

鹿島34mアンテナ2001年 年次報告書

1. はじめに

34m アンテナ(図1)は1998年3月に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、14年間、主に測地VLBI、電波天文の観測に使用されてきた。

この報告は2001年のアンテナ現況、使用状況、保守、修理、改修等を記述して、アンテナの現状を把握するとともに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

2. 34m アンテナの現況

2.1 主要諸元

主反射鏡開口径	34.073m	
緯度	北緯 35° 57' 05.76"	
経度	東経 140° 39' 36.16"	
アンテナ中心海拔高	43.6m	
ITRF2000 における位置と速度 (1997年1月1日現在)	位置(mm) 正規誤差	速度(mm/年) 正規誤差
	X: -3997649.227 .003	X: -.0003 .0004
	Y: 3276690.754 .002	Y: .0052 .0003
	Z: 3724278.825 .003	Z: -.0118 .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(EL)方向	6.8° ~ 90.2°
副反射鏡5軸駆動制御範囲	各軸 ±60mm	
最大駆動角速度	AZ	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測地 VLBI の精度を向上させるため駆動速度が速い(AZ:0.8°/s)のが特徴である。またワイヤーラップが通常のアンテナに比べて大きいいため天体切り替えにおいて柔軟な追尾が可能である。さらに副反射鏡の位置を 5 軸で制御する機能により、焦点の位置を変更して、後述するような多数の周波数帯での受信が可能となっている。

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。図 2 のようにトロリー（台車）により複数の受信機をカセグレン焦点に位置させることができるため、多数の周波数帯が受信可能である。受信機の切り替えおよび偏波の切り替えは観測室から遠隔操作が可能である。ただし、受信性能改善のため C 帯の偏波は左旋偏波に固定している。K 帯は導波管の接続変更により偏波の切り替えが可能である。C 帯受信機入力部の減衰が大きいため、システム雑音温度が 108K と高くなっているが、2002 年に改善する予定である。



図 2 22GHz 帯 / 43GHz 帯受信機のトロリー 左右の 2 本のレールに沿ってトロリーが昇降して、受信機を焦点位置へ移動させられる構造になっている。

BAND	Frequency (GHz)	T _{LNA} (K)	T _{sys} (K)	Polarization
L	1.35- 1.75	18	45	L/R
S	2.15- 2.35	19	72	L/R
C	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	14.40-14.90	60	130	L/R
Ku-H	14.90-15.40	64	110	L/R
K	21.80-23.80	180	215	L(R)
Q	42.3-44.7	180	350	L(R)

* : 8GHz LNA 通常帯域用 # : 8GHz LNA 広帯域用

表 2 受信機雑音温度 T_{LNA} とシステム雑音温度 T_{sys}

2.3 追尾性能

2001年には計6回、軸較正観測を行った。その際の追尾残差の結果を表3に示す。

観測日時 (UT)	周波数帯	残差 (rms) AZ (1/1000 度)	残差 (rms) EL (1/1000 度)	軸較正パラメータ更新	
				日時(UT)	ファイル名
2/13 03~2/13 24	X	3.28	2.17	2/14 0051	mdlpo.ct1.sxk
9/25 17~9/26 01	S	6.31	3.71	9/26 0141	mdlpo.ct1.sxk
9/26 09~9/27 13	X	5.96	3.52	9/27 1308	mdlpo.ct1.sxk
11/ 6 08~11/ 7 04	X	4.41	3.72	11/13 0101	mdlpo.ct1.sxk
11/14 02~11/15 01	X	2.61	2.57	11/15 0152	mdlpo.ct1.sxk
11/26 09~11/26 24	C	4.41	4.84	11/27 0020	mdlpo.ct1.c

表3 34m アンテナの軸較正観測と追尾残差

保守時に追尾不良(4.2 (3)項で後述)が発見されたため、軸較正残差は保守直後の9月26日の観測では問題解決後の11月14日の観測より残差が2倍程度大きくなった。

2.4 混信状況

34mアンテナ周辺で、2001年12月末より第3世代移动通信方式、IMT-2000と呼ばれる携帯電話の基地局が試験電波の送信を開始したためS帯受信に影響が発生している。図3に基地局からの電波発射の有無によるS帯IF出力の違いを示す。混信波により増幅器が飽和して高調波が発生している。今後、携帯電話事業者の協力を得ながら受信機側の対応策を講ずる予定である。IMT-2000基地局電波の割り当て周波数は2110~2170MHzである。

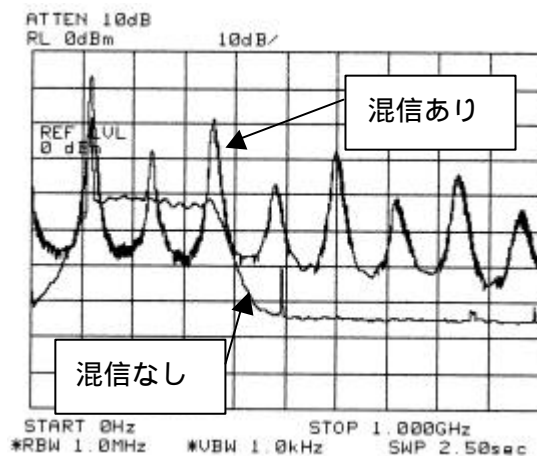


図3 S帯混信の有無 混信がない時はS帯帯域のIF周波数、130~330MHzが台形の形になっている。IF周波数で120MHzに混信波が入った場合は高調波が発生して受信帯域は出力が抑圧されている。

3 運用状況

3.1 2001年運用状況

図4に2001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示す。パルサータイミング観測は通信総合研究所電磁波計測部門時間周波数計測グループと共同の観測であり、VSOPは宇宙研、国立天文台との共同研究による観測である。こうした観測では外部のオペレータが鹿島に来て運用を行っている。こうした外部の運用者には宇宙電波応用グループで用意した運用マニュアルの遵守を義務づけており、運用上の特段のトラブルは発生

