

K-3 VLBI システムを用いた木星デカメータ波放射観測'85
- 中間報告 -

鹿島支所 第三宇宙通信研究室

近藤哲朗・栗原則幸・雨谷 純・金子明弘

1. はじめに

昨年（昭和59年）、木星デカメータ波放射の発生場所に関する情報を得るために、当所で開発された K-3 型 VLBI システムを用いたデカメータ波帯の干渉計を作成した。基線長はわずか 60 m と短いものであったが、原振に水素メーザ周波数標準器を用いるなど、二つの受信系で共通ローカルを使用したことを除けば、大陸間 VLBI システムと全く同じ構成であった。この干渉計を用いて、木星が衝となる前後 3 ヶ月に亘って、計 9 回の観測を行ない、木星デカメータ波放射を 1 回受信することができた。

今年は、アンテナ設置のためのタワーを建設し、鹿島支所内で基線長を約 600 m と延ばすと同時に、それぞれのアンテナとして直交八木アンテナを用いて、偏波成分の受信も可能とした。受信器は基本的には昨年のシステムと同じであるが、フィルターを作り直し、選択特性を向上させた。さらに東京天文台野辺山宇宙電波観測所（NRO）にもアンテナと受信器の設置を行ない、NRO 所有の Mark-III VLBI システムを利用して、鹿島との間で基線長約 200 km のデカメータ波帯 VLBI 観測が可能となった。今年は木星の衝（8月5日）の前後 3 ヶ月に亘って、計 14 回の木星デカメータ波放射観測を計画し現在までに 4 回の観測を行なっている。本報告では、今年度作成したデカメータ波帯 VLBI システムと、現在までの観測結果について述べる。

2. 観測システム

基本的には昨年作成したシステムと同じである。すなわち、アンテナで受信したデカメータ波帯の信号（28～30MHz）を 100MHz のローカル信号を用いて 128～130MHz の IF 帯に周波数変換する。この IF 帯の信号を K-3 型 VLBI システムのビデオ変換器に入力する。0～2MHz のビデオ帯に変換された信号は 250 nsec ごとに 1 ビットサンプリングされた後、時刻ラベルが付加され、20000 ビットが 1 フレームのフレームデータとなる。この信号がレコーダーで記録される。観測は、大部分が計算機により自動的に行なわれる。観測終了後、記録されたテープを再生し相関処理を行なう。図 1、2 に鹿島および野辺山に設置している受信システムのブロック図を示す。なお、すべての装置の原振には水素メーザ周波数標準器が用いられ、信号のコヒーレンスを保っている。

2.1. アンテナ

アンテナは市販の 28MHz 帯受信用の 4 素子八木アンテナおよび 3 素子八木アンテナを利用している。鹿島支所内で約 600 m 離れた 2 ヶ所（図 3）にクランクアップタワー（12 m 高）を建て、4 素子八木アンテナおよび 3 素子八木アンテナをそれぞれ直交させて取りつけた（図 4、5）。高度は 45° で固定し、水平方向はローテーターで回転が可能である。野辺山には 3 素子八木アンテナを天頂を向けて設置した。素子は東西方向に向けた（図 6）。

2.2. 受信器（プリアンプ・アップコンバーター）

木星デカメータ波放射は強力な電波であるため、受信器はそれほど高感度でなくても良く、汎用の広帯域アンプ等で十分受信が可能である。しかし、いわゆる短波帯は強力な通信電波の非常に多い周波数帯であり、目的の信号を、ビデオ変換器の入力レベルまで混変調なく増幅（約80dBの増幅が必要である）するためには、不要な周波数帯をカットする急峻な減衰特性を有するフィルターが必要となる。プリアンプ・アップコンバーターは市販されている汎用の広帯域アンプ（R&K社製）とDBMを用いて作った。フィルターはトロイダルコアを利用して、自作した。そのため各受信器の位相特性を完全に合わせる事ができなかったが、鹿島局内については、観測の初めに共通ノイズを注入して、位相校正を行なうことにした。

2.3. 記録系

1ビットサンプリングされた信号は時刻ラベルを付加されたフレームデータに編集される。このデジタル信号が高密度レコーダー（HoneyWell M96）で記録される。このレコーダーは28トラックの記録が可能であるが、4ch記録の場合はフォーマッターとレコーダーの接続の関係から4パス（1パス=12分）の16トラックしか1観測に利用できない。そこで鹿島局では2台あるレコーダーを利用して8パスに相当する96分間の連続観測が行なえるようにした。野辺山は1ch受信なので、28トラックを全部利用できる。

