

## 山口32m-臼田64m試験観測 (YU159)

藤沢健太 (山口大学)

### 1. はじめに

2003年6月9日未明 (日本時間) に、山口32m-臼田64m間で試験VLBI観測 (YU159) を行った。これは山口大学独自の研究としてはじめて実施したVLBI観測であり、関連処理も山口大学で行った。この結果について報告する。

### 2. 観測

#### 2-1. 天体選択とスケジュール作成

観測にはIP-VLBIシステムを用いることとした。今回の観測では (1) フリンジを検出すること、(2) 山口大学で関連処理を成功させること、そのためのデータを取得すること、(3) 研究の基礎となるデータを取得すること、の3点を目標にした。観測名はYU159とした。フリンジ検出のため、極めて明るい天体 (Vir A、10 Jy以上) を長時間観測し、その後はIDV天体 (1823+568、約1 Jy) と近傍の校正天体 (J1716+68、VLBA Calibrators SearchによるとX-bandで0.829Jy) を交互に観測することにした。これらの天体は、十分明るい天体であること、できるだけ単純な構造であること、観測が容易な位置にあること、観測途中にAz=270度 (山口32mでは、90度と270度はリミッタが転回するのでできるだけ避けたい) を通らないこと、などを基準に選択した。VLBA Calibrators Searchによる天体の画像、ビジビリティプロットを図1a、b、cに示す。スケジュールファイルから、天体位置とアンテナ情報、周波数情報、スケジュール部を選択し表1に、全体を付録Aに示す。既に「のぞみ」観測で実績があったため、観測モードはできるだけ「のぞみ」観測に一致するようにした。実際のスケジュールファイルは「のぞみ」観測で用いられたものを手作業で編集して使用した。すなわち、偏波=RHCP、周波数=Xバンド(8409.99, 8419.99, 8459.99, 8479.99)、サンプリング周波数=4MHz (アナログ幅2MHz)、2ビット、4チャンネルとした。Pcalも使用した。周波数標準はガスセルCsである。

#### 2-2. 観測とデータ送付

観測では、IP-VLBI観測データ取得ソフトを用いてハードディスクにデータを蓄積する方法を採用した。山口32mでは計算機satsuki内に取得し、white1に転送してリムバブルHD (HD#6) に格納した。臼田では計算機ipvlbi1(IP:210.229.104.106)によって記録し、ディレクトリ:/home/vlbi/OBS030608に格納した。ハードディスクが取り外し不可能で、計算機がGALAXY回線に接続されていたため、鹿島の大崎氏に依頼してデータを鹿島にFTPし、鹿島に貸し出し中だったハードディスク (HD#4) に格納して山口に送付してもらった。なお、この観測より山口32mでは「器差補正值 20030609」(2003年前半に取得) が使用されている。観測状況のまとめを表2に示す。観測時の天気は、臼田、山口共に晴で風は弱かった。