していない。

その他の時間は図5に見られるように装置の開発、改良、保守点検、修理、調整等に使用されている。

3.2 過去の運用状況

図6~7に2000年、1999年の運用回数を示す。近年はアンテナが順調に稼働しており年間80回~100回程度の運用が行われている。

DAY	EXPERIMENT/UT	BAND	OPERATOR
1 SAT	VSOP-VS07/J1051+21 1700-2400 (old 1800-0100)	C	Umemoto
2 SUN			
3 MON	400 test		
4 TUE	maintenance 0500-0800 RX test C-band 0800-1200 GALAXY 14:00-21:30	C	Nakajima et al.
5 WED	400 test 0000-0800 Freq TRK test 0800-1400	K	Marisaki
6 THU	maintenance RX 0400-0800 GALAXY 14:00-21:30	C	Nakajima et al.
7 FRI	Pulsar Timing 0200-1000 pointing 1800-2000	S/L	Harada/Shibuya Okubo
8 SAT	VSOP-VS09w/J1153+48 2000-2300	C	Umemoto
9 SUN			
10 MON	C-band test 1100-1500	C	Suzuyama
11 TUE	Freq TRK 0100-1800 C-band test 1800-2100 Freq TRK 2100-2400	K	Marisaki Suzuyama Marisaki
12 WED	Freq TRK 0100-1800 C-band test 1800-2100 Freq TRK 2100-2400	K	Marisaki Suzuyama Marisaki
13 THU	Freq TRK 0000-2400	K	Marisaki
14 FRI	Pulsar Timing 0200-1000	S/L	Harada/Shibuya

図5 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。

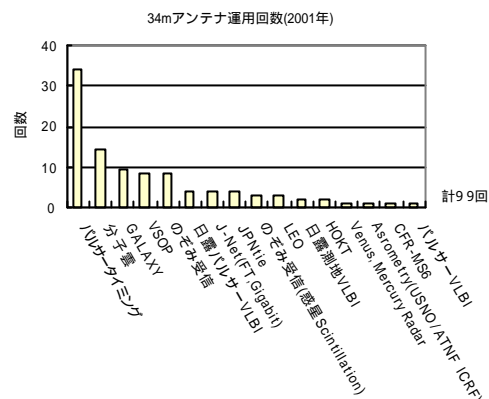


図4 2001年の34mアンテナ運用回数

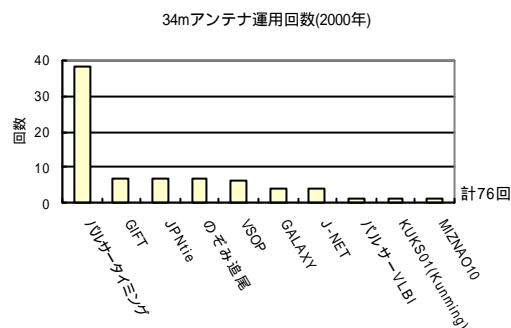


図6 2000年の34mアンテナ運用回数

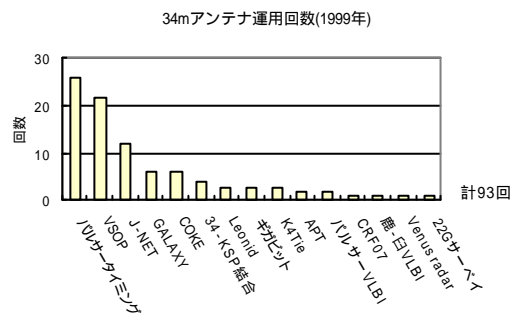


図7 1999年の34mアンテナ運用回数

3.3 主要な成果

広帯域 VLBI 技術開発では、2001年6月23日、ATM方式実時間 VLBI としては世界最高速の1ギガビット毎秒での実時間 VLBI 実験に成功した。実験は宇宙研、天文台および NTT との共同研究として行われ、使用したアンテナは鹿島 34m アンテナと宇宙科学研究所白田 64m アンテナである。白田アンテナで受信した電波星からの信号を高速デジタル信号に変換し、白田 - NTT 武蔵野 - 鹿島間を結ぶ超高速光回線によって実時間で鹿島まで伝送し、鹿島 34m

アンテナで受信した信号との実時間相関処理に成功した。

また、テープレコーダに記録する方式で、2001年12月に世界最高速の2ギガビット毎秒のVLBI観測に成功した。

インターネットプロトコルによるリアルタイムVLBIシステム開発では、16MHzサンプリングデータまでのパソコンによるデータ収集および実時間転送に成功した。パソコンによる相関処理は8MHzサンプリングまで実時間処理が可能である。

鹿島宇宙電波観測用大型アンテナによる研究成果特集号（通信総合研究所季報 Vol.47 No.1, March 2001、および Journal of the Communications Research Laboratory Vol.48 No.1, March 2001）を出版した。

4 保守状況

4.1 定期保守

定期保守は毎年夏期に実施しており、2001年は7月2日から9月19日までの80日間に亘って実施した。定期保守の主な項目は以下のとおりである。

(1) 機械系

AZ 旋回部

AZ ホイールの点検、CW/CCW ゾーン判定用 Quadrant SW の点検、調整

AZ ベースプレートおよびレール部

AZ レールの清掃、ウェアストリップ¹固定ボルトの点検、防錆油塗布

AZ 駆動部

AZ リミットスイッチの点検、調整、AZ モーターとブレーキのオーバーホール、減速機注油

EL 駆動部

EL 歯車点検注油、EL リミットスイッチの点検、調整、EL モーターとブレーキのオーバーホール、減速機注油

回転部

EL ベアリング、ピントルベアリング²の点検注油

角度検出部

エンコーダの点検

反射鏡

フィードコーンの点検、トロリーリミットスイッチの点検、注油

副反射鏡部

¹ AZレールはベースプレートの上にウェアストリップと呼ばれる金属板を固定する構造になっている。(図 16)

