鹿島34mアンテナ2002年年次報告書

通信総合研究所 電磁波計測部門 宇宙電波応用グループ

川合栄治、中島潤一、大久保寛、小山泰弘、近藤哲朗

2003年1月30日



目 次

1	はじ	めに	1			
	1.1	略語集	2			
2	34m アンテナの現況					
-	2.1	**************************************	3			
	2.2	至今時2000年10月1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1	3			
	2.3		4			
	2.4	S帯フィルタによる混信の改善	5			
	2.5	34m アンテナのバックエンドシステム	9			
3	運用	状況 1	.1			
	3.1	2002 年運用状況	1			
	3.2	トラブル対処法のマニュアル整備1	1			
4	促立	14/10	9			
4	الة من الم 1 1		ני. ני			
	4.1		.0 12			
		4.1.1 1波版示····································	-9 14			
		4.1.2 门市政府····································	-4 1 /			
	4.9	4.1.3 电XIボ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	.4 15			
	4.2		.0 15			
		4.2.1 AZ レール按日前の问题点	-0 16			
		4.2.2 RD V = V	-0 19			
		4.2.3 認動と「クのローケークヨン	-0 10			
	13		10			
	4.0	194 mlp · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	10			
		4.9.1 DILL 王嗣市は小小ノノ文英 ···································	.9 10			
		4.3.2 <u>112</u> 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	10			
		4.9.4 副: 1973 軸 DCPA の交換	 20			
		4.35 副號 25 軸 DOTA の文字 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	20			
		4.3.6 NH ア アルファフェホホホンクの文字····································	20			
		437 手摺的格子の取り付け 2	20			
		438 副鏡5軸機構リミットスイッチ交換 9	20			
		439 ETR ドア等の補修	21			
		4.3.10 デハイドレータ交換	21			
		4.3.11 AZ レールカバーの改修 2	21			
	44	発生している不具合現象 2	21			
		441 S/X トロリーの共振異常音 2	21			
		442 副鏡周辺部の割れ. 2	21			
		4.4.3 駆動中のブレーキ作動	22			
		4.4.4 定期保守開始時の指摘事項	22			
		4.4.5 L帯トロリーラッチ突入	22			
		4.4.6 受信機温度測定系の更新	22			
5	高精	度化への取り組み 2	23			
	5.1	仮設 K 帯受信機	23			

	5.2	K/Ka 带受信 機搭載	23
	5.3	位相較正信号の位相変動特性改善・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	23
		5.3.1 基準信号供給系の経路変更	24
		5.3.2 改善結果	24
		5.3.3 基準信号の分配状況	25
	5.4	副鏡 Y 軸の動的制御	31
6	今後	その保守計画	33
	6.1	2003 年度保守計画	33
		6.1.1 バックストラクチャ補修塗装およびナットプレート交換	33
		6.1.2 副鏡位置調整	33
		6.1.3 副鏡周辺部の FRP 補修	33
		6.1.4 副反射鏡 5 軸駆動機構減速器保守	34
		6.1.5 ロータリ・リミットスイッチのグリスアップ	34
	6.2	長期的保守計画	34
7	終れ	りりに	35
\mathbf{A}	雷交	甘策マニュアル	36
	A.1	34m アンテナに落雷が予想される場合の対応	36
	A.2	作業内容....................................	36
	A.3	注意が必要な作業....................................	36
		A.3.1 エンコーダの電源切断、投入方法	36
		A.3.2 RIC の電源切断、投入方法	37
		A.3.3 エンコーダ電気ユニットのコネクタ切り離し、接続方法	37
		A.3.4 冷凍機の停止、始動方法	37
		A.3.5 ヘリウムコンプレッサの停止、始動方法	38
в	運用	ヨマニュアル	39
	B.1	デュワー真空引き....................................	39
С	気象	『情報の入手法	40
	C.1	雨・台風情報	40
	C.2	雷情報	40
		C.2.1 雷の予想	41
		C.2.2 雷の現況	41
D	宇宙	『電波応用グループ成果論文(発表)リスト(2002年1月-12月)	42

1 はじめに

34m アンテナ (図 1) は、西太平洋域でのプレート運動の実測を目指した西太平洋電波干渉計プロジェクトの主 アンテナとして、1987年度補正予算により通信総合研究所鹿島宇宙通信研究センター(茨城県鹿嶋市)に建 設されたアンテナである。その後、測地的成果だけではなく電波天文分野においても多くの成果を生み出してき ており、国内外からその重要度が認知されている。

この報告書は2002年のアンテナ使用状況、保守、修理、改修等を記述することにより、アンテナの現状を 把握するとともに、今後のアンテナの安定した運用に資することを目的としている。



図 1:34mアンテナ

1.1 略語集

本年次報告で使用する略語は以下の通りである。また、アンテナ各部の名称を図2に示す。

ACU	Antenna Control Unit
ADC	Antenna Drive Cabinet
AZ	Azimuth
CCW	Counter-Clockwise
CW	Clockwise
DCPA	Direct Current Power Amplifier
EL	Elevation
ENC	Encoder
ETR	Elevation Tilting Room
IMT-2000	International Mobile Telecommunications-2000
IMT-2000 IOC	International Mobile Telecommunications-2000 Instantaneous Over Current
IMT-2000 IOC J-BOX	International Mobile Telecommunications-2000 Instantaneous Over Current Junction Box
IMT-2000 IOC J-BOX LVDT	International Mobile Telecommunications-2000 Instantaneous Over Current Junction Box Linear Variable Differential Transformer
IMT-2000 IOC J-BOX LVDT RIC	International Mobile Telecommunications-2000 Instantaneous Over Current Junction Box Linear Variable Differential Transformer Receive-band Interchange Computer
IMT-2000 IOC J-BOX LVDT RIC SCU	International Mobile Telecommunications-2000 Instantaneous Over Current Junction Box Linear Variable Differential Transformer Receive-band Interchange Computer Subreflector Control Unit
IMT-2000 IOC J-BOX LVDT RIC SCU SDC	International Mobile Telecommunications-2000 Instantaneous Over Current Junction Box Linear Variable Differential Transformer Receive-band Interchange Computer Subreflector Control Unit Subreflector Drive Cabinet
IMT-2000 IOC J-BOX LVDT RIC SCU SDC Tlim	International Mobile Telecommunications-2000 Instantaneous Over Current Junction Box Linear Variable Differential Transformer Receive-band Interchange Computer Subreflector Control Unit Subreflector Drive Cabinet Travel Limit



図 2:34mアンテナ各部の名称

2 34m アンテナの現況

2.1 主要諸元

主反射鏡開口径	34.073 m		
緯度	北緯 35°57 05.76		
経度	東経 140°39 36.16		
アンテナ中心海抜高	43.6 m		
ITRF2000 における位置と速度	位置 (m)	速度 (m/年)	
(1997年1月1日での値)			
	$\rm X:-3997649.227\pm.003$	$0003 \pm .0004$	
	$Y:3276690.754\pm .002$	$.0052\pm.0003$	
	$Z:3724278.825\pm.003$	$0118\pm.0005$	
アンテナ形式	鏡面修正カセグレン		
マウント形式	AZ-EL マウント		
主反射鏡鏡面精度	0.17mm r.m.s. (EL=45 °	建設時)	
駆動可能範囲 方位角 (AZ) 方向	北 ± 270 °(自動運用中)		
仰角 (E L) 方向	7 °~90 °		
副反射鏡 5 軸駆動制御範囲	各軸 ± 60mm		
最大駆動角速度 A Z	0.8°/s		
EL	0.64°/s		
製造	米国 TIW (現 VertexRSI))	

表 1:34mアンテナの主要諸元

34m アンテナの主要諸元を表1に示す。大型アンテナであるが電波星を高速に切り替えて、単位時間あたりの 電波星観測数を増やすことにより測地 VLBI の精度を向上させるため、このクラスのアンテナとしては大きな駆 動速度 (AZ:0.8°/s) を有する。またワイヤーラップ範囲が通常のアンテナに比べて大きな範囲に取られているた め、天体切り替えにおいて柔軟な追尾が可能である。さらに副反射鏡位置の5軸制御機能により、焦点位置を切 り替えることによって多数の周波数帯での受信が可能となっている。なお仰角は90度まで駆動可能だが、ソフ トウェアにより天体の追尾は88度までに制限されている。

2.2 受信機性能

34m アンテナの受信周波数帯と受信系の性能を表2に示す。S帯は次世代携帯電話 IMT-2000のサービス開始 に伴う混信を改善するために挿入したフィルタにより従来の受信帯域より狭くなっている(詳細は「2.4 S帯フィ ルタによる混信の改善」を参照のこと)。

K 帯受信機は K/Ka 帯複合型デュワーとして、新たに Ka 帯受信機を増設した。しかし、Ku 帯受信機は K/Ka 帯複合型デュワーを搭載するため、2002 年 8 月に撤去された。

K帯デュワーの撤去後、K帯受信を行うために暫定的に常温のLNAを使用した受信機構成とした(詳細は「5. 高精度化への取り組み」を参照のこと)。

バンド	周波数	T _{LNA}	T_{SYS}	受信偏波
	(GHz)	(K)	(K)	
L	1.35 - 1.75	18	45	L/R
S	2.25 - 2.35	19	72	L/R
С	4.60 - 5.10	25	108	L
X-n	8.18 - 8.60*	41	52	L/R
X-wH	8.18 - 8.60 #	41	65	L/R
X-wL	7.86 - 8.36 #	40	61	L/R
Ku-L(撤去)	14.40 - 14.90	60	130	L/R
Ku-H(撤去)	14.90 - 15.4	64	110	L/R
К	21.80 - 23.80	180	215	L(R)
Ка	31.7 - 33.7			
Q	42.3 - 44.9	180	350	L(R)

表 2: 受信機雑音温度 T_{LNA} とシステム雑音温度 T_{SYS}

*:8GHz LNA 通常帯域用 #:8GHz LNA 広帯域用

表 3: 軸較正結果

観測日時(UT)	周波数帯	残差 (rms) AZ	残差 (rms) EL	軸較正パラメータ
		(1/1000 度)	(1/1000 度)	更新日時 (UT)
$10/30 \ 11 \sim 23 h$	Х	2.83	2.24	$2002 \ 10/31 \ 09{:}14$
$12/27 \sim 12/29$	K	3.99	4.02	2003 1/5 12:00

2.3 追尾性能

アンテナ角度エンコーダの読みが示す方向と実際にアンテナビームが指向する方向には種々の要因(例えば、 重力変形や、エンコーダの偏芯誤差等)により誤差が生じる。そのため、角度エンコーダの読みにある補正量を 加えることにより実際のビーム指向方向が正しくなるように調整している。この補正量を求める観測を軸校正観 測と呼ぶ。2002 年 12 月に K/Ka 帯受信機が搭載されたが、K 帯フィードホーンは真の焦点位置よりずれた位置 に配置したので新たな K 帯での軸較正観測を行った。表3 はこうした軸校正観測により補正を行った後の最終的 なアンテナビーム指向誤差を示している。3 4 m アンテナの指向誤差は S / X 帯では A Z 方向には約 3/1000 度、 E L 方向には約 2/1000 度である。2002 年の保守では副鏡を取り外さず、角度エンコーダ光学ユニットの取り付 け部分の点検も行わなかったため、軸校正補正量に大きなずれは生じないと考え、保守直後の軸較正観測は行わ なかった。観測周波数帯とF S 9 起動コマンドおよび使用される軸較正パラメータファイルの関係を表 4 に示す。 すでに述べたように K 帯のフィードホーンは真の焦点位置よりずれた位置に配置したので、それに伴い軸較正パ