2.4. モニター系

鹿島局では木星デカメータ波受信の判定を容易とするために、ビデオ信号のダイナミックスペクトラムも取得している。ビデオ変換器のモニター出力をスペアナでモニターし、このスペアナの出力を計算機に取り込んでいる。スペアナの掃引は約1掃引/秒である。観測終了後、計算機に取り込んだデータをダイナミックスペクトラムに編集する。このスペクトラムを見て、現象の出現している時間だけ相関処理をする。木星デカメータ波出現確率が100%ではないため、こうしてモニターすることにより無駄な相関処理をしなくても済む。

3. 観測計画

木星デカメータ波放射はいつも出現している電波ではなく、木星の磁場に固定した系の自転周期と衛星イオの公転周期にコントロールされ、10分から1時間程度バースト的に出現する電波である。とくに28MHz以上ではイオ衛星にコントロールされる成分（イオ依存性電波源と呼ばれている）がほとんどであることが知られている。そこでイオ依存性電波源のみに的を絞って観測することにした。とくにイオ依存性電波源では観測中に発生域が木星の南北でスイッチすることも期待され、VLBI観測でその現象を捕えることができるかもしれない。イオ依存性電波源の出現時刻は木星の位置、イオ衛星の位置から簡単に予測できる。こうして、今年度の木星の衝の前後について、観測条件が良いものを予報したのが表1である。衝の前後に限定しているのは、観測が深夜となり、通信による障害が少なくなるからである。

4. 観測結果の中間報告

現在までに4回（内、野辺山参加は2回）の観測を行なったが、モニター系で取得したダイナミックスペクトラム上では顕著な現象は受信されていない。参考として、昨年受信された例を図7に示す。

5. おわりに

ここでは述べなかったが、デカメータ波帯のVLBIで相関処理時の問題点として、電離層による分散がある。例えば、foF2が10MHzと12MHzの2地点で観測されたデカメータ波帯の信号の電離層による遅延時間差は2MHz帯域の端と端で数 μ secにもおよび、単純な時系列上での相関処理では相関が検出されない可能性があり、データ処理時には考慮に入れなくてはならない問題である。また実際に相関データがどうなるかも興味がある。とにかく残された9回の観測で1回でも多く木星デカメータ波放射が受信されることを祈るのみである。

最後に、東京天文台野辺山宇宙電波観測所の井上 允・平林 久 両氏にはアンテナ・受信器の設置のみならず観測においても大変お世話になっています。ここに深く感謝します。

参考文献

(1). 近藤、栗原、金子、雨谷「K-3型VLBIシステムを利用した木星デカメータ波放射観測」第317回研究談話回資料、1984年8月

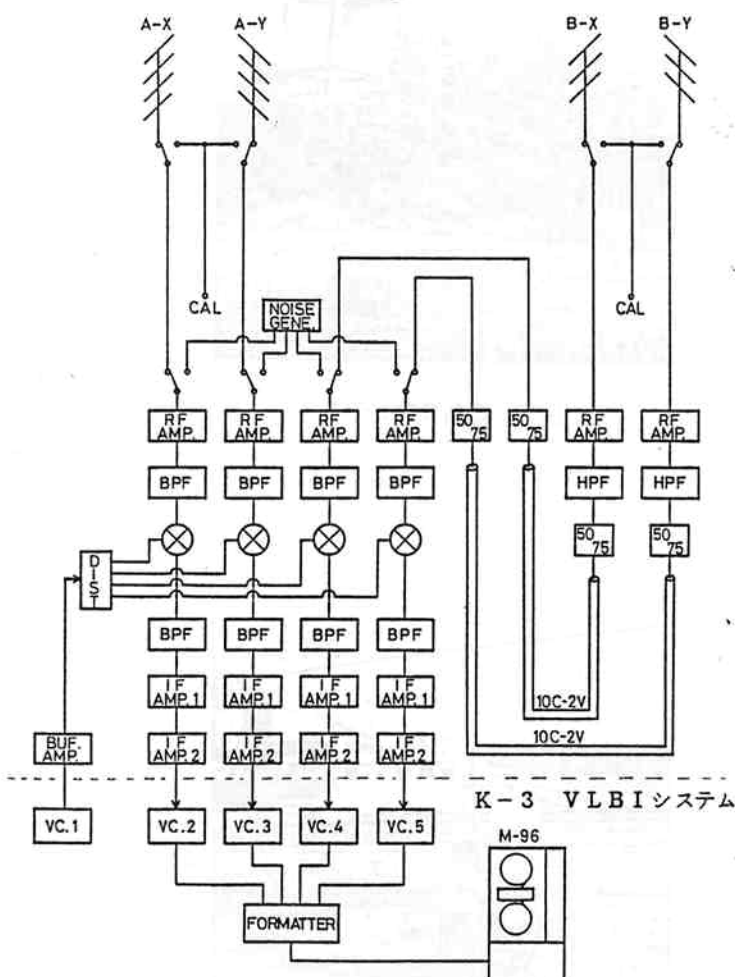


図1. デカメータ波帯VLBIシステムブロック図 (鹿島)