² AZ 旋回中心軸のベアリング

5軸制御機構の分解清掃注油、リミット機構の点検、サブプリフレクタ表面の点検清掃

(2) 付帯設備

デハイドレータ

動作点検、導波管、フィードへの乾燥空気充填点検

AZ 室及び ETR 空調機

動作点検

ガスヘリウム冷却系

ヘリウム冷凍機の点検、コンプレッサーの清掃

緊急停止スイッチ (Emergency Stop SW)

動作点検

(3) 電気系

駆動制御部

アンテナ・コントロール・ユニット

動作点検清掃、ステップレスポンス測定

サブプリフレクタ・コントロール・ユニット

動作点検清掃、基準電圧の点検調整

アンテナ・ドライブ・キャビネット

動作点検清掃、モータ制御の点検調整

サブプリフレクタ・ドライブ・キャビネット

動作点検清掃、モータ制御の点検

信号伝送部

導波管切り替え器の動作確認、バンド・インターチェンジ・ドライブキャビネット
点検清掃、RX バンド・インターチェンジ・コンピュータの機能確認

副反射鏡部は5軸副反射鏡制御機構があるため2年に一度、副反射鏡部を地上に降ろして

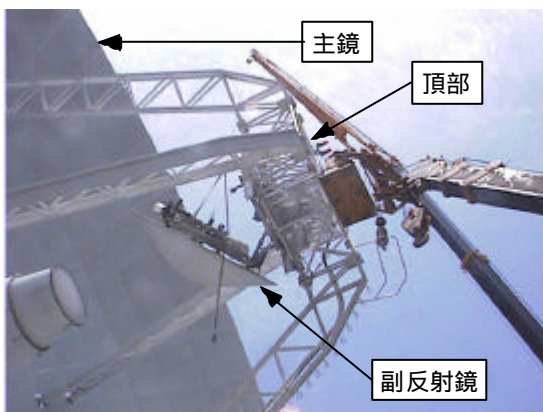


図 8 副反射鏡を頂部より取り外し、取り付けられた状態ではできない保守を地上に降ろして作業する。

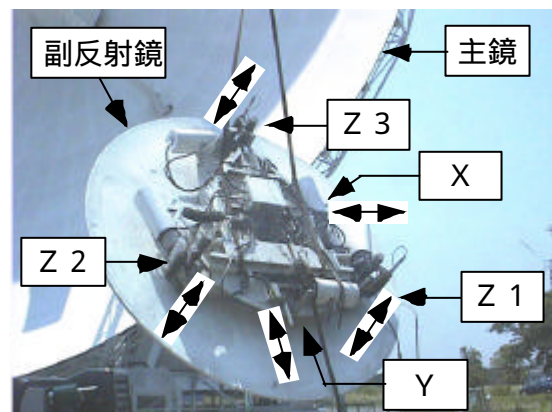


図 9 5軸制御機構のZ軸は3本で構成されており副反射鏡の姿勢を回転できる。

保守を行っている。2001年夏期の保守においては地上に降ろして5軸駆動機構の分解清掃点検、リニアベアリングの点検清掃注油等の保守を実施した。(図8、図9)

ELギアのグリスアップは3月6日、9月18日、12月18日に実施した。6月にも計画したが相次ぐ天候不良とその後の定期保守開始と重なり実施できなかった(保守期間中はEL駆動モータを取り外すためELギアのグリスアップはできない)。定期保守中には修理も行っているが4.2 修理・補修にまとめて記述している。

4.2 修理・補修

修理・補修の主な項目は以下のとおりである。

(1) 背面構造部の補修塗装

34mアンテナの背面構造部と主鏡の結合は図10に示されるような構造になっている。角パイプ支柱の上にコの字型のチャンネルが溶接され、その上に、パネルサポートが立ち主鏡背面のパネルフレームに固定されているナットプレートと接続されている。パネル上部には穴がありパネルサポートを廻して鏡面調整がなされる。調整後にパネルサポートが緩まないようにロックナットで固定している。

腐食が進行しているのは主にナットプレート、チャンネルと支柱の溶接部である。腐食が特に進行している部分では図11のようにナットプレートがほとんどなくなっているものもある。