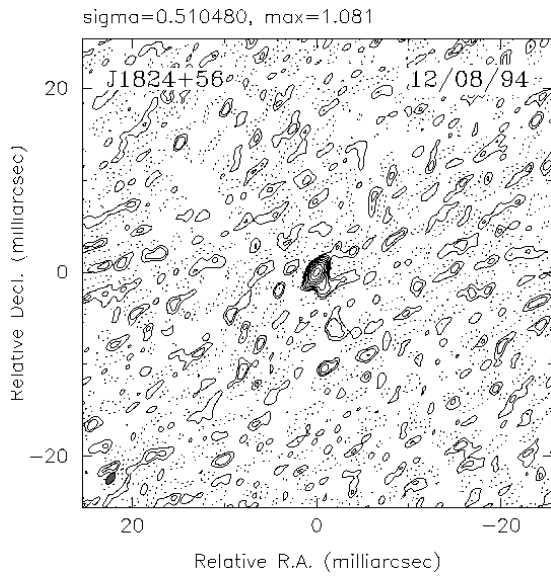


図 1 a . 1823+568 の Xバンド画像

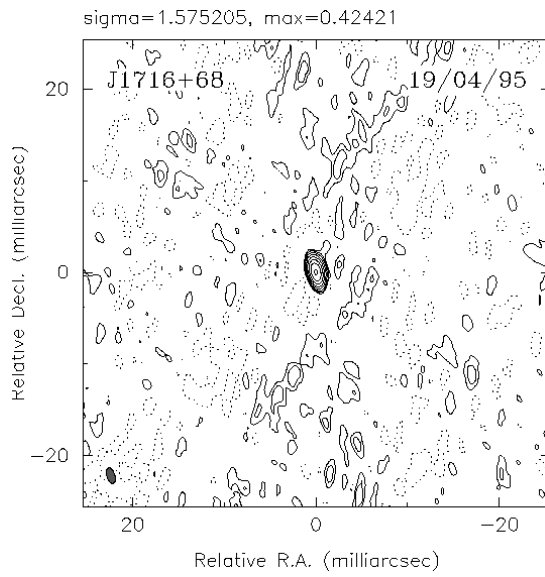


図 1 a . J1716+68 の Xバンド画像

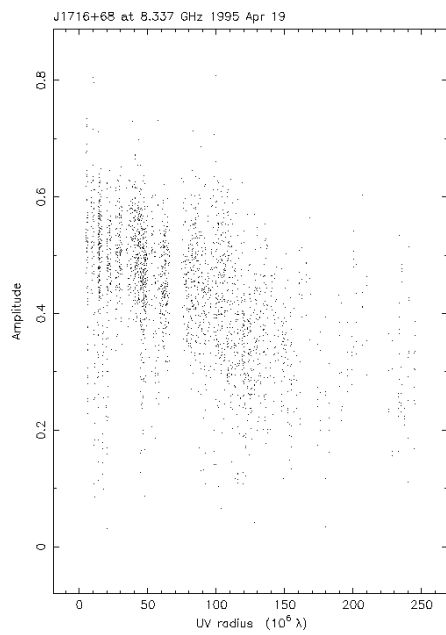


図 1 c . J1716+68 のビジビリティプロット

表 1. YU159 の観測情報 (スケジュールファイルから抜粋)

```

$SOURCES
1228+126 3C274 12 30 49.423 +12 23 28.04 2000.0 0 0 0 0
1823+568 $ 18 24 07.0681 +56 51 01.494 2000.0 0 0 0 0
J1716+68 $ 17 16 13.9380 +68 36 38.744 2000.0 0 0 0 0

$STATIONS
A U USUDA64 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PU TU HU
A K YAMAGU32 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PK TK HK
P PU USUDA64 -3855355.50082 3427427.52323 3740971.23563 UNKNOWN_
P PK YAMAGU32 -3502535.90849 3950950.21931 3566374.00298 HANDYGPS

$CODES
F KSP-SX KS
C KS X 8409.99 10000.0 1 C 2.000 1(15) 2(16)
C KS X 8419.99 10000.0 2 C 2.000 1(1) 2(2)
C KS X 8459.99 10000.0 3 C 2.000 1(17) 2(18)
C KS X 8479.99 10000.0 4 C 2.000 1(3) 2(4)

$SKED
3C274 10 KS PREOB 03159150000 3540 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159160100 2460 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
1823+568 10 KS PREOB 03159164300 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159171400 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
1823+568 10 KS PREOB 03159172500 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159175600 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
1823+568 10 KS PREOB 03159180700 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159183800 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
1823+568 10 KS PREOB 03159184900 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159192000 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
1823+568 10 KS PREOB 03159193100 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159200200 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
1823+568 10 KS PREOB 03159201300 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159204400 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
1823+568 10 KS PREOB 03159205500 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN
J1716+68 10 KS PREOB 03159212600 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN

```

表 2. 観測サマリ

番号	天体名	臼田 (観測者: 輪島)	山口 (観測者: 藤沢)
1	3C 274	× autoobs でエラー発生→レポート	△ 最初500秒のデータのみ
2	J1716+68	△ データが途中までしか記録されず	○
3	1823+568	× ファイルにデータが出力されず	○
4	J1716+68	○	○
5	1823+568	○	○
6	J1716+68	○	○
7	1823+568	△ 観測中にセグメントエラー→レポート	○
8	J1716+68	× 再立ち上げのため記録できず	○
9	1823+568	○	○
10	J1716+68	○	○
11	1823+568	○	○
12	J1716+68	○	○
13	1823+568	○	○
14	J1716+68	○	○
15	1823+568	○	○
16	J1716+68	○	○

\*○ : 観測成功、全時間データ取得、△ : 一部時間データ欠損、× : 全時間データ欠損

\*使用ソフト : 臼田=スキャン1: autoobs、スキャン2、3: autoobs2、スキャン4以降 : autoobs\_s

山口=autoobs\_s

### 3. 相関処理

#### 3-1. フリンジ検出

フリンジ検出用にスケジュールした Vir A の観測には失敗したため、観測が定常状態に入って安定した 13 番目のスキャン (1 8 2 3 + 5 6 8) を用いてフリンジ検出を試みた。遅延時間オフセット、遅延時間率ともに 0 として相関処理を行った結果、ラグ・ウインドウ中のほぼ中央にフリンジを検出した。図 2 にフリンジの図を示す。

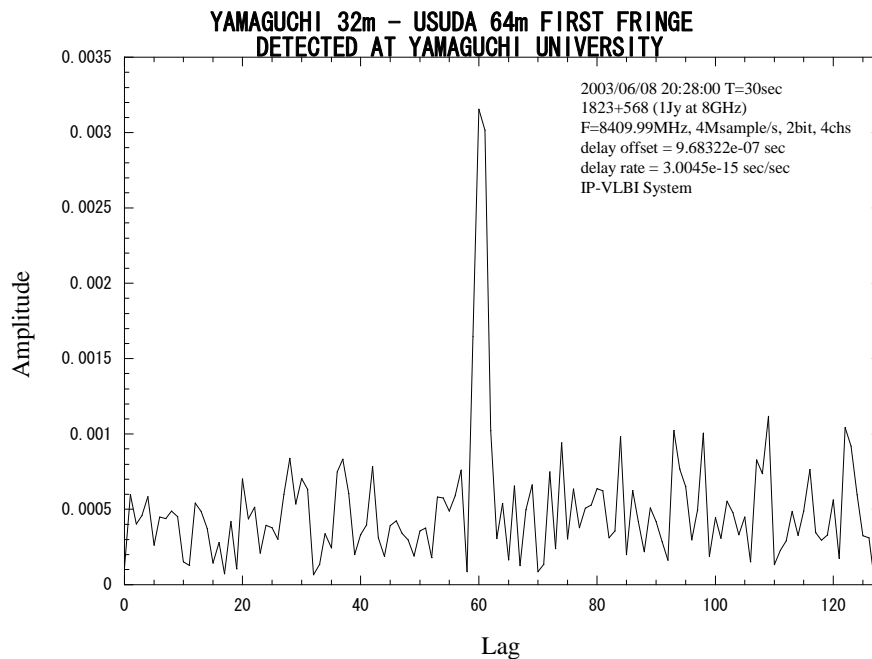


図 2. 山口大学で検出した初フリンジ

#### 3-2. パラメータ最適化

全データを処理する前に、相関処理の最適パラメータの調べる処理を行った。最適化するパラメータは遅延時間、遅延時間変化率、単位処理時間長 (1 PP の長さ)、積分時間長である。このうち、遅延時間と遅延時間変化率は、フリンジ検出を目的とした相関処理によって得られている (遅延時間 = 0.96  $\mu$  秒、遅延時間変化率 = 0) ので、単位処理時間長と積分時間長を変化させた場合の相関振幅の変化を調べた。