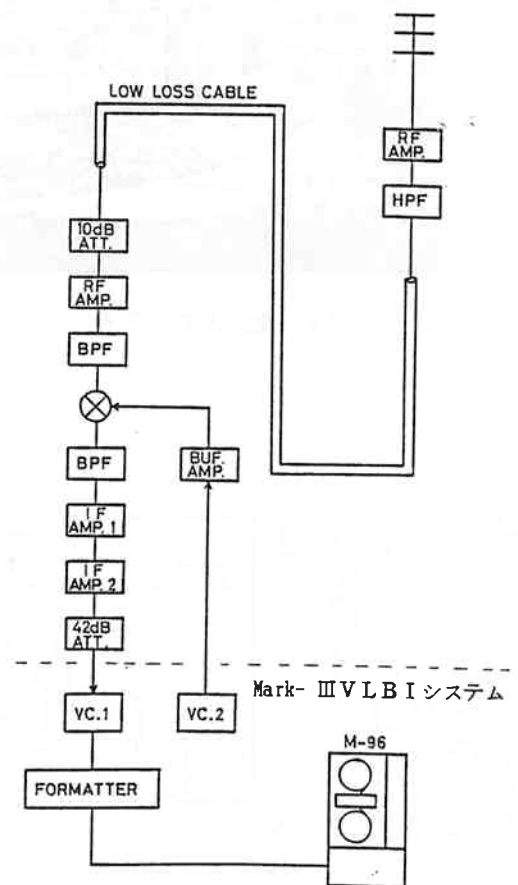


図2. デカメータ波帯VLBIシステムブロック図 (野辺山)