ナットプレートが腐食してもパネルが強風により飛ばされないように図10にあるようにパネルフレーム上側にセーフティナットを追加している。

チャンネルと角パイプの溶接部も図12のように角パイプ支柱が腐食してチャンネルがほとんど浮いた状態のものがあった。図13のように角パイプ支柱を補修溶接した。

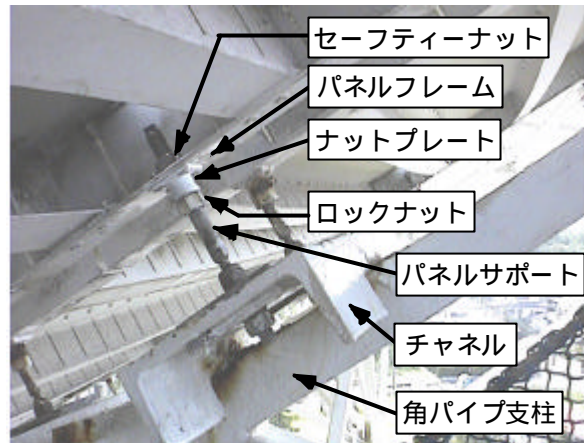


図10 背面構造部と主鏡パネルの結合

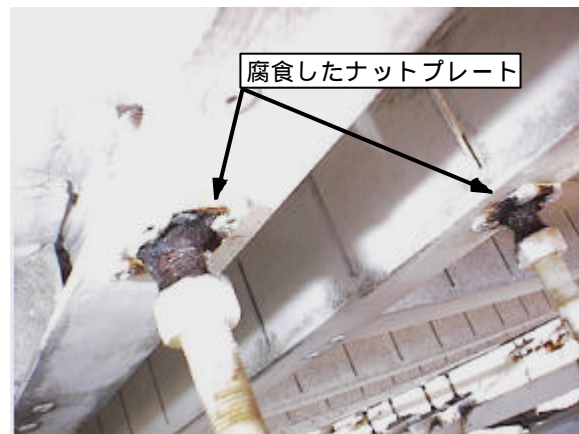


図11 腐食が進行したナットプレート

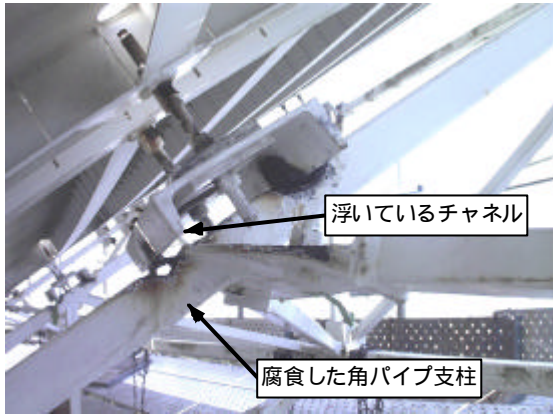


図 12 角パイプ支柱が腐食してパネルを支持するチャンネルが浮いている

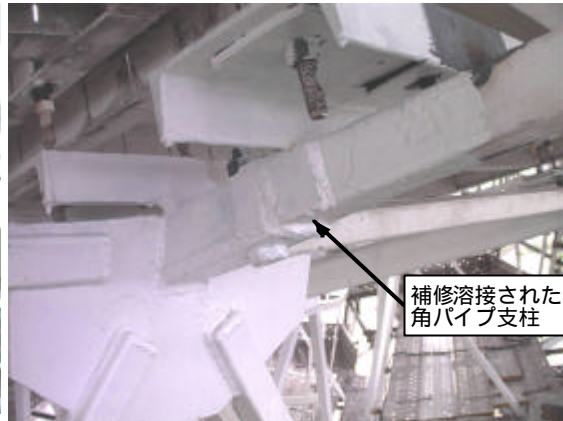


図 13 穴の開いた角パイプ支柱は補修溶接を行った。

従来は腐食が進行している主鏡の外周からパネル 5 枚分の補修溶接、ナットプレート交換を実施してきたが、腐食の進行が早く、従来のペースでは補修が間に合わないため今年には特に腐食が進んでいる支柱 No.6 ~ No.17 の外周からパネル 2 枚分 (図 14 の斜線部分) の補修塗装等を行った。斜線部分のナットプレートは全数(264 個)交換、また穴が開いた支柱部分は補修溶接を行い、腐食部分は補修塗装を行った。(図 13)

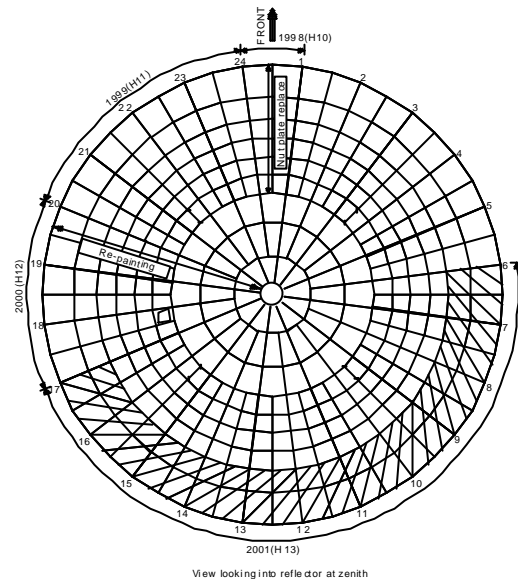


図 14 支柱 6 ~ 17 の外周からパネル 2 枚分の補修塗装等を実施した。

(2) アンテナ角度信号の S C U バイパス

角度エンコーダからのアンテナ角度信号は副反射鏡制御装置 (SCU: Subreflector Control Unit) を経由してアンテナ制御装置 (ACU: Antenna Control Unit) に入力されていた。これは EL 角度により副鏡を制御するためである。

しかし、SCU 老朽化のため微小角度飛びが発生するようになったため SCU を経由せずにアンテナ角度を直接 ACU に入力するために改修を行った。この結果、ACU のローカル制御 (AZ 室での制御) ではアンテナの AZ 角度が 1/1000 度以内に収束するがリモート制御 (観測室からの遠隔制御) では 5/1000 度程度の残差が発生するようになった。そこでアンテナ製造業者に依頼して ACU のソフトウェアを調整した結果、ローカル制御時と同様にリモート制

御においても 1/1000 度以内に収束するようになった。なお、EL 角度には問題は発生していない。

(3) ACU サーボモード切り替え不良

ACU のアンテナ角度制御は誤差角度の大小によりサーボタイプを Type I と Type II に切り替えて制御している。Type I はサーボループの感度が低く、誤差角度が大きいときに使用され、Type II は感度が高く、誤差角度が小さいときに動作するモードである。誤差角度が小さくなくてもモードが Type I から Type II に切り替わらない現象が定期保守時に確認された。ACU の内部設定の Delay (Type II 切り替え角度に入ってから Type II に切り替えるまでの遅延時間) を小さくすることでこの不具合は解消することができた。

(4) 非常停止スイッチの絶縁不良配線の交換

アンテナ駆動が時々非常停止する問題が発生していたが、定期保守時の点検で仰角プラットフォーム部の非常停止スイッチの配線部分の絶縁不良が原因であることが判明した。この配線を交換することにより正常状態に復旧した。

(5) ラテラルシフター位置ステータスの固定

34m アンテナ建設直後の光学系はカセグレン給電とフロント給電の 2 方式を併用していた。カセグレン給電は 1.5GHz 帯以上の周波数であり、フロントフィード給電は 300MHz/600MHz 帯であった。この切り替えは一次焦点付近に、カセグレン給電用の副反射鏡とフロントフィード用の一次放射器を切り替えるためのラテラルシフターと呼ばれる横にスライドする装置を設置して行っていた。ラテラルシフターが中央位置(センター)にある時が副反射鏡使用時であり、横に移動した状態(サイド)が 300MHz/600MHz 帯フロントフィード使用時の状態である。しかしながらラテラルシフターの不具合のためセンターに固定したままの状態で使用していた。1997 年 1 月には、300MHz/600MHz 帯の給電系の撤去を行ったため、ラテラルシフターの機能は不要となった。