周波数带	FS9起動コマンド	軸較正パラメータファイル	
L, S/X, (Ka)	fssx	mdlpo.ctl.sx	
С	fs5G	mdlpo.ctl.c	
К	fs22	mdlpo.ctl.k	
Q	fs43	mdlpo.ctl.43g	

表 4: 軸較正パラメータファイル

ラメータを分離した。従来、S/X帯とK帯は同一の軸較正パラメータを使用していたが、2002年12月以降は、 S/X帯はmdlpo.ctl.sx、K帯はmdlpo.ctl.kを使用するように修正した。なお軸較正パラメータファイル等の変 更はFS9起動コマンドにより行われるのでオペレータが意識する必要はない。Ka帯は焦点位置にフィードホー ンが配置されているので、暫定的にS/X帯の軸校正パラメータを使用しているが、今後軸校正観測を行う予定で ある。

2.4 S帯フィルタによる混信の改善



図 3: 34m アンテナ S 帯受信機 IF 出力のスペクトラム (フィルタ挿入前)。122MHz 付近に入る携帯電話基地局 送信波により受信機が飽和し、高調波の発生が見られる。



図 4: S 帯 LNA 飽和試験結果。ゲインの 1dB 圧縮点は LNA 出力で-6.5dBm である。

S帯は次世代携帯電話 IMT-2000 のサービス開始に伴い 2002 年 3 月 2 日より強い混信を受けるようになった。 混信の影響を軽減するために LNA 出力に次世代携帯電話基地局からの送信周波数帯において減衰量 60dB 以上 を有するフィルタを挿入した。その結果、受信帯域は従来の帯域 (2150~2350MHz) より狭く (2250~2350MHz) なったが S帯での観測が可能となった。なお、S帯での定常観測は 4 月 12 日から再開した。

図3はフィルタ挿入前の34m アンテナS帯受信機IF出力のスペクトラムである。IF周波数122MHz付近の携帯電話基地局の送信波により受信機が飽和し、高調波が発生している。そこでLNAが飽和しているかどうかの試験を行った。図4はLNAの較正入力に信号発生器からキャリアを入力して飽和特性を測定したものである。基



図 5: S帯受信機ブロックダイアグラム。LNA とダウンコンバータの間にフィルタを挿入した。



図 6: 34m アンテナS帯 LNA 出力に挿入したフィルタの減衰特性。次世代携帯電話 IMT-2000の割り当て周波数 2110~2170MHz において 60dB 以上の減衰量を有している。

本波のゲイン 1dB 圧縮点は LNA 出力で-6.5dBm であった。IMT-2000 基地局が最大に受信されるレベルは LNA 出力で-17.6dBm(通話による電力増加を含む)であったので、LNA 飽和までは約 11dB のマージンがある。幸 い LNA では飽和が発生していないことが確認されたため、図 5 のように LNA 出力とダウンコンバータ入力の 間に図 6 に示される特性を有するフィルタを挿入することにより受信機 IF 段の飽和を回避することができた (図 7)。フィルタ挿入箇所の写真を図 8 に示す。なお、測定は 2002 年 4 月 12 日 16 時、観測室の O/E 出力背面パネ ルコネクタにて行った。このときの受信偏波は RHCP、アンテナ角度は西北西の既存基地局の送信電波が最大で 受信される方向である。

その後、2002 年 12 月の国際測地 VLBI 実験に参加するため低域側で 2218MHz までの受信が必要となり、表 5 に示す特性を有するバンド・リジェクション・フィルタ (BRF) を暫定的に使用している。

なお、フィルタの違いによるS帯受信帯域を表6に示す。受信帯域はIFフィルタ等を含めた総合特性を示しておりLNA出力に設置したフィルタ単体の通過帯域とは一致しない。

現状の 34m アンテナでは LNA 飽和までは約 11dB のマージンがあったが、基地局の送信電力は通話の発生に より増加するほか、利用が増えると増波されることがある。また常時発射されているコモン・パイロット・チャ ネル (CPICH) の信号は最大 11dB の電力増加の可能性があると指摘されており、その場合マージンがほぼなく なってしまう。

そこで LNA の入力側に挿入するフィルタとして挿入損失が小さく、冷却することにより付加熱雑音が小さい



図 7: フィルタ挿入後のスペクトラム。122MHz 付近に入っていた干渉波はフィルタにより減衰して受信帯域は 制限されるがS帯での受信が可能となった。

中心周波数帯	2140 MHz
ノッチ帯域幅	60 MHz 以上
減衰量	50dB 以上
挿入損失	3dB 以下
通過帯域幅	DC ~ 2070 MHz, 2210 ~ 3500 MHz
サイズ (mm)	$120(W) \times 63(H) \times 220(L)$
重量	3.3 kg

表 5: B R F の特性

高温超伝導 (HTS) フィルタの検討を開始した。HTS フィルタは小型なためデュワー内部への設置が従来のフィ ルタと比較して容易であり、また。更にシャープなカットオフ特性を有するため、通過帯域を混信波に近接して 設計すること可能であり、既存フィルタより広い通過帯域を確保できる。今回 LNA 出力に設置したバンドパス フィルタは下限周波数は 2250MHz であるが、HTS フィルタであれば下限周波数を 2200MHz にしても IMT-2000 基地局に割り当てられている 2110~2170MHz の帯域において十分な減衰を与えることが可能である。表 7 に導 入を検討している HTS フィルタと従来のフィルタの特性の比較を示す。既存 B P F は形状が大きいためデュワー 外部に設置した場合を仮定するとシステム雑音温度は 77K 上昇するが、HTS フィルタは小型なためデュワー内 部に設置した場合で試算すると、システム雑音温度の上昇は 9K に押さえることができる。



図 8: S帯受信機に取り付けたフィルタ。従来は LNA 出力と D/C 入力を直結していた。

表 6: S 带受信周波数带域

フィルタ	受信帯域 (MHz)	備考
従来	2150 ~ 2350	
BPF	$2250 \sim 2350$	2002 年 4 月から
BRF	$2210 \sim 2350$	2002 年 12 月から

表 7: 既存フィルタと HTS フィルタの比較

	既存 BPF フィルタ	高温超伝導 (HTS) フィルタ
		(70K 動作時)
通過帯域	$2250 \thicksim 2450 \mathrm{MHz}$	$2200 \thicksim 2400 \mathrm{MHz}$
減衰量	60dB 以上 (@2170MHz)	80dB 以上 (@2170MHz)
LNA 前置時の Tsys	149K (= 72K + 77K(@296K))	81K (= 72K + 9K(@70 K))
サイズ	260 mm × 42 mm × 27mm	$60 \text{ mm} \times 14 \text{mm}$
	(突起部を除く)	(コネクタ部分除く)

2.5. 34m アンテナのバックエンドシステム

2.5 34m アンテナのバックエンドシステム

鹿島 34m アンテナで利用可能なバックエンドは以下の通りである。バックエンドの詳細については説明文書が 個別に準備されているので、本年次報告書ではその種類と概要について説明する。

トータルパワー計測システム 34m アンテナ IF 信号のトータル電力、または任意の周波数から 2,4,8,16MHz な どの帯域を選択し、受信電力を計測することができる。トータルパワーシステムにより天体の単一鏡によるポイ ンティング、システム雑音などを計測することができる。測定はフィールドシステム(望遠鏡及び測定装置の制 御ソフト、名称 FS/9)により自動化されている。

K4(KSP) システム 通信総研の開発した 64/256Mbpsの磁気テープによる観測システムで、自動観測ロボット により無人運用が可能である。100-600MH z または 500-1000MHz の IF 帯域から任意の 16 チャンネルをベース バンドに変換した後、DFC2000 という AD サンプラで記録する。測地観測で用いられている標準的なシステム で国土地理院も K4 システムを採用している。運用はフィールドシステムから自動的に行われる。

VSOP システム 宇宙科学研究所が VSOP 観測の為に国立天文台と供に整備したシステムでデータレートは 128Mbps である。IF からは 32MHz 幅を AD コンバータの高次モードと呼ばれる周波数に切り出すサンプライン ターフェース、AD コンバータ DFC2100、および TCU と呼ばれる時系制御装置が併用される。制御は CFS と 呼ばれる Windows のソフトウェアから行う。テープ及び自動交換ロボットは K4 のものが共通に使用できる。

Mk-IIIA システム 米国 Haystack 観測所で開発されたシステムでオープンリール磁気テープを用いる記録シス テムである。56Mbpsの記録が可能である。レコーダ部は比較的新しいが、AD コンバータ(フォーマッタ)部 分の相違により、直接このレコーダを用いる観測は減りつつある。フィールドシステム FS/9 により自動運用が 可能であるが、テープ交換は人間が行う。

S-2 システム カナダ、オーストラリアで開発された VHS カセットを並列化した観測装置である。128Mbpsの 観測記録が可能である。ワークステーション上から専用のソフトウェアで制御を行う。S-2 などの外国方式への 記録変換は K4 で記録してこれをメディア変換することも可能だが、協力上便利のため 34m アンテナでは S2 等 外国の観測装置も直接備え迅速にデータを海外に向けて発送している。

K5 システム 日本で開発された 256Mbps のテープによる VLBI をハードディスクに完全に置き換えた VLBI シ ステムである。AD コンバータが PC のインターフェースに搭載されている為、外見上は PC 複数台で構成され るバックエンドである。また PC アーキテクチャにより、計算機による相関処理が可能となっている。同じ記録 速度でありながらコスト的には K4 の 1/10 程度となっているので今後普及が期待される。

ギガビットシステム 日本で開発され、世界でも唯一 1024Mbps のテープにより VLBI を安定的に行っている観 測装置である。ギガビット AD サンプラ、ADS1000 および磁気レコーダ GBR1000、メモリ装置 DRA2000VSI、 または新型レコーダ GBR2000D を組み合わせて、ftp による観測フリンジチェックが併せて行えるシステムとなっ ている。この装置は広帯域であるので 512MHz 以上の帯域幅がある X バンドや K バンドなど高い周波数での観 測が主となる。制御は GS-cnt という統合ソフトウェアが Linux 上より行い、テープ交換はロボットにより可能 である。

PC-VSI システム PC アーキテクチャで 1024Mbps のデータを取得する実験システムで、ハードウェア、及び ソフトウェア的にはギガビットシステムおよび K5 システムの延長上にある。現在の PC 上で限界に近い 1Gbps を扱う実験レベルで観測時間もディスクの交換無しでは 2 時間程度である。フィンランドなど国際間の VLBI に 使用している。 AOS 分光システム 共同研究上鹿児島大学が中心となって開発した AOS (音響光学型)分光装置が準備されている。微弱なメーザー天体などの観測に用いている。

デジタルスペクトラムアナライザ 深宇宙衛星信号の変調可視化、簡単な積分の為、デジタルスペクトラムアナ ライザが準備されている。

パルサータイミングバックエンド 時間周波数計測グループによるタイミング計測用のバックエンド装置が設置 されている。

3 運用状況

3.1 2002年運用状況

2002 年1月から12月までのアンテナの観測目的別使用頻度を図9に示す。この図で示した統計には含まれて いないが図10の運用予定の例に見られるように装置の開発、改良、保守点検、修理、調整等にも多くの時間が費 やされている。



