸化式を用いる。

$$T_n(t) = 2t T_{n-1}(t) - T_{n-2}(t) \quad \dots\dots(7)$$

$$T_0(t) = 1 \quad \dots\dots(8)$$

$$T_1(t) = t \quad \dots\dots(9)$$

時間微分も(7)~(9)を t で微分した同様な漸化式から求めることができる。

チェビシェフ補間による各天体 i の j 成分 $F_i^j(T)$ は次式で計算される (章動は $i=12$ で、 $d\phi$, $d\varepsilon$ の 2 成分

である)。

$$F_i^j(T) = \sum_{n=1}^{NG} a_i^j(n, m; S) T_n(t) \quad \dots\dots(10)$$

また、速度・加速度は、 $T_n(t)$ の微分 $\frac{d}{dt} T_n(t) = \dot{T}_n(t)$, $\frac{d^2}{dt^2} T_n(t) = \ddot{T}_n(t)$ を用いて計算される。

$$\frac{d}{dT} F_i^j(T) = \sum_{n=1}^{NG} a_i^j(n, m; S) \dot{T}_n(t) \times f \quad \dots\dots(11)$$

$$\frac{d}{dT^2} F_i^j(T) = \sum_{n=1}^{NG} a_i^j(n, m; S) \ddot{T}_n(t) \times f^2 \quad \dots\dots(12)$$

ここで f は t と T の変換定数であり $\frac{dt}{dT} = f = 2 / ((32/ND) \times 86400)$ である。

参 考 文 献

- (1) JPL EXPORT EPHEMERIS DE-200 USERS GUIDE ; JANUARY 21 1976 : Dr X X NEWHALL JPL
- (2) 福島登志夫 ; 私信
- (3) K-3 型 VLBI システムデータ処理・解析ソフトウェア ; 取扱説明書 No. 1 pp. 115~180 (1983)