##### 3-2-1. 単位処理時間長 (PP 長)

単位処理時間長は典型的に 1 秒とされている。この時間内では処理パラメータを固定として相関処理が行われる。したがって単位処理時間長を長くすると地球回転による効果が現れて相関振幅は低下する。一方、単位処理時間長を短くすると、1 処理単位での S/N が低下するので、1 処理単位ではフリンジが検出できなくなり、位相のゆらぎなどの測定はできなくなる。ただし 1 処理単位でフリンジが検出できないとしても、相関処理後に全

時間（1 スキャン内の）でフリンジ検出を行えばよく、これは相関振幅を低下させることにはならない。

今回の観測では観測システム試験の側面が重要なので、位相のゆらぎを確認する必要がある。したがって1 処理単位でも位相が検出できることが望ましい。一方、相関振幅が低下すると天体の強度観測には使えなくなる。両方の要求を満たす最適なパラメータを探した。処理したデータは、予備的に行った処理でデータが安定していることが確かめられていた1 5 番目のスキャンである。I P - V L B I システムの都合上、データが2 G B y t e 毎に別ファイルとなるため、1 5 番目のスキャンは4 つのファイルからなる。これを結合して処理する方法がわからなかったので、2 番目のファイル（5 0 0 秒間分、21:03:20-21:11:40）を用いた。データの先頭の1 0 秒間は避け、1 1 秒目から1 0 0 秒分について、単位処理時間長を0.2-50 秒と変化させて相関処理を行った。

この結果得られた相関振幅を、単位処理時間長に対して図示したものが図3 である（図中の矢印は後述）。単位処理時間長が大きくなるにつれて相関振幅がほぼ直線的に低下していることがわかる。上述の通り、単位処理時間長内で位相の変動が発生（コヒーレンスロス）し、相関振幅が低下していることを示している。コヒーレンスロスを5 %以内とすることを要求すると、単位処理時間長は5 秒以下であることが必要で、1 秒ならコヒーレンスロスは1 %程度となってほぼ無視できる。単位処理時間長が0. 2 秒の場合だけ直線から外れている。この原因は不明である。相関振幅を計算するソフトウェアの特性ではないかと考えられる。

次に、処理の結果得られた単位処理時間長毎の位相ゆらぎの標準偏差を、単位処理時間長に対して図示したものが図4 である（対数グラフで示している）。単位処理時間長が長くなるにつれて位相ゆらぎが平均化されていることがわかる。位相揺らぎは $S/N$ の逆数に比例し、 $S/N$ は処理時間長の平方根に比例するので、結果として位相揺らぎは単位処理時間長の $-0. 5$  乗に比例することが予想される。 $-0. 5$  乗の傾きの線をあわせて示している。単位処理時間長が0. 2 秒のところでは大きくなっているのは $S/N$ が0 に近づいて位相が決定できていないためである。1 0、2 0 秒で大きくなっているのは原因不明であるが、おおまかには予想通りの結果となっている。位相ゆらぎの標準偏差が2 0 度以内であるという条件を設定すると、単位処理時間長は1 秒以上という結論を得る。

この観測では相関振幅は0. 0 0 5 7 であり、2 M H z 帯域幅、1 秒積分という処理の場合に予想される位相ゆらぎの標準偏差は7 度である。実際の処理結果は約2 0 度であり、予想値の3 倍に達している。これは $S/N$ 以外の要因によって位相が変動していることを示している。この原因は不明である。大気の揺らぎ、受信システムの位相ゆらぎ、相関処理の位相ゆらぎなどが原因として考えられる。