図 9: 2002 年の 34m アンテナ運用回数

3.2 トラブル対処法のマニュアル整備

34m アンテナは外部機関も含めた多くの運用者によって観測に使用されている。数年前に比較するとはるかに トラブルの発生頻度は少なくなったが、発生したトラブル情報を共有して各運用者が円滑にトラブルに対応でき るようにするため、トラブル対処方法のマニュアルを整備している。2002年に作成したトラブル対処マニュアル は以下の通りである。

- 1) EL MINOR FAULT 表示時の対処法
- 2)43GHz 受信機電源切断方法
- 3)FS9から program コマンドを実行してもドライブ ON が不可の場合の対処法
- 4)FS9 で Cannot allocate memory が発生した場合の対処法
- 5)アンテナが停止した場合の対処法 (2002.6.25)
- 6)トロリーが動かない場合の対処法
- 7) E-stop が表示されて動かない場合の対処法
- 8) SCU ソフト操作法
- 9) SCU ソフト異常時の対処法

対処マニュアルはファイルして運用卓に置くとともに外部運用者にも参照しやすいように宇宙電波応用グループの Web ページにも掲載した。

X	🔆 Netscape 📃 🗖					
-	ファイル(E) 編集(E) 表示(Y) ジャンブ(G) Communicator(C) ヘルプ(H)					
100	🛛 🛫 🌮 ブックマーク 🔬 場所: [http://www.2.crl.go.jp/ka/radioastro/plan34m=0210.html 🔍					
Þ		mz∕⊾a	····· ,			
	200)2 (Oct			
	DAV			PAND	OPERATOR	
	DHI		maintenance Kachand DV 0400-0700	DHIND	OFERMION	
	1	TUE	maintenance remove K-band RX 0700-0900		Nittuki	
			typhoon (max average wind speed 37.4 m/s at 1214UT)			
			maintenance Ka-band RX 0000-0400		Nittuki	
			0000-0600			
	2	WED	maintenance AZ rail 0600-0700			
			small telescope 0800-1100	K	Yonezawa	
Finland obs 1100-1500 K Nakajima			Nakajima			
	3	тни	maintenance GPS ANT cable 0600-0800	v	Ichikawa	
		CDI	Finland obs 0900-1500	N	INakajima	
	4	FRI		1. (0	11 (01.1	
	b	SAL	Pulsar Timing U6UU-14UU	L/S	Hanado/Shibuya	
	6	SUN				
	7	MON	maintenance HX temp status system U6UU-U9UU development Antenna control 0900-1300			
	8	TUE	development Antenna control 0100-0300 JPN-US IP-VLBI (off line) 1730-1932	s/x	Osaki	
	9	WED	development Antenna control 0700-1100 JPN-US IP-V/BL (real time) 1130-1600	s/x	Osaki	
			maintenance Vertex power outlet 0000-0200	07 A	OSAKI	
	10	тни	VSOP/J1044+80 2200-0330	L/S C	Hanado/Shibuya Motiduki	
	11	FRI	-0330			
	12	SAT	VSOP/J1153+80 1800-2300	С	Motiduki	

図 10: 運用予定表の例、観測予定の合間には装置の開発、改良、保守点検、修理、調整等が行われている。

4 保守状況

4.1 定期保守

2002年の定期保守は7月1日~22日の日程で実施した。ETRドア等の補修塗装は8月5日~15日に実施した。バックストラクチャの補修塗装、主鏡パネルを固定しているナットプレートの交換は2003年に重点的に実施することとし2002年の実施を見送った。定期保守の主な項目と結果は以下のとおりである。

4.1.1 機械系

項目	点検内容	結果	備考
AZ旋回部	AZ ホイールの点検、CW/CCW	良	2002年はスクレイパー、避雷用アー
	ゾーン判定用 SW の点検、調整		スブロックの点検は実施しなかった。
AZ ベース	AZ の清掃、ウェアストリップ固定	良	
プレートお	ボルトの点検、防錆油塗布		
よびレール			
部			
AZ/EL	リミットスイッチの点検、調整、モー	良	2002 年の EL リミットスイッチの
動部	タとブレーキのオーバーホール、減		点検はマイクロスイッチを取り付け
	速器注油		た状態で試みたが、やはりはずす必
			要があったので、次回はマイクロス
			イッチをはずして点検する必要があ
			వె.
回転部	EL ベアリング、ピントルベアリン	良	
	グの点検注油		
角度検出部	エンコーダ電源電圧の確認	良	2002 年はエンコーダの点検は省略
			したので、次回はエンコーダ光学ユ
			ニットの取り付け状態、カップリン
			グ部を点検する必要がある。
主反射鏡	フィードコーン点検、トロリーリミ	良	トロリーが Install SW で正常に停
	ットスイッチの点検、注油		止せず Latch SW が動作してしまう
			トラブルが発生していたのでスイッ
			チ間の距離を調整した。
副反射鏡部	5 軸制御機構点検、注油(ただし、	良	
	2002年は機構部を地上に降ろさな		
	いため分解せずに実施できる部分の		
	み実施) リミットスイッチの点検		

4.1.2 付帯設備

項目	点検内容	結果	備考
AZ ケーブ	排水ポンプ動作の点検・確認	良	2002 年はデハイドレータ、AZ 室及
ルラップ室			び ETR 空調機の点検は省略した。
			排水ポンプの動作不良が発見された
			ので修理を行った。詳細は 4.3.5 項
			を参照のこと。
ガスヘリウ	点検、清掃	良	
ム冷却系			
ヘリウム冷	点検、コンプレッサ清掃	良	
凍機			
緊急停止ス	動作確認		
イッチ			

4.1.3 電気系

項目	点検内容	結果	備考
駆動制御部			
アンテナ・	動作点検清掃、ステップレスポンス	良	
コントロー	測定		
ル・ユニット			
(ACU)			
サブリフレ	リミット値の確認、LVDT用電源	良	SCU は計算機による制御に更新し
クタ・コン	電圧の確認		たので 2002 年から点検項目を変更
トロール・			した。
ユニット			
(SCU)			
アンテナ・	動作点検、モータ制御の点検	良	
ドライブ・			
キャビ ネッ			
⊢(ADC)			
サブリフレ	電源電圧確認	良	2002 年は動作点検を実施せず電源
クタ・ドラ			電圧の確認のみとした。
イブ・キャビ			
ネット			
(SDC)			
信号伝送部	電源電圧確認	良	2002年は導波管切り替え器、RXバ
			ンド・インターチェンジ・コンピュー
			タの動作点検を実施せず電源電圧の
			確認のみとした
屋外配線の	Emergency stop スイッチ系と AZ	良	前年、絶縁低下が見られたので点検
絶縁点検	オーバーライド SW の絶縁点検		を行った。

副反射鏡には5軸制御機構があるため2年に一度、副反射鏡を地上に降ろして5軸機構の分解清掃点検を行っているが、2002年は地上に降ろさず、取り付けた状態で点検可能な部分の保守を行った。

EL ギアのグリスアップは3月14日、5月28日、9月2日、12月5日に実施した。定期保守中には修理 も行っているが 4.3 修理・補修にまとめて記述している。

4.2 保守方法の検討と改善

4.2.1 AZ レール接合部の問題点

図 11 は34mアンテナのAZレールを斜め上方より見たものである。AZレールはベースプレート金属の上 にウェアストリップ金属が置かれた構造となっている。ウェアストリップの上をレール幅の3分の2程度の幅を 持ったホイールが走行している。そのためレール上には、ホイールが走行する部分としない部分が存在する。



図 11: 34m アンテナの AZ レール接続部を斜め上方より見たところ



図 12: ウェアストリップの断面

ウェアストリップの接続部の断面は、設置当時は図12に示す断面Aのように隙間があったが、現状では断面B のようにウェアストリップが変形して隙間がなくなっている。ベースプレートとウェアストリップの継ぎ目はシ リコーンを充填し防水している。しかし、ホイール走行面の継ぎ目に発生したレールの変形によりシリコーンに よる防水ができなくなった。そこで防水処理ができるようにするため、断面Bを削り断面Aのような形状の溝に 戻す提案が保守業者よりなされた。

しかしながら、断面Bのように埋まっている溝を削って断面Aのように溝を再生した場合、更にウェアストリップの変形を促進する恐れがある。また、溝の幅は0.4~1mm(0.015~0.040インチ、設計値)であり、ディスクグラインダーの砥石(直径100mm、厚さ4mm)ではウェアストリップを溝の幅以上に削ってしまう恐れがある。

隙間を削るのは溝を作ってシリコーンによる防水処理を行うことであるが、レール走行面の高さ変位を測定し た結果接合部には著しい変化が見られなかった。そこで、ウェアストリップ接続部の隙間は溝を作ってシールを 行う必要はないと判断して、ウェアストリップ接続部を削って隙間を取り戻すことは行わなかった。



図 13: 34m アンテナの AZ レールの分割構造

4.2.2 AZ レールボルトの折損について

34m アンテナの AZ レールは図 13 に示すように、直径20mの円周を16分割した構造となっている。1枚のレールは外側8本、内側8本のボルトでベースプレートに固定されており、レール全体での固定ボルトの総数は256本となる。

このボルトの折損が定期保守毎に発見されるが、図 14 に 2002 年定期保守までの AZ レールボルトの折損箇所 を示す。円周の数字は AZ レールの1番から時計回りに付したボルト位置を示す番号である。表 8 に 1998 年から 2002 年までの年別のボルトの折損本数を示すが、折損総数は 85 本であり、内側が 56 本、外側が 29 本と、内側 ボルトの方が外側に比べて約2 倍多くなっている。



図 14: AZ レール固定ボルトの折れた位置

年	内側	外側	
1998	14	11	
1999	18	15	
2000	14	3	
2001	4	0	
2002	6	0	
小計	56	29	
合計	85		

表 8: AZ レールボルトの折損本数

アンテナの使用状況と折損本数の間に関係があるかどうか調べるため、アンテナの年間運用回数と折損本数の 関係を調べた。図 15 に 34m アンテナの年間運用回数、図 16 に AZ レールボルトの折損数を示す。ただし、運用 記録が残っているのは 1997 年 5 月以降である。そのため、1997 年の運用回数は 5 月以降の運用回数を元に 2 月 と 3 月に行われた保守期間を考慮して推定した。



図 15: 34m アンテナ年間運用回数

2000 年以降、AZ レールボルトの折損数が減少しているが、1999 年以降の運用数が減少したこと、また AZ レー ルへの負担を減少させるため 1999 年 8 月に AZ の駆動速度を 1 °/s から 0.8°/s に変更していることが要因と考 えられる。また、2000 年以降、ボルト交換時には折損する部分を強化したボルトを使用していることも要因と考 えられる。

図 17 は、保守の前年の運用回数とボルトの折損数の関係を示す。5 年間のデータからは、前年の運用回数が多 くなると AZ レールボルトの折損数も多くなるという関係が見られる。両者の関係は運用回数が0 なら折損本数 も0となることを考慮して2次式で近似すると以下のように表せる。

 $y = 0.0010x^2 + 0.0055x$

ここで、y: 折損数

x: 前年の運用回数

1999年以降運用回数が減少していることや、2000年からは強化ボルトを交換に使用していることもあり、この近似式が今後も成り立つかどうかは不明であるが、予備 AZ レールボルト保有数を検討する際の参考データと



図 16: 34m アンテナ AZ レールボルト折損数



図 17: AZ レールボルト折損本数と前年運用回数

して保守計画に役立てていく予定である。

4.2.3 駆動モータのローテーション

34m アンテナは、A Z 駆動に4台、E L 駆動に2台のモータを使用している。更にAZ、EL それぞれ1台づつ の予備モータを保有している。予備モータも含めて定期的に点検を行うためモータ取り付け位置ローテーション を実施している。ローテーションによるモータの配置状況を表9に示す。