そこで頂部の補修塗装を行う際に合わせてラテラルシフターの制御に使用されていたケーブルを撤去したところ無関係と思われていたフィードコーン内の受信機切り替えに影響が表れ、受信機切り替え用のトロリー制御ができなくなった。原因を究明したところ、頂

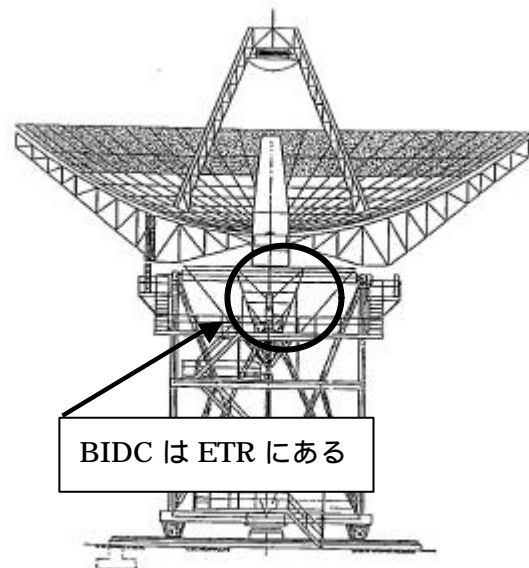


図 15 RX バンド・インターチェンジ・ドライブ・キャビネット(BIDC)は ETR にある。

部のケーブルを撤去したことによりラテラルシフターのステータスがサイド(300MHz/600MHz 帯使用)となり、1.5GHz 帯以上の受信機が搭載されているトロリーが動作しなくなったものと判明した。この不具合は ETR³にある RX バンド・インターチェンジ・ドライブ・キャビネット(図 15)において、ラテラルシフターのステータスを副反射鏡使用時のステータス(センター)に固定するように、ジャンパー線を取り付けることにより解消した。なお、頂部にあった配線の接続箱はボロボロに腐食した状態であったため観測シーズン中のトラブル発生を未然に防ぐことができた。

(6) 受信機制御系御線線の点検、AZ 室から ETR 室までの冗長系配線布設

受信機の制御(電源、偏波切り替え等)およびトロリー制御は、AZ 室にある RX バンド・インターチェンジ・コンピュータから RS422 信号により ETR 室にある RX バンド・インターチェンジ・ドライブ・キャビネット内にある制御ボードを制御することにより行っている。時々、観測室からの受信機制御が動作しなくなるトラブルが発生していたため AZ 室にある RX バンド・インターチェンジ・コンピュータおよび ETR 室にある RX バンド・インターチェンジ・ドライブ・キャビネット内にある制御ボードを点検したが、異常が認められなかった。また AZ 室から ETR 室までの RS422 信号線にも異常は認められなかったが、念のためこの配線の冗長系を布設して使用するようにした。その後、受信機制御が動作しないトラブルは発生しなくなったため、何らかの不具合が既設の RS422 信号線にあったものと考えられる。しかしながら、この原因究明には至っていない。

(7) デハイドレータ修理

導波管およびフィードが結露しないように乾燥空気を送るためにデハイドレータを使用しているが、空気の乾燥が十分に行われなくなったためメーカーに返送して修理中である。現在は予備系を使用している。

(8) ETR 室冷却器ガス漏れ

受信機室は一定温度になるように空調で制御されている。定期保守時に、空調用の冷水を作るための冷却器(チラー)でガス漏れが発見されたため修理した。

(9) 折損 AZ レールボルトの交換

AZ トラックは図 16 のように基礎コンクリートの上にベースプレートがあり、ベースプレ

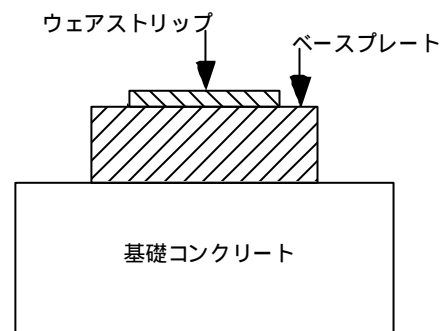


図 16 AZ トラックの断面図

³ Elevation Tilting Room には RX バンド・インターチェンジ・ドライブ・キャビネット、受信機用電源、IF 伝送用光送信機などが設置されている

トの上にウェアストリップをボルトで固定する構造になっている。そのボルトが3本折損したため交換した。ボルトの首の部分に応力が集中して、図 17 のように折れているため 2000 年よりボルトの首の部分強化したものを使用している。

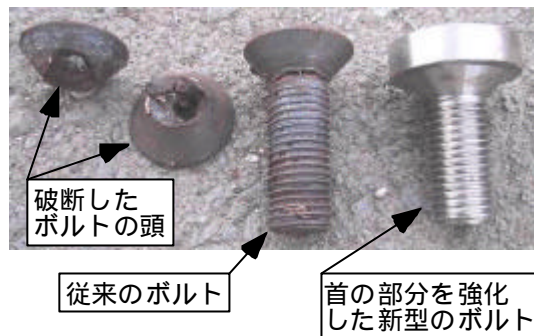


図 17 AZ レールボルト

(10) ACU設定不良の発生

ACU の設定がフロントパネルからできない故障が発生した。フロントパネル内側の制御ボードの汚れにより不具合が発生していた。これを清掃することにより復旧した。来年より定期保守項目として内部清掃を加えて同様な故障が発生しないようにする予定である。