位相ゆらぎが予想よりも大きいことが不明であるが、単位処理時間長は1 - 5 秒であれば今回のデータ処理の目的を満たせることが確認された。

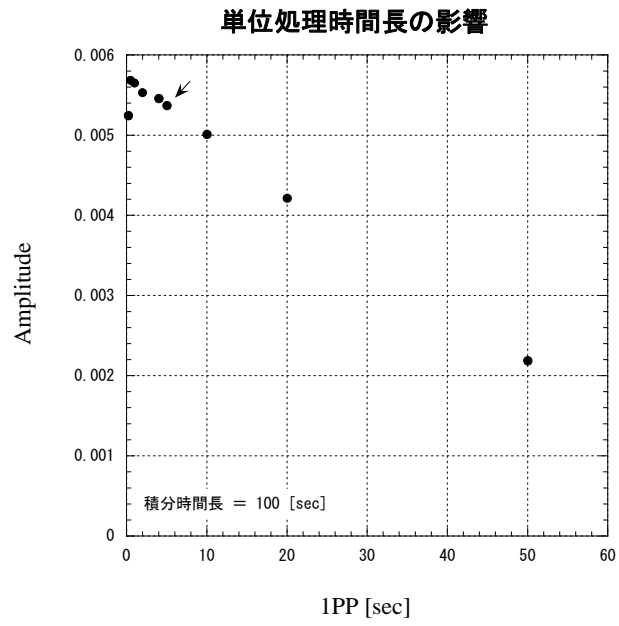


図 3. 単位積分時間長の影響

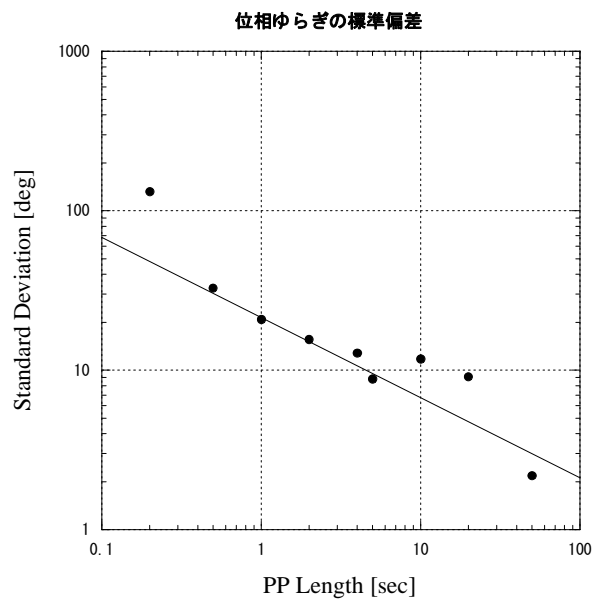


図 4. 位相ゆらぎの標準偏差

### 3-2-2. 積分時間長

単位処理時間長を固定して、積分時間長（全処理時間長）を変化させる処理を行った。単位処理時間長と同様に、積分時間長を伸ばすとノイズの低下によりS/Nが向上し弱い天体の検出が可能となる、あるいは位相を高精度で決定できるようになるが、位相変動（大気、受信システム等）の影響を受けて相関振幅の低下（コヒーレンスロス）が発生する可能性もある。

ここでは、単位処理時間長を5秒として、3-2-1で扱ったデータを10-480秒間にわたって処理した。結果を図5に示す。図中の矢印は、図3の矢印と一致する点である。相関振幅は積分時間長 $T=50$ 秒で最大となり、積分時間長が大きくなるにつれて緩やかに低下している。しかし500秒間にわたって積分しても最大値の90%以上であり、大きな相関振幅低下はおきなかった。これは大気を含めた観測システムが大きな位相ゆらぎを持たないことを示している。

この結果を直接的に示したのが相関位相の時間変動（図6）、同相関振幅（図7）である。これらは各単位処理時間の位相と振幅の値を示したもので、500秒間に位相は約50度のゆらぎを示していることがわかる。このゆらぎの大部分は山口局の周波数標準（ガスセルCs）に起因すると考えられる。振幅の平均値がやや高め（0.0063）となっているのは、相関振幅がノイズの振幅上にあるためと考えられるが、検証はしていない。

今回の観測では比較的強力な天体を観測していて検出限界を追及するものではないことから、今回の相関処理では積分時間を40-100秒程度に設定するのが適当であると結論される。