34mアンテナの各軸の回転は駆動モータについているブレーキによって固定されている。また、保守中もア ンテナを駆動する必要があるため、各軸最低1個のモータを取り付けておく必要がある。

ところで、2000年までは、モータの保守は2回に分けて行っていた。最初に半分のモータを取り外し工場に 持ち帰って保守を行い、保守の終了したモータを取り付けた後に残りの半分のモータを取り外して工場で保守を 行っていた。ところが、予備モータの入手により、すべてのモータの保守を一度に行うことができ、保守期間の 短縮が可能となった。

年	AZ#1	AZ#2	AZ#3	AZ#4	AZ 予備	EL#1	EL#2	EL 予備
2000	A1	A2	A3	A4	AS	E1	E2	ES
2001	AS	A2	A3	A4	A1	ES	E2	E1
2002	AS	<u>A1</u>	A3	A4	A2	ES	<u>E1</u>	E2
次回	AS	A1	<u>A2</u>	A4	A3	E2	E1	ES

表 9: 駆動モータのローテーション

下線は定期点検中の1台稼働状態時に取り付けておくモータである。

なお、モータ保守中の AZ 駆動は1台のモータとなるためモータの過電流に注意して運用する必要がある。さらに複数モータのトルクバイアスによるギアのバックラッシュ防止機構も働かないので慎重にアンテナを駆動する必要がある。

4.2.4 駆動モータ冷却ファンの使用方法について

吸湿による駆動モータの絶縁低下を防止するために、アンテナ駆動時以外もファンモータを回転させておく方 が良いという提案が保守業者よりあったが、下記の理由により駆動モータ冷却用ファンはアンテナ運用時のみ使 用するという従来通りの運用方法を続けることとした。

34m アンテナでは以前、AZ レールの腐食防止のためファンによる乾燥を試みたことがある。レールカバー内の空気をファンにより循環させたが、ファンに大量の塵埃が付着するという現象が発生した。またヘリウムコンプレッサー室では、常時回転している換気ファン付近の断熱材表面のアルミ膜が薄くあるいはなくなるという現象も発生している。そこで 34m アンテナの環境では、空気を強制循環させることはファンへの塵埃付着や、腐食を却って進行させる恐れがあると判断し、アンテナ駆動時以外のファンモータ回転は行わないこととした。

4.3 修理·補修

4.3.1 ETR 空調用冷水ポンプ交換

ETR の冷房は冷水を使用している。その冷水循環ポンプから水漏れが発生したのでポンプを交換した。

4.3.2 AZ レールボルト交換

AZ レールをベースプレートに固定しているボルトの折損が定期点検で6本見つかったので交換した。

4.3.3 落雷被害

2002年8月1日に発生した落雷により34mアンテナ関連システムに以下のような多数の被害が発生した。 落雷翌日に予定されていた観測は中止せざるを得なかったが、8月3日に一般公開が予定されていたため、エン コーダを急遽復旧してアンテナを駆動できるようにした。受信機を含めたアンテナ全システムの復旧には10日を 要したが、予備品および冗長系を有していたため短期間に復旧することができた。故障した機器の修理には、国 内で対応できるものについては約3か月、米国に修理を依頼したものは6か月以上を要する見込みである。

なお、以前雷による被害が頻発していたアンテナ制御計算機とACU間の接続(RS422)は、光接続に変更以 降は被害の発生はなく、今回も影響を受けなかった。また、エンコーダ電気ユニットに関して落雷対策をメーカ に問い合わせたが良い対策方法は得られなかった。

34mアンテナ関連の落雷被害箇所

- (1) AZ エンコーダ電気ユニット
- (2) EL エンコーダ直流電源出力側ヒューズ F2 切断
- (3) ヘリウムコンプレッサー 制御基板
- (4) L 带受信機 局部発信器
- (5) RX-band Interchange Computer RS422 インタフェース
- (6) アンテナ映像モニター用 ETR 2 階カメラ
- (7) モニター映像切替器 ch3
- (8) IF 信号切替器 制御ラインドライバ IC×6、電源 IC
- (9) 受信機制御計算機 GPIB インタフェース
- (10) ETR 電話機 絶縁不良
- (11) 第2受電所計器用ヒューズ切断

4.3.4 副鏡 Z3 軸 DCPA の交換

34mアンテナの副鏡は焦点位置の調整ができるようにX、Y、Z1、Z2、Z3の5軸機構を備えている。 Z3軸がマイナス方向に時々駆動できない現象が発生したので調査したところ DCPA が動作不安定になっている ことが判明したので交換した

4.3.5 AZ ケーブルラップ室排水ポンプの交換

AZ ケーブルラップ室は地下にあるため、侵入した雨水を排水するための排水ピットおよび排水ポンプが設置 されている。排水ピットの水が排水されなくなったので水中ポンプと腐食した鋼管の交換を行った。鋼管は肉厚 の硬質ポリ塩化ビニル管(VP管)に交換した。

4.3.6 副鏡 Y 軸駆動抵抗の調整

副鏡駆動用 DCPA とモータの間には駆動調整用の抵抗がある。SCU が老朽化したため 2001 年に新 SCU に更 新したが、その際、旧 SCU との互換性を維持するために調整用抵抗を入れて新 SCU の設置調整を行った。その 後、副鏡の Y 軸が低仰角時に駆動できない現象が発生した。 Y 軸は天頂では水平方向に駆動されるが、低仰角時 には重力方向となり、引き上げる動作となる。目視して障害になっているものはなく、また天頂時には駆動でき ることから、 Y 軸のリニアベアリングの抵抗が大きくなっていると考えられたので、今回は駆動調整用の抵抗を 5 から 3 に変更して駆動できるようにした。なお、 Y 軸のリニアベアリングの整備は 5 軸駆動機構を分解す る必要があるため来年の副鏡を地上に降ろす保守時に実施予定である。

4.3.7 手摺り格子の取り付け

アンテナ屋外の階段、通路は手摺りの格子間隔が大きかった、見学者が昇降する場所は間隔の狭い格子を設置 して安全性を高めた。保守上は身を乗り出して作業ができない等少し不便になった。

4.3.8 副鏡5軸機構リミットスイッチ交換

副鏡 5 軸機構にあるロータリリミットスイッチは 2001 年にスイッチ内部のウォームが抜けるトラブルがあった。そこで 2002 年の保守時にウォームを交換する準備を行ったが、定期点検時にロータリリミットスイッチ Y 軸 への浸水や他のリミットスイッチの老朽化も指摘されたので、すべてのロータリリミットスイッチを交換した。

4.3.9 ETR ドア等の補修

腐食により傷んでいた各部の塗装と補修を行った。補修箇所は以下の通りである。ETR ドア及びドア枠の補 修、ETR 外壁コーキング、ETR 空調吹き出し口下部床の補修、EL モータカバーの足の交換、AZ 室屋根補修塗 装、AZ 室ドア及びドア枠の補修、ETR 用空調機台の補修、AZケーブルラップ室の換気ファンカバー交換。

4.3.10 デハイドレータ交換

故障していたデハイドレータの修理が完了したので交換した。

4.3.11 AZ レールカバーの改修

AZ レールの保守作業をやりやすくするために設置している AZ レールカバーの開閉部が次第に垂れ下がり、コンクリート基礎の一部と接触するようになった。そこで、カバーの位置を調整するとともに既存支柱を補強してカバーが下がらないように対策した(図 18)。



図 18: AZ レールカバー開閉部の支柱の補強箇所

4.4 発生している不具合現象

4.4.1 S/X トロリーの共振異常音

トロリーの降下時に時々異常音が発生することがあり、トロリーレールを調査したところ、右レール中程の一 部に荒れた部分が見つかった。グリスアップ後も時々異音が発生するので、リニアベアリング点検を検討してい る。レール交換が必要な場合はベアリングとレールのセットでの交換となる。また、レールを直線かつシャフト と平行に設置する技術が必要となる。

4.4.2 副鏡周辺部の割れ

エポキシ樹脂で4個所 (30cm × 1, 10cm × 3) の割れの補修を行った。昨年も2個所補修しており、全周の FRP 補修が必要と考えられる。

4.4.3 駆動中のブレーキ作動

駆動中に AZ 側の Tlim (トラベルリミット)によりブレーキが作動する現象が発生した。直後に緊急停止 (Emergency-stop)系の絶縁抵抗を測定したが、著しい絶縁低下は見られず、原因は不明である。

4.4.4 定期保守開始時の指摘事項

定期保守開始時の指摘事項は以下の通りである。なおこれらは時々発生している現象である。

- ア)EL DCPA#1 IOC
- イ) ACU の OFF-ON 1回で ADC リセット不可が1回発生
- ウ) EL 軸 ハンチング様の異常動作発生
- エ) L帯トロリー固定金具の隙間
- オ) 副鏡周辺部の割れ 補修したエポキシ樹脂系充填接着剤の樹脂の薄い部分が割れた
- カ) FS9(自動運用ソフトウェア)から program コマンドでドライブ ON にならない

4.4.5 L帯トロリーラッチ突入

インストールスイッチで停止せずラッチに突入する現象が発生した。インストールスイッチとラッチスイッチ の間は十分に距離があり、原因は不明であるが、インストールリミットスイッチの交換準備中である。

4.4.6 受信機温度測定系の更新

受信機温度測定系を更新すべく代替温度測定系を整備中である。

5.1 仮設K帯受信機



図 19: 仮設した K 帯受信機

新たに Ka 帯受信機を増設して K/Ka 帯複合型のデュワーとするために、K 帯受信機を 8 月 2 7 日に撤去した。 しかし、開発中の PC-VSI やフィンランドとの実験を行うために常温の LNA を 9 月 2 4 日に仮設した(図 19)。 常温 K 帯受信機の LNA(茨城大学坪井研究室製作、常温で受信機雑音温度 150K)をフィードの LHCP 出力に 直結している。Tsys は約 300 Kである。K/Ka 帯複合型のデュワーが設置された 2002 年 12 月まで暫定的に使用 された。

5.2 K/Ka 帯受信機搭載

2002 年 12 月 19 日 ~ 21 日に K/Ka 帯複合型のデュワーを設置して、その後、ダウンコンバータ等を整備した。 設置されたデュワー、ダウンコンバータの写真を図 20 に示す。受信機の初期調整が完了した後、初受信(ファー ストライト)に挑戦して、12 月 25 日 13:19UT におうし座にある電波星 Taurus A の受信に成功した。その結果 を図 21 に示す。受信機の性能を表 10 に示す。受信偏波の切り替えはいずれの受信機もデュワー内部の導波管接 続を変更することにより対応する。

	周波数 (GHz)	T_{LNA}	T_{sys}	偏波
K 帯	21.8 - 23.8	75	160	L(R)
Ka 帯	31.7 - 33.7	85	150	R(L)

表 10: K/Ka 帯受信機の性能

5.3 位相較正信号の位相変動特性改善

2001 年 2 月に実施した JPNTI7 実験をはじめ、ここ数年間に実施した測地 VLBI 実験において、34m 局を含む基線の遅延時間残差の RMS が 200psec 以上となる現象が継続した。同じ実験における他基線の遅延時間残差は、RMS で 30~50psec 程度であり、結果として 34m 局の局位置決定誤差がほかの観測局よりも著しく大きくなっている。この原因の一つは、34m アンテナの位相較正信号 (P-cal 信号)の位相変動が大きいことと関係が