(11) 22GHz 帯 IF 伝送用光送信機の交換

22GHz 帯の受信機雑音温度（当初 260K）が徐々に上昇し 300K となったが IF 伝送用の光送信機を交換することにより 260K に戻った。なお、22GHz 帯の受信機雑音温度は 5.3 で後述するように入力部の減衰を小さくすることにより 180K まで改善されている。

(12) 副反射鏡リミットスイッチの不具合

43GHz 帯の立ち上げおよび運用のため副反射鏡を動作させる頻度が高くなっている。副反射鏡の 5 軸機構には図 18 のようなロータリ・リミットスイッチが使用されているが、このリミットスイッチ駆動用のウォーム抜け止め溝の摩耗により、ウォームが抜けて Z1 軸のリミットスイッチが動作しなくなった。やや大きめだが暫定的に国内製のスナップリングを取り付けてウォームが抜けないように処置した。米国よりロータリ・リミットスイッチを取り寄せ中である。

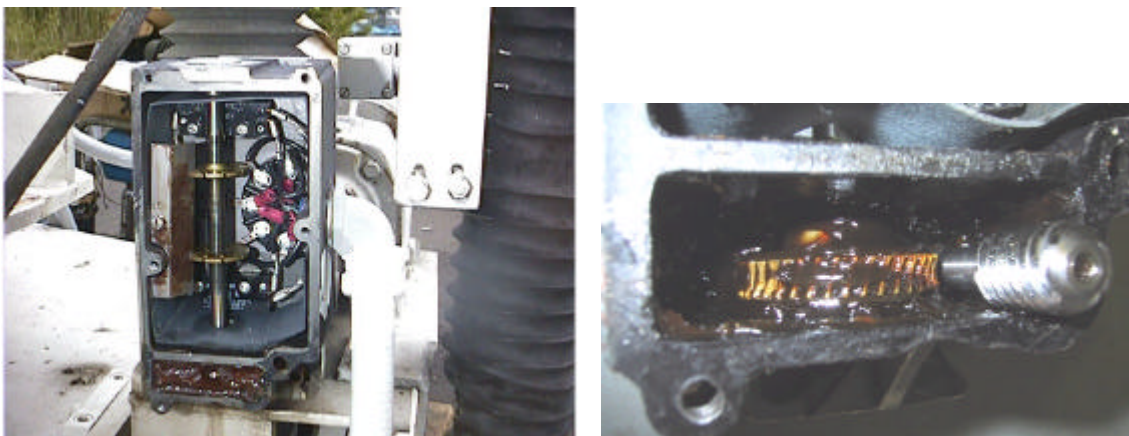


図 18 ロータリリミットスイッチのふたを開けたところ。下側部分にウォームギアとウォームがある。（左図） その拡大図が右の写真である。ウォームの固定金具がはずれてウォームが飛び出した。

(13) 受信機ステータス不良

5GHz 帯、2GHz 帯導波管切り替え器のステータスが取得できなくなっていたが、ETR 室にある RX バンド・インターチェンジ・ドライブ・キャビネット内にあるステータス取得用ボード A11 (Opto22 ボード) が故障のためと判明した。ボード交換により正常に復旧した。なお、ステータス取得あるいは制御用の Opto22 ボードはブレインボードにより制御されているが、ブレインボードの予備品は現用で使用しているものよりアドレスが 1 ビット増えた結果、アドレス設定部の形状が異なっているためアドレス設定に際してはマニュアルを参照する必要がある。

(14) 受信機温度計 1 台設置

アンテナの性能を把握するために受信機温度測定が必要だが、そのための温度計が老朽化してきている。互換品の入手が困難であるため、別系統で受信機温度を取得できるように整備を進めている。今年は温度計を 1 台設置した。

(15) 頂部補修等

アンテナ頂部の腐食が進行したため補修塗装を行った。合わせて不要ケーブル撤去、航空障害灯取り付け部の交換も行った。

(16) 副鏡周辺部のひび割れ

定期保守時に副鏡周辺部の FRP (Fiber-reinforced plastics) にひび割れが発見された。シリコンシーリング材で補修したが、頂部に取り付け後、調整のため副鏡背面上に乗ったところ再度割れたためエポキシ樹脂系充填接着剤で暫定処置した。副鏡背面上に乗ることで繰り返し荷重がかかり FRP が割れたものである。副鏡が取り付けられた状態で 5 軸駆動機構、リミットスイッチ等の調整、故障等に対応するためには副鏡背面上に乗る必要がある。

4.3 発生している不具合現象

(1) EL 軸回転の振動

EL 軸の回転がハンチングのように振動することが時々発生している。これはバックラッシュを防止するためのトルクバイアスが正常に動作していない場合に見られる現象であるが、発生が短時間であり調査中に現象が消えてしまうため、原因究明には至っていない。引き続き調査中である。

(2) 副鏡 Z3 軸の動作不良

副反射鏡の 5 軸機構の Z3 軸が時々動作しない現象が発生している。これも短時間で現象が消えてしまうため原因究明には至っておらず調査続行中である。DCPA が疑われる。

(3)オーバーライド SW 絶縁低下

アンテナが駆動範囲のリミットを越えた場合は、駆動モータの近くに設置されているオーバーライド SW を押下後、駆動してリミット範囲から抜ける操作を行う。AZ リミットスイッチ J-Box 付近のオーバーライド SW 内部端子間の絶縁抵抗が 5～25M 程度に低下（通常は 500M 程度）しているため次期保守で交換を検討している。

(4)非常停止検出系の絶縁低下

アンテナ駆動非常停止は DC24V ラインをスイッチで切ることにより動作するようになっている。断線、絶縁不良により電源が供給されないとアンテナが停止する。非常停止検出系の絶縁抵抗は AZ 系が 45M 、EL 系が 18M 、観測室を含んだ系では 15M であり、アンテナドライブキャビネットのインターロックを含んだ総合の系が 13M になっており全般的に絶縁が低下（通常は 500M 程度）している。今後、注意する必要がある。