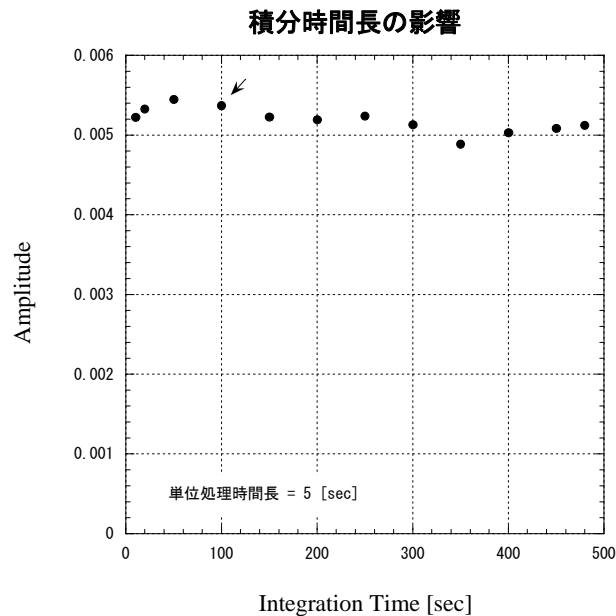


図5. 積分時間長による相関振幅の変化

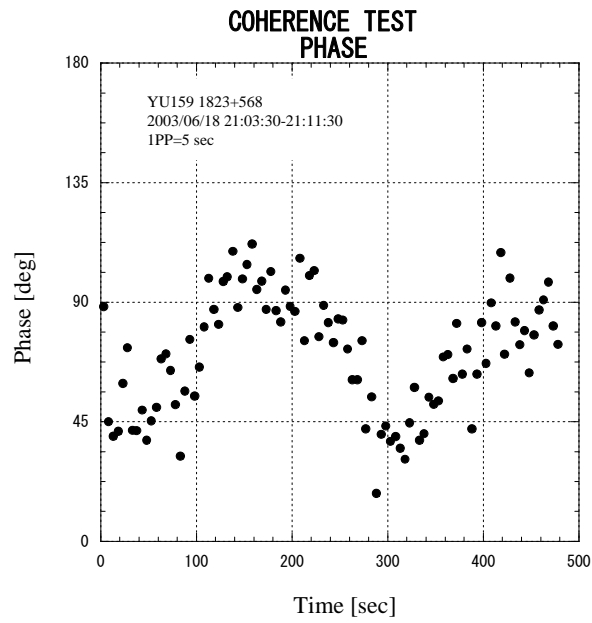


図 6 . 相関位相の時間変動

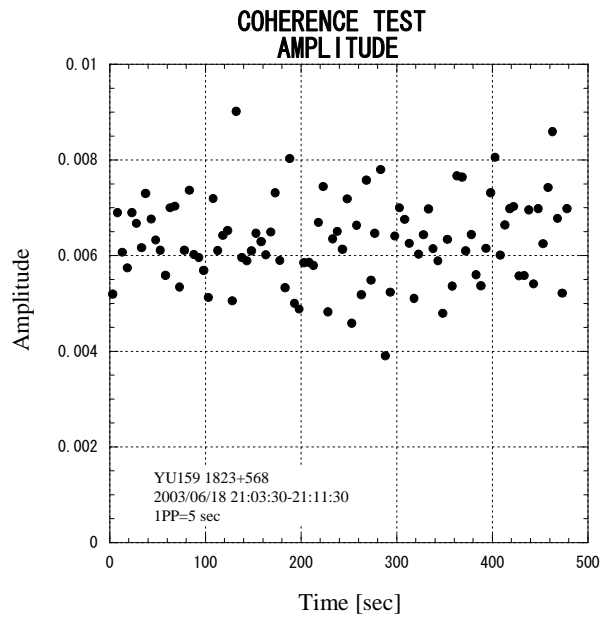


図 6 . 相関振幅の時間変動



### 3-3. 全データの処理

パラメータの最適化により、 $1\text{PP} = 1$ 秒、積分時間長を $T = 40$ 秒として、有効なデータがある観測時間、表2の番号4-6、9-16を全て処理した。このとき、初期予報計算（アプリアリ計算）は $2\text{GB} = 500$ 秒分の各ファイルに対して計算を行い、各ファイル内を40秒ごとに区分して行う相関処理では共通の値を使用した。今回の観測結果の処理では、観測時間の約1.3倍の時間がかかる。したがって、約4時間分のデータを処理するのに2日以上要している。相関処理の結果得られた相関振幅の時間変動を図7に示す。

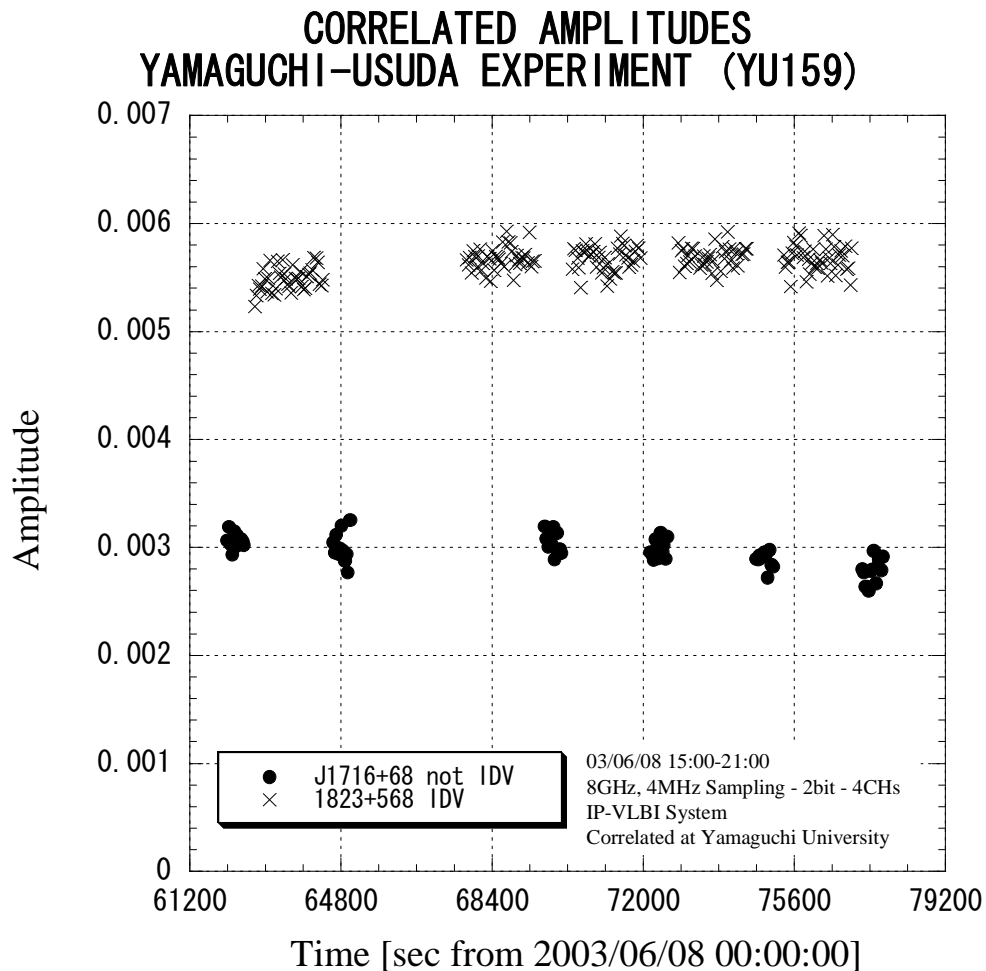


図7. YU159で得られた相関振幅の時間変動

2天体を観測したので、違う記号（●J1716+68=非IDV天体、×1823+568=IDV天体）で示している。まず、全体にわたってほぼ一定の相関振幅が得られている。この観測で得られた相関振幅の極短時間変動、例えば積分時間長（今回は40秒）ごとに得られる相関振幅のゆらぎは0.0001程度となることが $S/N$ から予想され、実際にもほぼその程度の結果を得ている。これらは処理が成功していることを示している。