図 20: K(22GHz) 帯/Ka(32GHz) 帯デュワー(中央)。デュワーの左側に 32GHz 帯のダウンコンバータがある。 右側のデュワーは 43GHz 帯用。

あると推測し、34m アンテナの受信機系に供給している基準信号の伝送経路を変更した。その結果、P-cal 信号の位相変動を減少させることができた。

5.3.1 基準信号供給系の経路変更

図 22 に今回実施した基準信号供給系の伝送経路変更を示す。従来は、P-cal ユニットに供給する 5MHz 信号と PLO に供給する 10MHz 信号は独立に 2 本の同軸ケーブルで伝送され、10MHz 信号はさらに ETR 下部機器室 に設置された基準信号分配器で各受信機の PLO に分配されていた。ここに用いられていた基準信号分配器(HP モデル 5087A)は 10MHz の信号を 5MHz に分周する機能はなかったが、今回設置した分配器(日本通信機製の KSP 型基準信号分配器、図 23)は 10MHz 入力信号から 5MHz の信号を出力する分周器を内蔵している。この 経路変更により、水素メーザー室から受信機室(ETR 下部機器室)までの経路の 2 本の同軸ケーブルによる信号 伝送の遅延変動の差が P-cal 位相変動として現れる影響を取り除くことができると期待される。

5.3.2 改善結果

基準信号伝送経路を変更した前後で、P-cal 信号の位相変動の大きさを比較するため、2002 年 6 月 12 日と 28 日に実施した 2 回の短基線 VLBI 実験(実験コードはそれぞれ SB2163 と SB2179)の処理結果から、PP ごとの P-cal 位相を kross ファイルから抽出して図 24 と図 25 に示す。SB2163 では、1つの観測中に急激な位相変動が見 られるのに対し、SB2179 ではそのような大きな変動は取り除かれ、1つの観測中の位相変動は 10 度程度以内に 収まっていることがわかる。SB2179 実験の遅延時間残差を図 26 に示す。比較のため信号経路変更前の JPNTI7 実験のときの同じ基線の遅延時間残差を図 27 に示す。

SB2179 実験の遅延時間残差の RMS は 48psec であり、JPNTI7 実験の 316psec に比較して大幅に改善されて いることがわかる。ただし、SB2179 の遅延時間残差には、1時間程度の時間スケールで不規則な変動が見られ、 今回対策を施した箇所以外にも改善の余地が残されていることを示唆している。



図 21: Taurus A のクロススキャン結果。上図が仰角方向、下図が方位角方向である。電波源が 32GHz 帯のビーム幅 (0.019 度) より大きいため図は真のビームパターンを表していない。

5.3.3 基準信号の分配状況

基準信号伝送路の変更後、受信機室における基準信号の配線系統は図 28 に示されるようになった。2 台の基準信号分配増幅器の出力レベルと用途を表 11 にまとめておく。



図 22: 基準信号供給経路の変更前(左)と変更後(右)



図 23: 従来使用していた基準信号分配器(上: HP モデル5087A)と新しく設置した基準信号分配器(下: 日本通信機 KSP タイプ)



図 24:6月12日の実験(SB2163)時に観測したデータから抽出した X バンド 10ch 分の 34m 局 P-cal 信号位相



図 25:6月 28日の実験(SB2179)時に観測したデータから抽出した X バンド 10ch 分の 34m 局 P-cal 信号位相



図 26: SB2179 実験における 34m 局-11m 局基線の遅延時間残差(残差を表す横軸はフルスケール ± 200ps)



図 27: JPNTI7 実験における 34m 局-11m 局基線の遅延時間残差(残差を表す横軸はフルスケール± 1100ps)





表 11: 基準信号分配増幅器の出力レベルと用途 43GHz と S/X の PLO には表の出力から減衰器の減衰量だけ 小さいレベルの信号が供給されている。

	10 MHz			
	Amplitude	Supplied Instruments		
	(dBm)	Supplied Instruments		
ch1	15.17	to Nitsuki Dist Amp		
ch2	20.17	22GHz Receiver		
ch3	18.00			
ch4	11.50	L-band		
ch5	-0.67			
ch6	15.00	43GHz Receiver (Atten 13dB)		
ch7	12.50	L-band		
ch8	17.33			
ch9	16.83			
ch10	16.83			
ch11	17.17			
ch12	17.00			

HP5087A Distribution Amplifier ETR (2002年8月現在)

Nitsuki Distribution Amplifie

		10 MHz	5 MHz		
	Amplitude		Amplitude		
	(dBm)	Supplied Instruments	(dBm)	Supplied Instruments	
ch1	18.67	S/X Receivers (Atten 3dB)	11.17	S/X PCAL	
ch2	18.00	C band	11.17	C band PCAL	
ch3	18.17		11.17		
ch4	18.17		11.17		
ch5	18.17		11.17		

5.4 副鏡 Y 軸の動的制御

43GHz 帯観測時の開口効率を維持するため副鏡の動的制御を整備した。43GHz 帯では仰角の変化によるアン テナの重力変形のため副鏡を固定したままでは開口効率が大きく低下する。副鏡は5軸を制御することで開口効 率を最大にする副鏡の最適パラメータを得られるが、2002 年はアンテナ傾斜時に重力方向となる副鏡のY 軸を 仰角の変化に応じて動的に制御できるように SCU(Subreflector Control Unit) を改修した [1]。

最初に SCU で仰角を取得できるように改修を行った。副反射鏡制御系統を図 29 に示す。アンテナの仰角情報は、ACU(Antenna Control Unit) に RS422 I/F で入力されている角度コマンドをパラレルに SCU に読みこむことで取得している。







図 30: 仰角による副鏡位置の最適値の変化

次に、木星を 43GHz 帯で受信して仰角毎の最適な Y 軸位置を図 30 のように求めた。

得られた結果から仰角と副鏡最適位置の関係を 1 次式で最小二乗近似すると y = -0.4967x - 1.4544 となる。 ここで、y: Y 軸の位置 (mm)、x: 仰角(度) である。SCU のアクティブスイッチを ON にすると、副鏡は仰角 に応じてこの関係式にしたがって制御される。

図 31 に動的制御の有無による開口効率の違いを示す。仰角に応じた副鏡の動的制御を行わない場合は、最大 開口効率が得られる設定にした仰角 45 度付近以外は効率が低下しており、特に高仰角において効率の低下が著 しい。しかし、動的制御を行うと仰角 4 5 度以外でも効率を維持して受信できることがわかる。しかしながら効 率低下を完全には防止できないのは、Y 軸のみの制御では副鏡を最適な位置に制御できないことが一因と考えら れる。



図 31: 動的制御の有無による受信効率の違い

なお、S/X帯の測地 VLBI 観測では光路長の人為的変動を避けるため動的制御は行わない。

6 今後の保守計画

6.1 2003年度保守計画

6.1.1 バックストラクチャ補修塗装およびナットプレート交換

バックストラクチャの補修塗装、補修溶接、主鏡パネルを固定しているナットプレートの交換は 2003 年に重 点的に実施することとして 2002 年の実施を見送っているので、特に外周からパネル 2 枚分の未補修部分につい ては早急に補修塗装等を実施する必要がある。

6.1.2 副鏡位置調整

副鏡位置は 43GHz 受信を行うために mm 精度で精密に制御する必要がある。そのため副鏡の 5 軸パラメータ は太陽を使用した粗調整後、風の穏やかな夜間に惑星を繰り返し測定して精密調整を行い、数週間かけて決定し ている。この作業を K 帯、Ka 帯、Q 帯において行わなければならないので、副鏡の取り外し、取り付け時には、 副鏡を正確に戻し、パラメータ決定に時間がかからないようにすることが保守後のアンテナ早期立ち上げには必 要である。

2003 年度は副鏡を地上に降ろして保守を行う予定であるが、副鏡の取り外し、取り付けでは副鏡位置を保持する観点から以下の点に注意する必要がある。

- (1) 正確な復元
- (2) 読み取り変位の防止
- (3) 変位した場合の補正

まず、副鏡位置測定装置を工夫して副鏡を取り外す前に測定して取り付け時には正確に元の位置に復元できる ようにする。ところが、副鏡の位置を検出する LVDT(Linear Variable Differential Transformer) は作業時に体 を支える支柱としやすい形をしているため、構造を知らない作業員はつい握ってしまい、測定値が変化する可能 性がある。そこで、LVDTの読み取り値の変化を防止するため副鏡で作業するときは構造をよく理解している者 が全ての作業員に現場で確認、監督しながら作業が行われるようにする。

そして、LVDT測定値に変化を与えそうな作業を副鏡上で実施するときは作業前後に副鏡5軸の値を記録して 変化がないことを確認するとともに、読み取り値に変化があった場合は、副鏡の調整の際に補正を試みる。

副鏡取り外し時の注意点 副鏡を地上に降ろす時は、5軸機構の制御ケーブル取り外しに合わせて、5軸機構の 位置検出センサーである LVDT に無理な力が加わらないようにロッドエンドをはずし移動するコアを検出用のコ イルの中に格納しておく。また、LVDT のコイルとコアは対で特性が決まっているため同一の組み合わせで使用 する。

副鏡取り付け時の注意点 LVDT は取り付け確認のために仮組み立てを行った後は、副鏡取り外し時と同様にコ アをコイルの中に格納する。5軸駆動機構と副反射鏡の組み立て後に、2軸はゼロ位置でアクチュエータの駆動軸 とギア出力軸が直線上に取り付けられているように調整すること。5軸駆動機構単体の場合と副反射鏡が組み立 てられた場合とでは2軸の取り付け状態が変化するため組み立て後に必ず調整が必要である。アクチュエータ軸 とギア出力軸がずれていると2軸を駆動したときにギアとアクチュエータのカップリングがはずれることがある。

6.1.3 副鏡周辺部の FRP 補修

副鏡表面は FRP (Fiber-reinforced plastics) でできているが、周辺部のひび割れが進行しているので、副鏡を 地上に下ろす機会に周辺部全周の補修を行う。また、全周の補修機会に内部バルサコアの状態を確認する。

6.1.4 副反射鏡 5 軸駆動機構減速器保守

前回の減速器保守は 1999 年に実施している。次に副鏡を下ろした 2001 年は使用頻度が少なかったため実施 していない。C 帯受信の他、2001 年 10 月に 43GHz 帯の受信機が装備されたこと、2002 年 12 月には 22GHz 帯 フィード位置が変更されたことにより副鏡を駆動する頻度が高くなったため、次に副鏡を下ろすときは減速器の 保守を検討する。

6.1.5 ロータリ・リミットスイッチのグリスアップ

副鏡を駆動する頻度が高くなり、副鏡と同期して動作するロータリ・リミットスイッチ系も頻繁に駆動される ようになった。摩耗を防止するためロータリ・リミットスイッチボックス背面にあるロータリ・リミットスイッ チのウォームと抜け止め金具(スナップリング)が接触する部分のグリスアップも十分に行う必要がある。また、 ウォーム軸方向の推力発生をなるべく減少させるためにギアボックスにはグリスを充填しすぎないようにする。

6.2 長期的保守計画

主鏡背面構造部は腐食が進行している。外周からパネル5枚分の未実施部分は補修塗装、補修溶接、ナットプレート交換をできるだけ早く実施することが望ましい。特に腐食の進行が早く、支柱に多数の穴がある外周からパネル2枚分の未補修部分については早急に補修塗装等を実施する必要がある。

LNA 温度計の代替品が入手できなくなったり、ACU の改修不可能が通知されていたりしているように 1988 年 3月完成の34mアンテナは製造から15年を迎え補修部品の入手が困難になっており安定な運用に資するため 若返り調査が望ましい。

7 終わりに

宇宙電波応用グループが進めている「宇宙における時空標準基盤技術の研究」において本中期計画期間(平成 17年度終了)における実時間地球姿勢決定および相対VLBIによる宇宙飛翔体の位置決定技術の確立を目指 している。平成18年度からの次期5カ年計画では、実際に火星以遠や金星より太陽側の深宇宙探査体の軌道決 定に応用して行くことを計画している。

深宇宙をターゲットとするために、大型アンテナは不可欠であり本中期計画の後半では、次期大型アンテナの 検討を行うことにしている。

しかしながら、新たな大型アンテナの建設計画に関しては現時点では全くの白紙状態である。そこで次期大型 アンテナ候補の一つとして34mアンテナの若返りが現実的であるかどうかの調査をアンテナ製造メーカに依頼 することを考慮中である。

もし、早期に調査が可能で有れば、その調査結果に基づき、効率的な保守および補修を行い、アンテナ若返り を図りたい。

参考文献

[1] 森崎 悟、平成 13 年度修士論文、鹿島 34m 鏡における 43GHz 帯受信システムの開発, 2002.

