

## 5-6 鹿島 34 m アンテナの維持管理

### 5-6 Maintenance and Management of Kashima 34-m Antenna

川合栄治

Eiji KAWAI

鹿島 34 m アンテナ（鹿島宇宙技術センター：茨城県鹿嶋市）は設置から 30 年が経過した。乾燥した気候で使用される米国製のアンテナを、海岸に近い鹿島で現在に至るまで維持運用するために、様々な努力と工夫を行ってきた。ここではその主要なものとして、アジマスレールの腐食とカバーによる対策、構造部・主鏡背面構造部の腐食への対処と次善策、ホログラフィ測定を使った主鏡パネル面調整とそのために必要となった調整ボルト清掃作業などについて紹介する。また、安定した維持管理のために特に注意を払った点として、2011 年 3 月 11 日の東日本大震災による影響、観測休止中の定期保守の重要性、常勤職員による保守・修理による迅速な復旧について述べる。

Thirty years have passed since the Kashima 34-m antenna was established at Kashima branch of Radio Research Laboratory. Various efforts have been made to maintain the antenna in humid climate in Japan, whereas the antenna was originally designed for dry climates condition in the United States. This paper introduces the countermeasures to degradation by corrosion of the azimuth rail, the structural part, and the backup structure of the main reflector panel. To recover the surface accuracy after repair work and welding of backup structure of the main reflector for corrosion removal, surface accuracy improvement was achieved by repetition of holographic surface measurement and height adjustment work. Repair and maintenance work of electronic part of the antenna have been made by full-time employees since some years ago. It enabled quick recovery from small problems and stable operation of the system by accumulating experiences and know-how of the maintenance. This paper also describes the damages affected by the Great East Japan Earthquake.

#### 1 まえがき

鹿島 34 m アンテナは、西太平洋電波干渉計 [1] の本土局として米国 TIW 社（現 General Dynamics SATCOM Technologies）のアンテナを購入して（代理店：株式会社理経）昭和 63 年度（1988 年）、茨城県鹿嶋郡鹿嶋町（現 鹿嶋市）に設置され、平成 31 年（2019 年）3 月に 30 年を経過した。この間に国内、国際的な様々な観測、VLBI による測地観測、基準座標系の維持、宇宙飛翔体（火星探査機のぞみ、小惑星探査機はやぶさ）の軌道決定、小惑星ゴレブカのレーダ観測、迅速な地球回転計測、パルサー、木星電波、星間分子雲を対象とした天文観測など様々な観測・実験 [2] に使用され、現在では光格子時計の精密周波数比較実験に使用されている。ここでは、これらの観測、実験を支える鹿島 34 m アンテナの主に構造部の維持、修理、東

日本大震災による影響等について記述する。

#### 2 受信性能

鹿島 34 m アンテナの全景を図 1 に、主な受信性能を表 1 に、示しアンテナ性能の概要を述べる。主反射鏡中央にあるフィードコーン内に可動式の受信機が収容されており、受信機を切り替えることで多数の受信周波数帯を可能としている。受信周波数は L 帯（1.4 GHz）から Q 帯（43 GHz）までの多くの周波数の電波を低雑音に受信可能であることから、電波天文学を含めた前述したような各種観測、実験に使用されてきた。

L 帯はパルサーや OH（水酸基）メーザの観測に使用されてきた。設計受信周波数は 1350 ~ 1750 MHz であったが、混信が増加したため LNA 後段、冷却デュ

表 1 鹿島 34 m アンテナの受信性能 (2019 年 7 月現在)

受信機	周波数帯	偏波	Tsys (K)	SEFD (Jy)	備考
L 帯	1405 ~ 1440 MHz, 1600 ~ 1720 MHz	RHCP/LHCP	50	300	パルサー観測等、 HTS-BPF フィルタ使用
S 帯	2210 ~ 2350 MHz	RHCP/LHCP	65	350	測地 VLBI、 常温帯域阻止フィルタ使用
X 帯	8180 ~ 9080 MHz	RHCP/LHCP	66	300	測地 VLBI、電波天文
広帯域	3.2 ~ 14.4 GHz	直線 2 偏波	100-200 *	1000-2500	精密周波数比較実験
K 帯	22 ~ 24 GHz	LHCP	141 *	2000	水メーザ、アンモニア分子
Q 帯	42.3 ~ 44.9 GHz	mixed	350 *	3000	SiO メーザ、局部発振器故障