次に、2天体は天球面上で20度程度しか離れていないため、アンテナの追尾誤差や大

気吸収の影響はほぼ同程度（この観測では南中近くから西に傾いてくる時間帯）である。もし両者が時間的に一定の強度であるなら、相関振幅の変動は相似形となると予想される。しかし実際には非 I D V 天体である J1716+68 では大気吸収などの影響で振幅が時間と共に小さくなっていくのに対し、I D V 天体である 1823+568 の強度は最初上昇し、ほぼ高いままの一定値を保っていることがわかる。これは約 4 時間という観測時間中に現れた 1823+568 の数%程度の短時間強度変動であると考えられる。さらに短時間、1 時間以下の時間スケールにおける強度変動が存在する可能性も残されている。これは広帯域観測で高精度の観測を行うことで解決できると考えられる。

#### 4. まとめ

山口大学主導で行われた初めての V L B I 観測（山口ー臼田、Y U 1 5 9）の観測と処理について報告した。観測、処理ともに多少の問題はあったものの、順調に行われた。山口大学で行われたソフトウェア相関処理によって初めてのフリッジが検出された。大学で独自に相関処理を行えるため、各種パラメータを調整することも可能となった。相関処理の結果、I D V 天体が 4 時間程度の観測時間中に数%の強度変動を示している兆候を得た。

一方、相関処理はまだ手探り状態のためより経験を重ねて手順を固める必要がある。また、今回の結果では相関振幅しか示していないが、天文学的に意味のある振幅は相関フラックス密度である。相関フラックス密度を得るためには各観測局の開口能率、システム雑音温度、大気吸収量の校正が必要であり、今後の観測の課題である。さらに将来の画像観測のためには、相関位相を得ることが必要であり、しかも閉合位相を得るためには各基線ではなく観測基線のすべてについていっせいに計算した初期予報計算（アプリアリ計算）が必要である。このためには大学で独自にソフトウェアを改修していくことなどが必要となるだろう。