A 雷対策マニュアル

A.1 34m アンテナに落雷が予想される場合の対応

34m アンテナに落雷が予想される場合は以下の作業を行い、落雷による機器の損傷を防ぐことが望ましい。対応レベルが上がるほど機器損傷の確率を減少させることができるが、作業と復旧時間が長く必要になるので雷雲の状況、アンテナ使用予定等を考慮して対応レベルを判断する。

雷の接近は早く、2002 年 10 月 15 日の例では佐原(約 20km 西方)で落雷が始まってから 30 分足らずで鹿島 でも落雷が始まっている。レベル2 までの所要時間は 45 分必要なので、落雷が鹿島に到達する前に作業が終了す るように作業開始時刻と作業内容を考慮する必要がある。雷雲の接近についてはインターネットからの情報も活 用するために、付録にまとめた。

近くで落雷が始まった場合は、感電、墜落の恐れがあるので、安全確保の ためアンテナでの作業は行わないこと。

A.2 作業内容

いずれの作業も角度エンコーダの電源を切断するとアンテナはリモート制御ではもちろん、ACU (Antenna Control Unit)でも駆動できないので、アンテナを天頂に向けてから作業する。また、冷凍機あるいはヘリウム コンプレッサを停止するとデュワーの圧力が上昇するため真空引きを行う必要があるので、観測可能となるまで 1日程度必要である。作業方法で注意が必要なものは次2項に記述している。対応する機器の場所を図32に示 した。

- (1)レベル1 作業時間 15分 復旧時間 20分
 AZ/EL 角度を記録する。AZ/EL 角度エンコーダのブレーカを切断する。
 RIC の電源を切断する。RIC の RS422 I/F コネクタを抜く。
- (2)レベル2 作業時間 30 分 復旧時間 30 分
 AZ/EL エンコーダ電気ユニットのコネクタ6 個を抜く。
- (3)レベル3 作業時間 30分 復旧時間 24 時間(受信機室作業は9時間) LNA 温度、デュワー真空度を記録する。冷凍機4台を停止する。 ヘリウムコンプレッサの電源を切る。電源とリモート制御のコネクタを抜く。

A.3 注意が必要な作業

A.3.1 エンコーダの電源切断、投入方法

エンコーダの電源を切断すると ACU では position mode はもちろん、manual rate でもアンテナを駆動できな いため、エンコーダの電源を切る前にアンテナを天頂に向ける。正常な復旧を確認するために電源切断前に現状 の AZ/EL 角度を記録する。

エンコーダの電源を切るにはブレーカを切る。AZ 室の分電盤 TP-1 の 3 (EL ENC J-BOX) が EL エンコーダ 接続箱のブレーカ、13 (AZ ENC J-BOX) が AZ エンコーダ接続箱のブレーカである。

電源復旧時はブレーカを ON にして電源投入して電源切断前に記録した AZ/EL 角度と一致していることを確認する。



図 32: 落雷予想時に対応する機器の場所。

A.3.2 RIC の電源切断、投入方法

RIC (RX-band Interchange Computer) は AZ 室にあり、受信機、トロリー等を制御する Windows95 または DOS で動作している PC である。本体の電源スイッチを押して電源を切る。

電源投入は本体の電源スイッチを押す。OS が起動後、制御ソフトのアイコンをダブルクリックしてプログラムを起動する。

A.3.3 エンコーダ電気ユニットのコネクタ切り離し、接続方法

エンコーダの電源を切る。エンコーダ接続箱のカバー固定ボルトをスパナでゆるめ、カバーを持ち上げる。開 けたカバーは不安定なため、接続箱に常置してあるロープで固定する。

コネクタはエンコーダ電気ユニットの下側に3つある。ロックリングを左に回して、コネクタを抜く。ロック リングは固いので軍手、プライヤを使用する。

コネクタを接続するときはコネクタにあるキー溝を合わせて差し込み、ロックリングを右に回す。コネクタの 接触不良を避けるため、抜き差しは必要最低限にする。特にエンコーダのコネクタは多極で微弱信号を扱ってい るので抜き差し回数はできるだけ少なくすることが望ましい。

A.3.4 冷凍機の停止、始動方法

正常な復旧を確認するため冷凍機を停止する前にLNA 温度、デュワー真空度を記録する。

ETR にある冷凍機制御器のスイッチを押して冷凍機を停止する。

デュワー真空計が 50 µ mHg 以上になっている時は真空引きを行ってから冷凍機を始動する。

冷凍機はヘリウムコンプレッサと連動しているので、先にヘリウムコンプレッサを起動しておく。冷凍機の起動 24 時間後に LNA 温度とデュワー真空度を冷凍機停止前の値と比較して異常がないことを確認する。

A.3.5 ヘリウムコンプレッサの停止、始動方法

ヘリウムコンプレッサは本体のスイッチを押すことにより ON または OFF とすることができる。冷凍機はヘ リウムコンプレッサと連動しているため、ヘリウムコンプレッサを停止すると冷凍機も停止する。冷凍機が停止 するとデュワーの圧力が上昇するので、デュワー真空計が 50 µ mHg 以上になっている時は冷凍機の始動前に真 空引きが必要になる。大気圧から真空引きを行う場合はデュワー1台当たり約2時間必要である。

B 運用マニュアル

B.1 デュワー真空引き

真空ポンプの油は指定の油を規定量まで入れて使用する。油が規定量より少ないと排気に時間がかかる。排気 ホースのホースバンドは十分に締めること。排気効率を良くするため排気ホースは緩やかに曲がるように使用 する。

デュワーの真空引きを行うときにはデュワー内部に空気や塵埃が侵入しないようにデュワーの真空バルプを開 ける前に真空ポンプを始動して真空引きに使用する排気ホース内の空気を抜く。排気ホース内の圧力が十分低下 してから真空バルプを開ける。デュワー内部の圧力が大気圧近くまで上昇している時は、排気ホース内の圧力は 既に低くなっているため真空バルプを短時間で開けると急激な圧力変化をデュワー内部に発生させる。急激な圧 力変化は、デュワーの導波管接続部にある真空を保持するためのカプトンシートを損傷させる恐れがある。

そこで、カプトンシートに急激な圧力変化を与えないようにするため、特に 22GHz、43GHz 帯デュワーの排 気バルブを開くときには、排気音が始まるのを聞くために徐々にバルブを開く。排気音が聞こえ始めたら、ゆっ くり排気するためにバルブをそのままにして5分程度待つ。その後は排気効率を良くするためにバルブを全開に する。全開にしたときは、軽く抵抗が始まったところでバルブを止めること。デュワーの圧力が50µmHg以 下に低下したら冷凍機を始動して、先に真空バルブを閉じてから真空ポンプを停止する。

油が規定量まで入った真空ポンプと長さ4mの排気ホースを使用した場合、デュワーの圧力は1時間程度で大 気圧から50µmHg以下になる。34mアンテナに落雷が予想される場合は以下の作業を行い、落雷による機器 の損傷を防ぐことが望ましい。

C 気象情報の入手法

気象情報は必要とする時にはアクセスが集中して接続しにくい傾向があるので、ホームページを経由せずに直 接見られるように必要なページもブックマーク等に登録しておくと良い。マスメディア系はアクセス集中時でも 比較的接続しやすい。

C.1 雨・台風情報

雨・台風については以下が参考になる。

- (1)メッシュ天気予報 http://www.weather.ttcn.ne.jp/
 - レーダーアメダス実況 関東地方

http://www.weather.ttcn.ne.jp/re-ame/html/kanto00.html

- レーダーアメダスによる雨の現況、短時間予想が見やすい。
- (2)ワンクリック気象情報 http://tenki.jp/
 - レーダ 関東・中部地方 http://tenki.jp/rdr/r3.html

レーダによる雨の現況が分かる。

- (3)ダブルラインワールド http://www.wline.co.jp/
 今日の天気のツボ http://www.wline.co.jp/chart/tubo.html
 天気のツボによる予報概況が分かりやすい。
- (4)国際気象海洋株式会社 http://www.imoc.co.jp/
 - レーダーアメダス合成値 日本 http://www.imoc.co.jp/rdam/rd0_jp.htm 全国地図でレーダーアメダスによる降雨状況が分かりやすい
 - 台風予想進路図(気象庁発表) http://www.imoc.co.jp/typ.htm
 - 台風の経路、進路予想が見やすい。画像が少ないためアクセスが早い。
- (5)国土交通省(川の防災情報) http://www.river.go.jp/

全国レーダ雨量

 $\label{eq:http://www.river.go.jp/jsp/mapFrame/MapC500.jsp?longitude=138.00.00\&latitude=37.20.00\&scale=0\&time=$

鹿島から西方のレーダ雨量

 $\label{eq:http://www.river.go.jp/jsp/mapFrame/MapC100.jsp?longitude=140.05.02\&latitude=36.00.54\&scale=2\&time=\&position=C100$

レーダ雨量の別情報源

(6) TBS Weather Guide http://www.tbs.co.jp/weather/

TBS Weather Guide 台風情報

http://www.tbs.co.jp/weather/typhoon-2j.html

台風情報の別情報源

(7)アサヒ・コム http://www.asahi.com/

銚子の天気(関東地方の降雨レーダ画像)

http://weather.asahi.com/city/choushi.html

降雨レーダの別情報源

C.2 雷情報

雷の予想、現況については以下が参考になる。

C.2.1 雷の予想

(1) WNI Cyber Weather World http://www.wni.co.jp/cww/index.html

発雷指数 今日・明日 (情報提供 Weather news)

 $http://www.wni.co.jp/cww/docs/thunder_index.html$

県、都市別に数値で今日・明日の発雷指数が表示される。

- - http://www.weather-service.co.jp/Public/cts0004/weather/kaminari/thunder0.html 全国地図上で今日・明日の雷発生の恐れが表示され傾向が分かりやすい。

C.2.2 雷の現況

- (1)メッシュ天気予報(情報提供 Weather Service) http://www.weather.ttcn.ne.jp/
 雨量・雷観測情報(情報提供 東京電力) http://www0.thunder.ttcn.ne.jp/
 落雷情報は3分で自動更新される。
- (2)Weather Line (情報提供 Weather Line) http://www.wline.co.jp/
 雨と雷のようす (情報提供 東京電力) http://www.wline.co.jp/thunder/thunder.html
 雷雲、落雷が1ページにあり一覧できる。
- (3)横須賀市ピンポイント予報 http://yokosuka.wni.co.jp/
 関東甲信落雷情報 (情報提供 Weather news)
 http://yokosuka.wni.co.jp/lightning/kantolpats/kanto/info_frame.html
 - 10分毎の落雷位置情報が表示される。