\* : Tsys ではなく、R-Sky 法により測定した Tsys\*

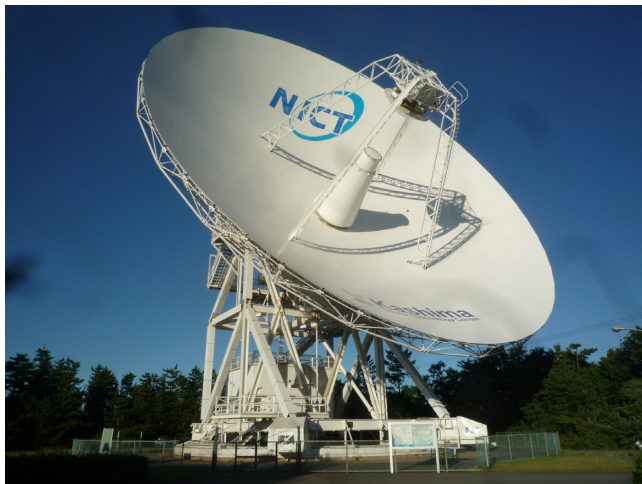


図 1 鹿島 34 m アンテナ

ワ外部に観測周波数等に応じた 100 MHz から 200 MHz のバンドパスフィルタ (BPF) を交換して受信していた。しかし、2012 年ころから携帯電話基地局電波による混信波が LNA を飽和させる程度まで強くなったため、この混信波を除くために 2013 年に LNA 前段、冷却デュー内部に東芝製の高温超伝導 (HTS: High Temperature Superconductor) の BPF を設置して現在の受信周波数帯となっている。S 帯は測地 VLBI 観測のほかパルサー時系・電波天文観測に使用され、設計受信周波数は当初 2150 ~ 2350 MHz であったが、携帯電話基地局の 2.1 GHz 帯が送信を開始して、その混信防止のため 2003 年 LNA 後段、冷却受信機外部に HTS-BPF フィルタを配置して 2193 MHz からの受信が可能となった。その後、2013 年に HTS フィルタ用冷凍機が寿命を迎えて使用できなくなり、代替の帯域阻止フィルタ (BRF: Band Rejection Filter) を使用して現在の 2210 MHz からの受信範囲となった。Q 帯は SiO (酸化ケイ素) メーザの観測に使用されてきたが、2017 年より局部発振器 (35 GHz) の位相同期発振器 (PLL) 制御系故障により現在受信できなくなっている。

### 3 構造部

#### 3.1 レールの腐食摩耗

アンテナのアジマス (AZ: Azimuth) レールの腐食摩耗の進行が問題となり、平成 6 年 (1994 年) にレールを交換し、外部からの雨風の影響を軽減する対策としてレールカバー・ホイール (車輪) カバーの取付けが行われた。図 2 の全体図に本稿で触れる箇所的位置を示す。ただし、レールカバー、ホイールカバーはメーカーのオリジナルの設計にはなく後付のため、ここには描かれていない。レールカバーとホイールカバーの外観を図 3 に示す。カバー取付けにより AZ レールが雨水に、直接濡れなくなり、腐食の進行は大幅に小さくなった。

レール点検時にレール上に直径数センチの腐食跡が見つかり、レールカバーを構成するボルトからの雨漏りと判明したため、レールカバーと支柱・ボルト間のシールを時々行うことで雨漏りを防止した。ホイールカバーは当初、ホイール全体を覆うカバーを取り付けていたが、AZ レールを雨水から守ることができるようになった一方、点検・保守の作業性が低下した。そこで、ホイールカバーを透明ビニールに交換して、さらにビニールカバー全体を取り外さなくともファス

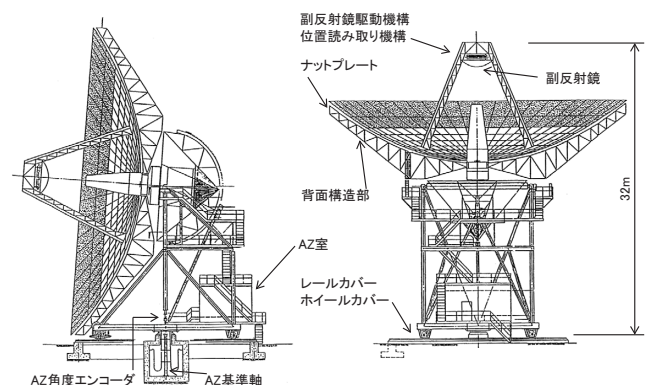


図 2 34 m アンテナ全体図





図3 AZレールカバー(左)、ホイールカバー(中)及びAZレール作業口(右)