==以上==

付録A. 観測スケジュールファイル YU0159. skd

```

$EXPER YU0159
$PARAM
DURATION 50 IDLE 0 CALIBRATION 10 LOOKAHEAD 10 MINIMUM 0
MINSKAN 120 VSCAN N MODSCAN 10 WIDTH 79 CORSYNCH 20
VIS SUB SNR AUTO CONFIRM Y CHANGE 0 MODULAR 1 MINBETWEEN 0
FREQUENCY KS PREOB PREOB MIDOB MIDOB POSTOB POSTOB
SYNCHRONIZE OFF PRFLAG YYN SETUP 20 PARITY 70 PREPASS 0
SOURCE 5 HEAD 6 TAPETM 1 EARLY 0 MIDTP 0 SUNDIS 5
SUBNET ORGUYHKMc
ELEVATION 0 7.0 R 6.0 G 6.0 U 6.0 Y 6.0 H 6.0 K 6.0 M 6.0
SCAN 1 360 2 90 3 250 4 95 5 267 6 90 7 90 8 90 9 232 10 126 11 90 12 90
SCAN 13 90 14 90 15 122 16 90
$SOURCES
1745+624 $ 17 46 14.03414 +62 26 54.7385 2000.0 0 0 0 0
1807+698 3C371 18 06 50.68063 +69 49 28.1087 2000.0 0 0 0 0
1842+681 $ 18 42 33.64162 +68 09 25.2279 2000.0 0 0 0 0
1849+670 $ 18 49 16.07225 +67 05 41.6806 2000.0 0 0 0 0
J0811+01 $ 08 11 26.707 +01 06 02.2 2000.0 0 0 0 0
1745+624 $ 17 46 14.03414 +62 26 54.7385 2000.0 0 0 0 0
1807+698 3C371 18 06 50.68063 +69 49 28.1087 2000.0 0 0 0 0
1842+681 $ 18 42 33.64162 +68 09 25.2279 2000.0 0 0 0 0
1849+670 $ 18 49 16.07225 +67 05 41.6806 2000.0 0 0 0 0
1228+126 3C274 12 30 49.423 +12 23 28.04 2000.0 0 0 0 0
1253-055 3C279 12 56 11.1665 -05 47 21.5228 2000.0 0 0 0 0
1641+399 3C345 16 42 58.810 +39 48 36.99 2000.0 0 0 0 0
1739+522 $ 17 40 36.9778 +52 11 43.4069 2000.0 0 0 0 0
1749+096 0T081 17 51 32.8185 +09 39 00.728 2000.0 0 0 0 0
1823+568 $ 18 24 07.0681 +56 51 01.494 2000.0 0 0 0 0
1845+797 $ 18 42 08.990 +79 46 17.13 2000.0 0 0 0 0
J2023+54 $ 20 23 55.8440 +54 27 35.829 2000.0 0 0 0 0
J1716+68 $ 17 16 13.9380 +68 36 38.744 2000.0 0 0 0 0
$STATIONS
A O KASHIM34 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PO TO HO
A R KASHIM11 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PR TR HR
A c ALGOPARK AZEL 0.0000 24.4 0 41.0 453.0 9.4 0 8.8 86.8 47.0 Ap 03 —
A G KOGANEI AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PG TG HG
A U USUDA64 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PU TU HU
A Y GIFU11 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PY TY HY
A H TOMAKO11 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PH TH HH
A K YAMAGU32 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PK TK HK
A M MIZNAO10 AZEL 0.0000 180.0 0 95.0 625.0 180.0 0 6.0 88.0 11.0 PM TM HM
A T TSUKUB32 AZEL 0.00000 180.0 14 10.0 710.0 180.0 14 5.0 88.0 32.0 Ts 108
A A AIRA AZEL 0.00000 180.0 0 30.0 690.0 180.0 0 5.0 88.0 10.0 Ai Ai
A C TITIJIMA AZEL 0.00000 180.0 0 30.0 690.0 180.0 0 5.0 88.0 10.0 Cc Cc Cc
A J SINTOTU3 AZEL 0.00000 60.0 0 20.0 700.0 60.0 0 5.0 88.0 3.8 S3 S3 S3
P PO KASHIM34 -3997649.23600 3276690.80710 3724278.89240 KSP96001
P PR KASHIM11 -3997505.70170 3276878.40455 3724240.70314 KSP96001
P Ap ALGOPARK 918034.75611 -4346132.26769 4561971.16681 72828201 78.07 45.96 GLB1069
P PG KOGANEI -3941937.47909 3368150.90799 3702235.28815 KSP96001
P PU USUDA64 -3855355.50082 3427427.52323 3740971.23563 UNKNOWN_
P PY GIFU11 -3787123.36080 3564181.69380 3680274.90740 CUTE01EX
P PH TOMAKO11 -3680586.30170 2917515.74560 4300987.65270 CUTE01EX
P PK YAMAGU32 -3502535.90849 3950950.21931 3566374.00298 HANDYGPS
P PM MIZNAO10 -3857236.10800 3108803.21200 4003883.08400 KSP96001
P Ts TSUKUB32 -3957408.7512 3310229.3466 3737494.8360 73452301 219.91 36.11 GS1-VLBI
P Ai AIRA -3530219.3223 4118797.5419 3344015.9059 73482201 229.40 31.82 GS1SRV
P Cc TITIJIMA -4490618.4692 3483908.1666 2884899.2057 73472101 217.81 27.10 GS1SRV
P S3 SINTOTU3 -3642141.8448 2861496.6425 4370361.7179 73462001 218.16 43.53 GLB886
H HO 0 7 360
H HR 0 6 360
H HG 0 6 360
H HU 0 6 360
H HY 0 6 360
H HH 0 6 360
H HK 0 6 360
H HM 0 6 360
T TO KASHIM34 12 16537 X 5490 S 2832
T TR KASHIM11 12 16537 X 5490 S 2832
T Tc ALGOPARK 12 16537 X 5490 S 2832
T TG KOGANEI 12 16537 X 5490 S 2832
T TU USUDA64 12 16537 X 5490 S 2832
T TY GIFU11 12 16537 X 5490 S 2832
T TH TOMAKO11 12 16537 X 5490 S 2832
T TK YAMAGU32 12 16537 X 5490 S 2832

```

T TM MIZNA010 12 16537 X 5490 S 2832  
 T Ai K4-AIRA 1 100 X 10300 S 7400 X 1.0 0.850 0.150 S 1.0 0.980 0.020 K4-2 K4-2  
 T Cc K4-CHI10 1 100 X 10300 S 7400 X 1.0 0.890 0.110 S 1.0 0.920 0.080 K4-2 K4-2  
 T S3 K4-SINT3 1 100 X 100000 S 110000 X 1.0 0.960 0.040 S 1.0 0.930 0.070 K4-2 K4-2  
 T 108 K4-TSUKB 1 100 X 320 S 360 X 1.0 0.800 0.200 S 1.0 0.940 0.060 K4-2/M4 K4-2 unused

\$CODES

F KSP-SX KS

C KS X 8409.99 10000.0 1 C 2.000 1(15) 2(16)  
 C KS X 8419.99 10000.0 2 C 2.000 1(1) 2(2)  
 C KS X 8459.99 10000.0 3 C 2.000 1(17) 2(18)  
 C KS X 8479.99 10000.0 4 C 2.000 1(3) 2(4)  
 C KS X 8409.99 10000.0 5 C 2.000 1(19) 2(20)  
 C KS H 8314.99 10000.0 6 C 2.000 1(5) 2(6)  
 C KS H 8424.99 10000.0 7 C 2.000 1(21) 2(22)  
 C KS H 8504.99 10000.0 8 C 2.000 1(7) 2(8)  
 C KS H 8554.99 10000.0 9 C 2.000 1(23) 2(24)  
 C KS H 8574.99 10000.0 10 C 2.000 1(9) 2(10)  
 C KS S 2254.99 10000.0 11 C 2.000 1(25) 2(26)  
 C KS S 2259.99 10000.0 12 C 2.000 1(11) 2(12)  
 C KS S 2274.99 10000.0 13 C 2.000 1(27) 2(28)  
 C KS S 2304.99 10000.0 14 C 2.000 1(13) 2(14)  
 C KS S 2329.99 10000.0 15 C 2.000 1(29) 2(30)  
 C KS S 2339.99 10000.0 16 C 2.000 1(15) 2(16)