D 宇宙電波応用グループ成果論文(発表)リスト(2002年1月-12月)

原著論文

- 中島潤一、木村守孝、VLBI でギガビット観測が可能に 毎秒 10 億ビットの天体電波干渉-、パリテイ、vol.17, No.06, pp.39-41, 2002.
- Sekido, M., T. Kondo, E. Kawai, and M. Imae, Evaluation of GPS-based Ionospheric TEC by comparing with VLBI data, *Radio Sci.*, 2003. (印刷中)
- Ichikawa, R., An Evaluation of Anisotropic Mapping Function by using JMA 10km Spectral Model, Journal of Applied Meteorology. (投稿中)
- Kondo, T., Y. Koyama, M. Sekido, R. Ichikawa, N. Kurihara, T. Yoshino, J. Amagai, H. Kiuchi, K. Sebata, and F. Takahashi, Wet troposphere effects on VLBI measurements, *Earth, Planets and Space.* (投稿中)
- Koyama, Y., T. Kondo, and J. Nakajima, High speed sata transmission and processing systems for e-VLBI, Proceedings of the 21st International Communications Satellite Systems Conference and Exhibit. (投稿中)
- Hanado, Y., Y. Shibuya, M. Hosokawa, M. Sekido, T. Gotoh, and M. Imae, Timing observation of the millisecond pulsar PSR 1937+21 using the Kashima 34m-antenna, *Publ. Astron. Soc. Japan*, 54, pp.305–313, 2002.
- Imai, H., T. Watanabe, T. Omodaka, M. Nishio, O. Kameya, T. Miyaji, and J. Nakajima, 3-D Kinematics of Water Masers in the W 51A Region, Publ. Astron. Soc. Japan, 54, pp.741–755, 2002.
- Rodin, A. and M. Sekido, Pulsar VLBI observations, Proc. 6th EVN Symposium, Ros, E., Porcas, R.W., Lobanov, A.P., & Zensus, J.A. (eds.) June 25th-28th 2002, Bonn, Germany, pp.247–249, 2002.
- Sudou, H., T. Omodaka, H. Imai, T. Sasao, H. Takaba, M. Nishio, W. Hasegawa, and J. Nakajima, VLBI Observations of Water Masers in the Circumstellar Envelope of IRC+60169, Publ. Astron. Soc. Japan, 54, pp.757–764, 2002.

口頭発表(収録論文)

- 市川隆一,小山泰弘,中島潤一,関戸衛,川合栄治,大久保寛,大崎裕生,近藤哲朗,雨谷純,木内等,吉野泰造,高橋冨士信,青梨 和正,小司禎教,瀬古弘,岩淵哲也,大谷竜,高島和宏,栗原忍,福崎順洋,畑中雄樹、マイクロ波放射計による slant delay 計 測に基づく GPS ・VLBI 観測の遅延勾配モデルの評価、地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会、2002 年 5 月 28 日
- 市川隆一, 瀬古弘, 島田誠一、非静力学モデルに基づく遅延勾配モデルの評価、地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会、2002 年 5 月 30 日
- 市川隆一, 瀬古弘, 島田誠一、非静力学モデルに基づく測位誤差評価、地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会、2002 年 5 月 30 日
- 市川 隆一, 近藤 哲朗, 小山 泰弘, 中島 潤一, 関戸 衛, 川合 栄治, 木村 守孝, 大崎 裕生, 大久保 寛, GEOTAIL 相対 VLBI 実 験観測の概要 -K4 及び IP-VLBI システム-, アストロダイナミクスシンポジウム, 2002 年 7 月 29 日
- 市川 隆一, 近藤 哲朗, 小山 泰弘, 中島 潤一, 関戸 衛, 川合 栄治, 木村 守孝, 大崎 裕生, 大久保 寛, IP-VLBI システムを用い た相対 VLBI 試験観測による GEOTAIL 軌道推定の試み, 日本航空宇宙学会 第46回宇宙科学技術連合講演会, 2002 年 10月 23日
- 市川隆一, 近藤哲朗, 小山泰弘, 中島潤一, 関戸衛, 川合栄治, 木村守孝, 大崎裕生, 大久保寛, IP-VLBI システムを用い た相対 VLBI 試験観測による GEOTAIL 軌道推定の試み, 日本測地学会第98回講演会, 2002年10月29日
- 市川 隆一, 高橋 冨士信, サザンクロス VLBI プロジェクト -地球姿勢と海水準の高精度モニターを目的としたフィジーにおけ る超小型 VLBI 観測の可能性-, 第2回 IVS 技術開発センターシンポジウム, 2002 年9月 20日
- 市川隆一, 瀬古 弘, Michael BEVIS, 非静力学モデルによる大気モデル、および測位誤差シミュレーション結果, 日本測地学 会第 98 回講演会, 2002 年 10 月 29 日
- 大久保 寛, 米沢 郁人, 近藤 哲朗, ホログラフィー観測による鹿島 34m アンテナ鏡面精度計測の試み, 第 2 回 IVS 技術開発センターシンポジウム, 2002 年 9 月 20 日
- 大崎 裕生, 中島 潤一, 近藤 哲朗, "IT 革命"と VLBI, 大容量データ研究会, 2002 年 1 月 7 日
- 川合 栄治, 大久保 寛, 中島 潤一, 雨谷 純, 34mアンテナS帯混信対策, 第2回 IVS 技術開発センターシンポジウム, 2002 年9月 20日
- 木村 守孝, 中島 潤一, PC-VSI による Gbps-VLBI の実現、将来と世界の動向, 第2回 IVS 技術開発センターシンポジウム, 2002 年 9 月 20 日
- 小山 泰弘, 超長基線電波干渉計(VLBI)による精密測地計測と電波天文観測, 応用物理学会 量子エレクトロニクス研究 会主催「超精密光計測 -光の位相の絶対制御-」, 2002 年 1 月 10 日

- 小山 泰弘, 近藤 哲朗, 中島 潤一, 魚瀬 尚郎, 岩村 相哲, 国際リアルタイムVLBI実験計画について, 第2回 IVS 技術開発 センターシンポジウム, 2002 年 9 月 20 日
- 小山 泰弘, 近藤 哲朗, 中島 潤一, 魚瀬 尚郎, 岩村 相哲, 国際リアルタイム VLBI 実験計画について, 日本測地学会第 98 回講 演会, 2002 年 10 月 29 日
- 近藤 哲朗,小山 泰弘,関戸 衛,中島 潤一,市川 隆一,川合 栄治,大久保 寛,大崎 裕生,木村 守孝,インターネットVLBI による実時間地球姿勢決定システムの開発,地球惑星関連学会 2002 年合同大会,2002 年 5月 27日
- 近藤 哲朗, 市川 隆一, 小山 泰弘, 中島 潤一, 関戸 衛, 川合 栄治, 木村 守孝, 大崎 裕生, 大久保 寛, 吉川 真, GEOTAIL 相対 VLBI 実験観測の相関処理結果–K4 及び IP-VLBI システム–, アストロダイナミクスシンポジウム, 2002 年 7 月 29 日
- 近藤 哲朗,「のぞみ」相対VLBI観測グループ, IP-VLBIシステムによる「GEOTAIL」VLBI観測, 第2回 IVS 技術開発 センターシンポジウム, 2002 年9月 20日
- 近藤 哲朗, 市川 隆一, 小山 泰弘, 中島 潤一, 関戸 衛, 川合 栄治, 木村 守孝, 大崎 裕生, 大久保 寛, 宇宙飛翔体位置決定を目的 とした IP-VLBI システムによる相対 VLBI 観測 – 「GEOTAIL」衛星試験観測結果 –, 第 46 回宇宙科学技術連合講演, 2002 年 10 月 23 日
- 近藤 哲朗, 市川 隆一, 小山 泰弘, 中島 潤一, 関戸 衛, 川合 栄治, 木村 守孝, 大崎 裕生, 大久保 寛, 高羽 浩, IP-VLBI システ ムによる宇宙飛翔体位置決定のための VLBI 観測 - 「GEOTAIL」衛星試験観測結果 - , 日本測地学会第 98 回講演会, 2002 年 10 月 29 日
- 中島 潤一, 近藤 哲朗, 世界最高データレートのVLBI実験に成功 VLBIで2ギガビット毎秒の観測に成功 , 報道発表, 2002 年 1 月 9 日
- 中島 潤一, 2 Gbps、ギガビット VLBI で世界記録を更新、超高感度観測への突破口を開く, *CRL NEWS*, *No.311*, 2002 年 2 月
- 中島 潤一, 木村 守孝, 近藤 哲朗, 小山 泰弘, 関戸 衛, 2ギガビット VLBI (2048Mbps) に成功, 日本天文学会春季年会, 2002 年 3月 28日
- 中島 潤一, ブロードバンドで見つめる宇宙の果て-微弱な電波天体を観測する最高速のデータ記録-, 情報通信ジャーナル (テ クノロジー最前線), 2002 年 5 月 1 日
- 中島潤一, 近藤哲朗, 国際標準の科学インターフェースで電波望遠鏡を結合 フィンランドと日本で VLBI 共同観測に成功 , 報道発表, 2002 年 11 月 12 日
- 中島 潤一, 国際標準の科学インターフェースで電波望遠鏡を結合 –フィンランドと日本で VLBI 共同観測に成功–, *CRL NEWS*, *No.320*, 2002 年 11 月
- 米沢 郁人, 坪井 昌人, 中島 潤一, 大久保 寛, 近藤 哲朗, 小型 22GHzVLBI 用望遠鏡 (CARAVAN)の製作, 日本天文学会秋 季年会, 2002 年 10 月 7 日
- 石塚健太郎、近藤 哲朗, 冨澤一郎, 太陽デカメータ電波観測を目的とした干渉波除去型偏波計による観測, 地球惑星関連学会 2002 年合同大会, 2002 年 5 月 30 日
- 大坪 俊通,市川 隆一,レーザ測距データによる大気荷重変形の検出,日本測地学会第 98 回講演会,2002 年 10 月 29 日
- 島田誠一,市川隆一,宮崎真一、GPS気象学による宇宙測地技術の測位精度向上、地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会、 2002 年 5 月 31 日
- 小司禎教, 瀬古弘, 岩淵哲也, 中村一, 青梨和正, 三島研二, 板垣昭彦、市川隆一, 大谷竜、つくば GPS 稠密観測: GPS 解析の改良と水蒸気トモグラフィー、地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会、2002 年 5 月 31 日
- 高羽浩,吉田稔,若松謙一,木股文昭,市川隆一,小山泰弘、水蒸気ラジオメータによる岐阜大学上空の水蒸気分布の異方性、地 球惑星科学関連学会 2002 年合同大会、2002 年 5 月 28 日
- 高羽 浩、伊藤栄志、奥田雄介、吉田 稔、若松兼一、吉野泰造、雨谷 純、木内 等、近藤哲朗、小山泰弘、市川隆一、首都圏 広域地殻変動観測プロジェクトにおける VLBI 基線長の季節変動について、岐阜大学工学部研究報告、第 52 号、pp.9–21, 2002.