(5)AZ#4 ブレーキ用ヒータの絶縁不良

AZ#4 ブレーキ用ヒータラインのヒューズ切れが発生した。ブレーキ内部絶縁不良が測定されたが調査中に現象が消えてしまったため、発生時に再度、調査する予定である。

(6)L 帯受信機真空度測定系

L 帯受信機の真空度は通常 6 μmHg であるが時々 21 μmHg に上昇して測定されることがある。測定系の問題と考えられるため定期的に点検する予定である。LNA 温度は 13K 程度を維持しており正常である。

(7)ヘリウムコンプレッサ温度上昇

夏期に外気温が 35 を越えたとき、ヘリウムコンプレッサファン警報（ヘリウム温度上昇）の点灯が一度発生した。ユニット設置温度の仕様は 4～38 であるため、ユニット設置室内の気温が使用範囲を超えたため警報が発生したものである。ヘリウムコンプレッサ室は換気ファンを使用しているが空調は設置していない。夏期は定期保守期間に当たるため通常は観測を行わないが猛暑時の観測は室温上昇に注意する必要がある。

(8)受信機ステータス取得不良

34m アンテナでは受信機のステータスとして LNA、PLO の状況も取得できるようになっている。しかし、表 4 のように一部取得できないステータスがある。

周波数帯	LNA	PLO
L		×
S	×	
C	-	-
X		
K u		×
K		-
Q	-	-
: 取得できる × : 取得できない - : 構成変更のため取得していない		

表 4 受信機ステータス取得状況

5 高精度化への取り組み

(1) 43GHz 受信機の整備

43GHz 帯受信機は 2000 年度より製作を開始して、冷却試験等を繰り返し、性能を確認後、2001 年 3 月にアンテナに組み込んだ。しかし冷凍機系のトラブル等が発生したため、組み込みが完了したのは 2001 年 10 月になった。

LNA は冷却 HEMT 型である。アンテナ設置後の受信機性能は受信機雑音温度 180K 程度、システム雑音温度 350K 程度、受信偏波はフィードホーンの前面に偏波板を取り付けて、LHCP、RHCP を選択可能とする予定である。フィードホーンの前には電波吸収体を用いた受信信号強度較正装置がある。

43GHz 帯受信機が搭載されているトロリーは 22GHz 帯用フィードホーンが既定の焦点位置にあるため 43GHz 帯を受信するときには副反射鏡の位置を調整して 43GHz 帯フィードホーンに焦点を調整する。

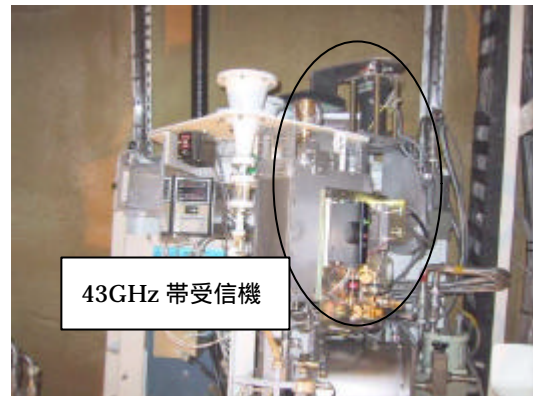


図 19 トロリーに設置された 43GHz 帯受信機

(2) 22GHz 帯(K)受信機雑音温度改善

ホーンからデューワー入力部までを直結して減衰を小さくすることにより受信機雑音温度を 260K から約 180K に改善でき、システム雑音温度は約 215K になった。なお、偏波切り替えは導波管スイッチでは行えなくなったが、導波管の接続を変えることで通常受信している LHCP から RHCP への変更が可能である。また、後述の 32GHz 帯受信機の導入に合わせて 22GHz 帯受信機を改修予定である。

(3) 32GHz 帯(Ka)受信機の導入検討開始

次世代深宇宙通信で主流となる Ka 帯の受信を行うため 32GHz 帯冷却受信機導入の検討を開始した。この受信機では米国 JPL の DSN アンテナと共同で将来の相対 VLBI 実施のために必要な電波源サーベイ観測を行う。

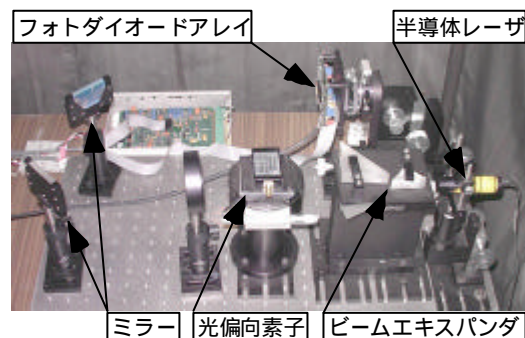


図 20 音響光学型分光計

(4) 音響光学型分光計(AOS)の設置

AOS (Acousto-Optical Spectrometer) は光偏向素子を用いて周波数分光する装置で、微弱な星間分子のスペクトルを観測する有力な手段として世界各地で活躍している。34m アンテナのバックエンドに高分散型(帯域幅 40MHz、

周波数分解能 37kHz) の AOS を設置した。(図 20)

(5) 周波数追尾ソフトの組み込み

観測局は地球の自転、公転、また太陽系の運動により天体と相対運動があるため観測周波数はドップラーシフトにより変化する。音響光学型分光計(AOS)を用いた観測では目的のスペクトルを AOS の帯域内に入るように入力する必要がある。そのため観測時に受信周波数を調整する必要があるが、22GHz 帯受信機の第 1 局部発信器は PL0 を使用しているため周波数は固定されている。そのため観測室にある第 2 局部発信器を SG に置き換え、その周波数を制御する機能を観測制御ソフト FS9 に組み込んだ。

(6) 代替 SCU の整備

副反射鏡制御装置(SCU: Subreflector Control Unit)は老朽化したためパーソナルコンピュータと AD ボード、DA ボード、リレーボードを使用して代替 SCU を整備した。プログラム言語には LabView6i を用い、副鏡の位置制御には PID(Proportional Integral Derivative) 制御を用いた。