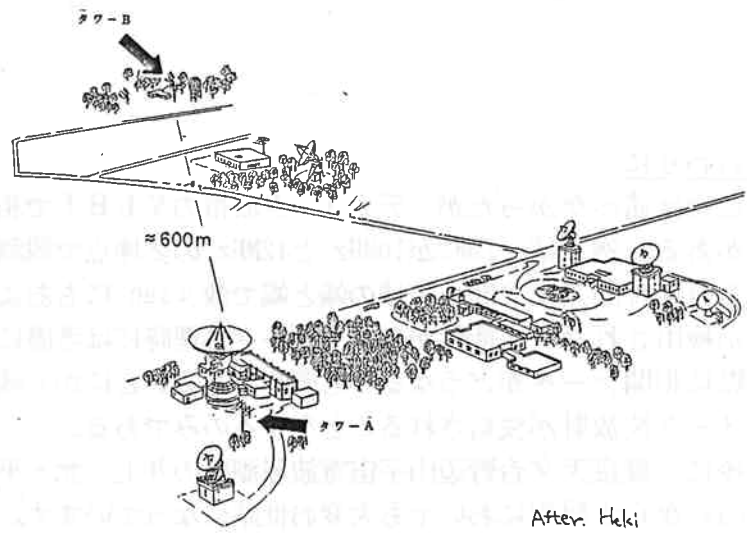


図3．鹿島支所内でのアンテナの位置



図4．鹿島Aアンテナ



図5．鹿島Bアンテナ

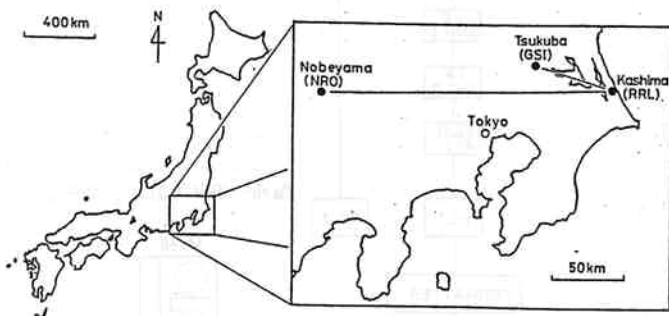
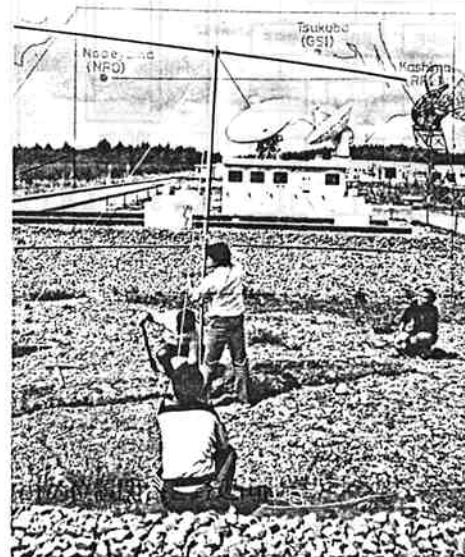


図6．鹿島・野辺山の位置関係と野辺山設置アンテナ



1984. 5. 30 THR=.02 (RAW DATA) ANTENNA Y

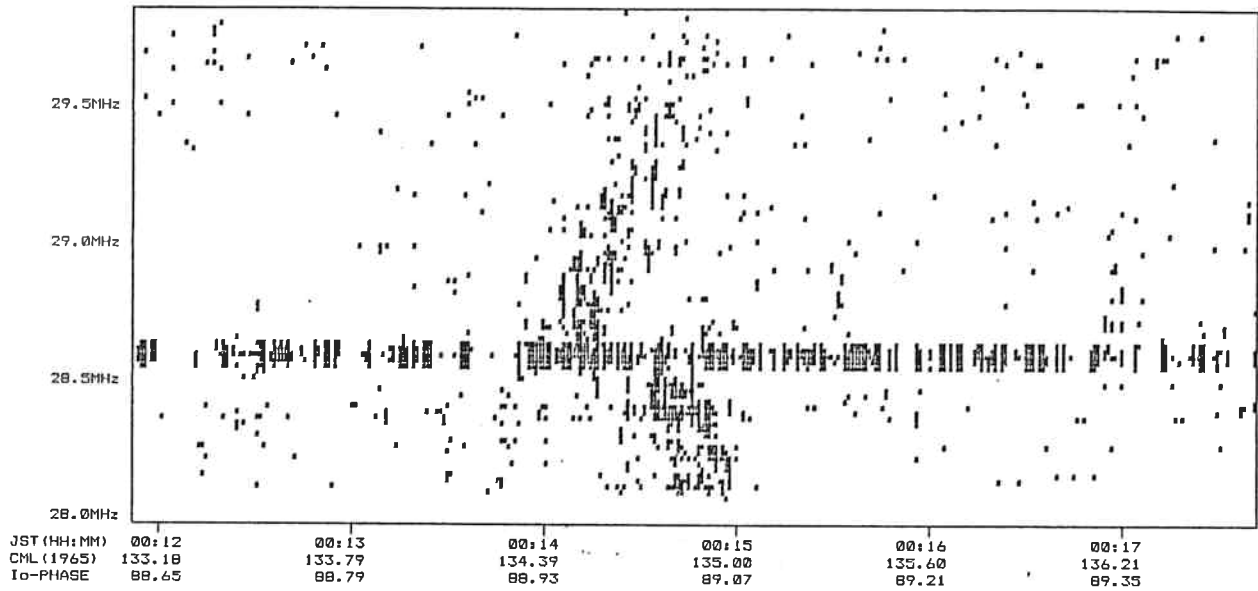


図7. 木星デカメータ波放射ダイナミックスペクトラム例

表1. 1985年観測計画

鹿島・木星デカメータ波放射観測予定表 (1985年度)

月/日	観測時刻 (JST)		観測時間	テープパス	
	開始	終了			
5/26 (日)	01:00	02:36	96分	12分×4パス×2巻	
6/2 (日)	01:40	03:16	"	"	
6/24 (月)	02:40	04:16	"	"	
7/1 (月)	03:20	04:56	"	"	
7/8 (月)	04:00	05:36	"	"	日米実験と重なる
7/25 (木)	22:50	24:26	"	"	
8/1 (木)	23:30	25:06	"	"	
8/3 (土)	02:10	03:46	"	"	
8/9 (金)	00:10	01:46	"	"	
8/16 (金)	00:50	02:26	"	"	
9/2 (月)	19:40	21:16	"	"	
9/9 (月)	20:30	22:06	"	"	
9/10 (火)	23:10	24:46	"	"	
9/16 (月)	21:10	22:46	"	"	