- Ichikawa, R., Analysis center at Communications Research Laboratory, IVS 2001 Annual Report, pp.200–203, 2002.
- Ichikawa, R., Y. Koyama, J. Nakajima, M. Sekido, E. Kawai, H. Ohkubo, H. Osaki, T. Kondo, J. Amagai, H. Kiuchi, T. Yoshino, F. Takahashi, K. Aonashi, Y. Shoji, H. Seko, T. Iwabuchi, R. Ohtani, K. Takashima, S. Kurihara, Y. Fukuzaki, and Y. Hatanaka, Comparison of atmospheric parameters from VLBI, GPS and WVR, *IVS 2002 General Meeting Proceedings*, pp.223–227, 2002.
- Ichikawa, R., Y. Koyama, H. Ohkubo, H. Osaki, M. Sekido, J. Nakajima, T. Kondo, J. Amagai, and H. Kiuchi, Comparison of Atmospheric Parameters from VLBI, GPS and WVR in the Kanto district, Japan, EGS XXVII General Assembly, Apr.22, 2002.

渡辺拓男、三澤浩明、土屋史紀、三好由純、工藤理一、森岡 昭、近藤哲朗、飯舘観測所に新たに設置された大型電波望遠鏡 を用いた木星シンクロトロン放射観測装置の開発、地球惑星関連学会 2002 年合同大会, 2002 年 5 月 30 日

- Ichikawa, R., T. Kondo, Y. Koyama, H. Osaki, and H. Ohkubo, Experimental observation of the GEOTAIL spacecraft using differential VLBI technique, IVS CRL-TDC News, No.20, pp.10–11, June 2002.
- Ichikawa, R., H. Seko, and M. Bevis, An evaluation of positioning error estimated by the mesoscale non-hydrostatic model Preliminary report –, *IVS CRL-TDC News, No.21*, pp.2, Nov. 2002.
- Ichikawa, R., H. Seko, M. Bevis, An Evaluation of Positioning Error Estimated by the Mesoscale Non-Hydrostatic Model, 2002 AGU Fall Meeting, Dec. 6, 2002.
- Kawai, E., H. Ohkubo, J. Nakajima, and J. Amagai, S-band RFI problems at Kashima 34-m antenna and a passive filter for mitigation, *IVS CRL-TDC News, No.21*, pp.9–11, Nov. 2002.
- Kimura, M. and J. Nakajima, The implementation of the PC based Giga bit VLBI system, *IVS CRL-TDC News*, *No.21*, pp.31–33, Nov. 2002.
- Kondo, T., Technology development center at CRL, IVS 2001 Annual Report, pp.259–262, 2002.
- Kondo, T., Y. Koyama, J. Nakajima, M. Sekido, R. Ichikawa, E. Kawai, H. Okubo, H. Osaki, M. Kimura, Y. Ichikawa, and GALAXY Team, Real-time gigabit VLBI system and Internet VLBI system, *IVS 2002 General Meeting Proceed*ings, pp.142–146, 2002.
- Kondo, T., Y. Koyama, J. Nakajima, M. Sekido, H. Osaki, M. Kimura, and Y. Ichikawa, Internet VLBI system developed at CRL, Connecting the Global VLBI Array in the New Era of High-Speed Networks, Apr.8, 2002.
- Kondo, T., Y. Koyama, J. Nakajima, M. Sekido, R. Ichikawa, E. Kawai, H. Ohkubo, H. Osaki, and M. Kimura, A plan for real-time monitoring of the earth orientation parameters using the Internet VLBI, EGS XXVII General Assembly, 21 Apr. 2002.
- Kondo, T., Y. Koyama, J. Nakajima, M. Sekido, and H. Osaki, Internet VLBI System Based on the PC-VSSP (IP-VLBI) Board, *IVS Symposium in Korea - New Technology in VLBI*, 5 Nov. 2002.
- Kondo, T., R. Ichikawa, Y. Koyama, M. Sekido, and H. Osaki, VLBI observations using IP-VLBI system for orbit determination of deep space spacecraft – Group delay measurements of GEOTAIL and NOZOMI telemetry signals –, *IVS CRL-TDC News*, No.21, pp.18–22, Nov. 2002.
- Kondo, T., Y. Koyama, J. Nakajima, M. Sekido, and H. Osaki, Internet VLBI system based on the PC-VSSP (IP-VLBI) board, New Technologies in VLBI, ASP Coference Series. (submitted)
- Koyama, Y., Key Stone Project VLBI stations (Kashima, Koganei, and Tateyama), IVS 2001 Annual Report, pp.84–87, 2002.
- Koyama, Y., Data center at Communications Research Laboratory, IVS 2001 Annual Report, pp.177–179, 2002.
- Koyama, Y., Expected contributions of the K-4 and its next-generation systems, IVS 2002 General Meeting Proceedings, pp.55–59, 2002.
- Koyama, Y., T. Kondo, J. Nakajima, M. Sekido, M. Kimura, H. Kiuchi, J. Amagai, and T. Yoshino, Realtime VLBI experiences and future plans of CRL, *Connecting the Global VLBI Array in the New Era of High-Speed Networks*, 8 Apr. 2002.
- Koyama, Y., High speed network connectivity of VLBI stations in Japan, IVS CRL-TDC News, No.20, pp.4–6, Jun. 2002.
- Koyama, Y., T. Kondo, J. Nakajima, and M. Sekido, VLBI observation systems based on the VLBI Standard Interface Hardware (VSI-H) Specifications, *IVS Symposium in Korea - New Technology in VLBI*, Nov.5, 2002.
- Koyama, Y., T. Kondo, J. Nakajima, M. Sekido, and M. Kimura, VLBI observation systems based on the VLBI Standard Interface Hardware (VSI-H) specifications, *New Technologies in VLBI, ASP Coference Series.* (submitted)
- Nakajima, J., Y. Koyama, T. Kondo, M. Sekido, M. Kimura, H. Ohkubo, and H. Osaki, VSI Interface Implementation, Performance Enhancement of Gbps-VLBI Instruments, *IVS 2002 General Meeting Proceedings*, pp.123–127, 2002.
- Nakajima, J., E. Kawai, H. Ohkubo, and H. Osaki, Kashima 34m Radio Telescope, *IVS 2001 Annual Report*, pp.80–83, 2002.
- Nakajima, J., Y. Koyama, T. Kondo, M. Sekido, M. Kimura, H. Ohkubo, and H. Osaki, PC-VSI, PC adapted VLBI Standard Interface and ubiquitous Gbps VLBI, *Connecting the Global VLBI Array in the New Era of High-Speed Networks*, Apr.8, 2002.
- Nakajima, J., T. Kondo, Y. Koyama, and M. Kimura, Network Gbps VLBI experiment connecting radio telescopes, KOREN/APAN-KR 2002 NGI Workshop, May 24, 2002.
- Nakajima, J., M. Kimura, Y. Koyama, H. Osaki, H. Ohkubo, E. Kawai, I. Yonezawa, and T. Kondo, 2-Gbps VLBI in observation and new VLBI archetype with network, 27th General Assembly of the International Union of Radio Science, Aug.22, 2002.
- Nakajima, J., M. Kimura, Y. Koyama, H. Osaki, and T. Kondo, VLBI development merge into PC commodity, IVS CRL-TDC News, No.21, pp.34–35, Nov. 2002.

- Ohkubo, H., T. Kondo, I. Yonezawa, and H. Osaki, Holographic measurement of Kashima 34-m radio tele4scope surface acuracy –Preliminary report –, *IVS CRL-TDC News, No.21*, pp.3–4, June 2002.
- Osaki, H., T. Kondo, and M. Kimura, Development of Versatile Scientific Sampling Processor (VSSP) A Practical Approach, *IVS CRL-TDC News*, *No.20*, pp.7–9, June 2002.
- Osaki, H., Advancement of Versatile Scientific Sampling Processor (VSSP), *IVS CRL-TDC News, No.21*, pp.16–17, Nov. 2002.
- Sekido, M., J. Amagai, H. Kiuchi, and Y. Koyama, KSP-VLBI correlation center report, IVS 2001 Annual Report, pp.164–166, 2002.
- Sekido, M. and M. Yoshikawa, Error estimation on VLBI measurement for spacecraft NOZOMI with continuous phase tracking, *IVS CRL-TDC News*, *No.20*, pp.12–17, June 2002.
- Yonezawa, I., J. Nakajima, H. Ohkubo, M. Tsuboi, and T. Kasuga, Development of compact VLBI system, IVS CRL-TDC News, No.21, pp.29–30, Nov. 2002.
- Amagai, J., H. Kiuchi, Y. Koyama, M. Sekido, R. Ichikawa, T. Kondo, T. Yoshino, and K. Sebata, Status of the KSP VLBI stations and IMT-2000 interference, *IVS 2002 General Meeting Proceedings*, pp.117–119, 2002.
- Kono, Y., H. Hanada, K. Iwadate, Y. Koyama, Y. Fukuzaki, and N. Kawano, Precise positioning of spacecrafts by multi-frequency VLBI, IVS 2002 General Meeting Proceedings, pp.179-183, 2002.
- Misawa, H., A. Morioka, F. Tsuchiya, Y. Miyoshi, T. Watanabe, T. Kondo, M. Kojima, and M. Tokumaru, Spectrum observation of Jupiter's synchrotron radiation at the frequencies of 325, 931 and 2295 MHz: plan and present status, 2003 Joint Meeting of Earth and Planetary Science, May 27, 2002.
- Misawa, H., A. Morioka, F. Tsuchiya, Y. Nisyohi, and T. Kondo, Spectrum observations of Jupiter's synchrotron radiation at the frequencies of 325, 929, and 2250MHz: Plan and present status, *Proc. 35th Lunar and Planetary Symposium, ISAS*, July 31-Aug 2, 2002.
- Takaba, H., M. Yoshida, K. Wakamatsu, T. Kondo, Y. Koyama, J. Nakajima, M. Sekido, R. Ichikawa, E. Kawai, H. Okubo, H. Osaki, J. Amagai, N. Kurihara, Y. Takahashi, Y. Fukuzaki, N. Akiyama, K. Shiba, K. Takashima, M. Onogaki, S. Kurihara, K. Miyagawa, K. Kobayashi, H. Hori, and S. Matsuzaka, Geodesy with the world's smallest (3-m) VLBI telescope, *IVS 2002 General Meeting Proceedings*, pp.81–83, 2002.
- Tsuchiya, F., H. Misawa, Y. Miyoshi, T. Watanabe, R. Kudou, A. Morioka, and T. Kondo, Test observation of the Jovian synchrotron radiation by the newly developed radio telescope at the litate observatory, 2003 Joint Meeting of Earth and Planetary Science, May 27, 2002.
- Tsuchiya, F., H. Misawa, T. Nakajo, I. Tomizawa, J. Nakajima, M. Ohishi, T. Ono, and A. Morioka, Measurements of harmful interferences in the HF-UHF bands caused by extension of power line communication bandwidth, *IVS CRL-TDC News*, *No.21*, pp.12–15, Nov. 2002.
- Tsuchiya, F., H. Misawa, Y. Misyohi, T. Watanabe, R. Kudo, A. Morioka, and T. Kondo, Performance test of newly developed radio telescope and receivers at the litate Observatory, Proc. 35th Lunar and Planetary Symposium, ISAS, July 31-Aug 2, 2002.
- Yoshino, T., H. Kunimori, F. Katsuo, J. Amagai, H. Kiuchi, T. Otsubo, T. Kondo, Y. Koyama, R. Ichikawa, and F. Takahashi, Comparison of the baseline length between the keyston sites by different space geodetic techniques, *IVS 2002 General Meeting Proceedings*, pp.320–323, 2002.