製作に合わせて現在の機器の特性に合わせた制御パラメータを求めてハンチングが発生しないようにした。

代替 SCU は副鏡位置の静的制御を行う機能がある。2002 年には仰角による副鏡位置の動的制御を整備する予定である。仰角により副鏡位置を調整する動的制御は副鏡支柱の重力変形等に対して高周波における効率を維持するために必要な機能である。

(7) 傾斜計によるポインティング補正

高精度なポインティングを行うためにアンテナの傾斜を直接測定することによる軸較正パラメータの補正を検討している。アンテナの傾斜を測定するために仰角ベアリング付近に傾斜計を取り付けて測定を開始した。(図 21)

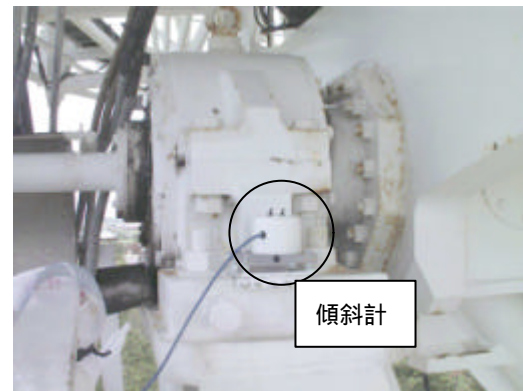


図 21 仰角ベアリング付近に取り付けられた傾斜計

6 今後の保守計画

2002 年の定期保守項目の変更と修理項目を以下に記述する。2003 年の保守時についても若干記述する。なお、背面構造部については長期的保守計画の中にまとめた。

6.1 2002 年度保守計画

状況の変化、前回の保守状況を考慮して、従来の定期保守項目に以下の追加等を行う。

ア．定期保守追加等項目

- (1)ヘリウム冷凍機 4台
- (2)ACU のフロントパネル背面の清掃
- (3)ACU 追尾サーボタイプ切り替え確認
- (4)SCU 機能確認の存続

43GHz 帯受信機が整備されたことに伴うデュワーの増加により保守対象の冷凍機を従来の3台から4台にする。また ACU フロントパネル背面の汚れにより ACU のパラメータ設定ができなくなる現象が発生したため、今後は定期保守時に清掃を実施する。ACU の追尾サーボタイプも定期保守時に点検を行う。代替 SCU は1式のみであるため旧 SCU は動作確認後、予備系として維持する。また代替 SCU 自体の予備系の整備についても検討する。

イ．補修追加項目

- (1)副鏡5軸機構ロータリ・リミットスイッチのウォームとスナップリング交換
- (2)ADC 電磁接触器の交換
- (3)頂部穴の補修溶接
- (4)B I D C 内のリレー (CR2A の A1-A2 間)逆起電力防止部品交換

43GHz 帯受信機が整備されたため、副鏡の5軸機構を頻繁に動作させる機会が多くなる。そこで、5軸すべてのロータリ・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)を交換する。更にギアボックス内のギア周囲にはグリスを充填せず、ギア接触面のみグリス塗布を行い軸方向の推力発生をなるべく減少させて、ウォーム抜け止め金具への負担を減少させる。また、ADC 内の電磁接触器 (CR108)から時々異音が発生するため交換を行う。

ウ．検討項目

- (1)屋外配線の絶縁不良点検
- (2)ETR 空調用の冷水循環ポンプ、三方弁の予防交換検討

34m アンテナは経年劣化により、4.3 項に記述したように非常停止スイッチ配線の絶縁不良、オーバーライドスイッチの絶縁低下等の屋外配線部分に絶縁不良が発生している。安定したアンテナ運用を行うためには定期的に屋外配線等の絶縁を点検して事前に対策を行うことが望ましい。空調の冷水循環系も経年のため老朽化が指摘されているが、ETR 温度を安定化し高精度な観測に資するためには交換することが望ましい

6.2 2003 年度保守計画

副反射鏡はアンテナ頂部で常に風雨に暴露されている厳しい環境に駆動機構等があるた

め定期的に保守を行う必要があるが現在は2年に1度地上に降ろして保守を行っている。副鏡は頂部に取り付けられた状態では足場が確保できないこと、作業空間がないこと、また分解して保守できないため地上に降ろして保守を行わなければならない。次回は2003年に地上に降ろす予定であるが、その際には次回点検が必要な期間についても精査する予定である。なお、43GHz帯受信を行うようになり副反射鏡の位置制御が重要になったため今まで以上に慎重に作業を行う必要がある。

(1)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(Linear Variable Differential Transformer)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すること。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。

(2)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、Z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Z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Z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。

(3)副鏡周辺部のFRPひび割れ部分の修理

副反射鏡周辺部のFRP(Fiber-reinforced plastics)にひび割れがあり、今回はエポキシ樹脂系充填接着剤で暫定処置したが次回はFRPで補修する予定である。

(4)副反射鏡5軸駆動機構減速器

減速器の保守は1999年に副鏡を降ろした時に実施したが、使用頻度が少なかったため2001年は実施していない。43GHz帯の受信機が装備され副鏡を駆動する頻度が高くなったため、減速器の保守を検討する。

6.3 長期的保守計画

背面構造部の状態は4.2(1)項でも記述したように腐食が進行し支柱に穴が開く状態になっている。また、主鏡パネルを支えるナットプレートも部分的に腐食が著しく進行している(4.2(1)項の図11)。

こうした腐食状況から外周からパネル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 枚分の残りの部分(図 14 の支柱 No1 ~ 6)については早急に補修塗装等を実施する必要がある。

7 おわりに

本報告では、アンテナの現況について、主要諸元、受信機性能、アンテナ追尾性能等についてまとめた。また、2001 年に実施した高精度化への取り組み、定期保守、修理について報告するとともに発生している不具合点についてまとめた。さらに、今後の保守計画についても記述した。本報告がアンテナの安定運用および今後の保守を検討する上で役立つことを期待する。