L O KS X IF1N 7580.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L O KS H IF3N 7580.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L O KS S IF2N 1520.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H  
 L R KS X IF1N 7600.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L R KS H IF3N 7600.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L R KS S IF2N 3000.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H  
 L G KS X IF1N 7600.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L G KS H IF3N 7600.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L G KS S IF2N 3000.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H  
 L U KS X IF1N 7200.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L U KS H IF3N 7600.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L U KS S IF2N 3000.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H  
 L Y KS X IF1N 7600.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L Y KS H IF3N 7600.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L Y KS S IF2N 3000.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H  
 L H KS X IF1N 7600.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L H KS H IF3N 7600.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L H KS S IF2N 3000.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H  
 L K KS X IF1N 7600.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L K KS H IF3N 7600.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L K KS S IF2N 3000.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H  
 L M KS X IF1N 7600.00 1H 2H 3H 4H 5H  
 L M KS H IF3N 7600.00 6H 7H 8H 9H 10H  
 L M KS S IF2N 3000.00 11H 12H 13H 14H 15H 16H

\$SKED

3C274 10 KS PREOB 03159150000 3540 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159160100 2460 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 1823+568 10 KS PREOB 03159164300 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159171400 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 1823+568 10 KS PREOB 03159172500 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159175600 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 1823+568 10 KS PREOB 03159180700 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159183800 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 1823+568 10 KS PREOB 03159184900 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159192000 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 1823+568 10 KS PREOB 03159193100 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159200200 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 1823+568 10 KS PREOB 03159201300 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159204400 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 1823+568 10 KS PREOB 03159205500 1800 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN  
 J1716+68 10 KS PREOB 03159212600 600 MIDOB 0 POSTOB 0-R-G-U-Y-H-K-M- 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 1F0000 YNNN

\$FLUX

0059+581 X M 2.5 .3 1.0 .0 .0 .0  
 0059+581 S M 2.0 1.0 1.0 .0 .0 .0  
 3C84 X B .0 15.0 600.0 .0 13000.0  
 3C84 S B .0 10.0 1000.0 .0 13000.0  
 0420-014 X M 3.0 .6 1.0 .0 .0 .0  
 0420-014 S M 2.9 1.1 1.0 .0 .0 .0  
 0552+398 X M 7.0 .5 1.0 .0 .0 .0  
 0552+398 S M 3.4 1.3 1.0 .0 .0 .0  
 0727-115 X M 6.0 .4 1.0 .0 .0 .0  
 0727-115 S M 3.6 1.2 1.0 .0 .0 .0  
 4C39.25 X M 12.0 .5 1.0 .0 .0 .0  
 4C39.25 S M 4.4 1.3 1.0 .0 .0 .0

3C273B X B .0 20.0 1500.0 .0 13000.0  
 3C273B S B .0 20.0 1500.0 .0 13000.0  
 3C279 X B .0 10.0 1500.0 .0 13000.0  
 3C279 S B .0 10.0 1500.0 .0 13000.0  
 1308+326 X M 3.3 .3 1.0 .0 .0 .0  
 1308+326 S M 1.8 .7 1.0 .0 .0 .0  
 1334-127 X M 6.0 .3 1.0 .0 .0 .0  
 1334-127 S M 3.0 .9 1.0 .0 .0 .0  
 3C345 X B .0 3.0 1500.0 .0 13000.0  
 3C345 S B .0 6.0 1500.0 .0 13000.0  
 NRA0530 X M 5.0 .6 1.0 .0 .0 .0  
 NRA0530 S M 5.0 3.0 .4 .0 .0 .0  
 1921-293 X M 16.0 .4 1.0 .0 .0 .0  
 1921-293 S M 6.0 6.0 1.0 .0 .0 .0  
 2145+067 X M 8.0 .4 1.0 .0 .0 .0  
 2145+067 S M 1.8 .6 1.0 .0 .0 .0  
 3C454.3 X B .0 7.0 1500.0 .0 13000.0  
 3C454.3 S B .0 10.0 1500.0 .0 13000.0

\$OP  
 COVERAGE T LASTHR 24 MAXOBS F MINTIM F LOCALCOV F BEST% 0 CART F SNRWT T TAPE FFFF  
 NOISE 30

XP F YP F DUT F PSI F EPS F  
 O ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X T Y T Z T  
 R ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X F Y F Z F  
 G ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X T Y T Z T  
 U ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X T Y T Z T  
 Y ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X T Y T Z T  
 H ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X T Y T Z T  
 K ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X T Y T Z T  
 M ARAT F AOFF F COFF F CRT1 F CRT2 F X T Y T Z T  
 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 F 7 F 8 F 9 F 10 F  
 11 F 12 F 13 F 14 F 15 F 16 F

XP F YP F DUT F PSI F EPS F  
 O ARAT T AOFF T COFF T CRT1 T CRT2 F X T Y T Z T  
 R ARAT T AOFF T COFF F CRT1 F CRT2 F X F Y F Z F  
 G ARAT T AOFF T COFF T CRT1 T CRT2 F X T Y T Z T  
 U ARAT T AOFF T COFF T CRT1 T CRT2 F X T Y T Z T  
 Y ARAT T AOFF T COFF T CRT1 T CRT2 F X T Y T Z T  
 H ARAT T AOFF T COFF T CRT1 T CRT2 F X T Y T Z T  
 K ARAT T AOFF T COFF T CRT1 T CRT2 F X T Y T Z T  
 M ARAT T AOFF T COFF T CRT1 T CRT2 F X T Y T Z T  
 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 F 7 F 8 F 9 F 10 F  
 11 F 12 F 13 F 14 F 15 F 16 F