ナーによりカバーの一部を開閉できるように改修し作業性も向上した。

カバーを掛けても結露や霧などでレールが時々濡れることは避けられず、空気に触れているレールは少しずつ腐食が進行してしまう。それを防止するためレール表面に羊毛脂が配合されたフルイドフィルム (Fluid film) 防錆潤滑剤 (ユウレカグレード NAS) を塗布することで腐食防止を行ってきた。ただし、アンテナ重量約 400 t を支えるホイール 4 個がレール上を走行することによりホイール走行面では油膜切れが徐々に発生するため、レール面の状況を観察してユウレカを 1 か月程度の間隔で定期的に塗布することで腐食の進行を防止してきた。油膜が切れた走行面に薄く発生した錆を約 100 t の荷重でホイールが押し固めることにより AZ レール上に厚さ 0.1 ~ 0.2 mm 程度の不均一な薄膜が徐々に形成され、運用時間が長くなると AZ ホイールの上下動が大きくなる。このため、年に 1 回は AZ レール清掃を実施してきた。AZ レール点検のためレールカバーには幅 60 cm の点検窓が設けられている。しかしレール面に対する作業を行うためには点検窓は幅が狭く非効率なため、1997 年に図 3(右)に示すようにレールカバーの一部を長さ約 4 m にわたって大きく開く構造へ改造した。この結果 3 人程度が同時に作業でき、かつ、レール全体にアクセスするために開口部を移動させる回数も減らすことができ、作業効率を改善した。図 3 ではカバーの後方となり写っていないが、レールカバー開口部の反対側にはカウンターウェイトを設けてバランスを調整し、人手でレールカバー開口部を容易に開閉できるようにしてある。

### 3.2 東日本大震災と定期保守の重要性

東北地方太平洋沖地震による東日本大震災が平成 23 年 (2011 年) 3 月 11 日に発生して鹿島 34 m アンテナも被災した。震災により発生した AZ ホイール損傷に対して AZ ホイール等交換工事は 2012 年 10 月から 2013 年 3 月に行われた。まずは、地震による主な影響について述べる。震災の復旧のため行った震災復旧

工事、AZ ホイール等交換工事については、“鹿島 34 m アンテナ 2012 年 2013 年 2014 年 年次報告書 [3]” を参照いただきたい。

地震後の軸較正観測の結果、AZ 残差 RMS が従来値 0.004 度弱の 4 倍近い 0.015 度となった。この原因を調査したところ、図 4 に示す AZ 角度エンコーダ軸と基準軸接続支柱の接続部に緩みがあった。四角い箱に角度エンコーダが固定され、その下の支柱が基準軸で、エンコーダ中心にある回転部と接続されている。角度エンコーダと接続支柱の固定部に僅かな緩みが発生しており増し締めした結果、AZ 残差 RMS が 0.005 度と改善した。基準軸の模式図を図 4 に示す。基準軸は地下室床面から直径 305 mm、長さ 3.9 m のセンター支柱の上に直径 89 mm、長さ 2.4 m の延長支柱、その上に角度エンコーダと接続する直径 38 mm、長さ 0.3 m の接続支柱で構成されている。基準軸は合計の長さ 6.6 m の自立柱である。接続支柱の上下には偏心を吸収するために自在継手で接続されており、地震動で接続支柱が大きく揺らされたためこの緩みが生じたと考えられる。鹿島 34 m アンテナは複数の受信機を備え、それらのフィードに焦点を調整するための副反射鏡駆動機構を備えている。地震後の定期点検で通常の点検ではほとんど見られない駆動機構の緩み等が見つかった。地震発生時の状態であるアンテナが仰角 90 度、つまり天頂を向いている状態において副反射鏡を水平方向に動かす X 軸、Y 軸、垂直方向に動かす Z1 軸、Z2 軸、Z3 軸の 5 軸により副反射鏡の位置、姿勢を制御している。点検により表 2 の不具合が見つかった。

これらは地震後、2011 年の点検時に、ナット取り付け・ボルトの増し締め・センサーロッド交換・センサーの芯出し・センサーの固定等を行い復旧した。駆動時の異音については翌 2012 年 10 月から 2013 年 1 月に副反射鏡を地上に降ろした際にリニアベアリングを取り外して点検したが異常は見つからず、清掃、給脂等を行い復旧した。位置読み取りセンサーは厚さ 9.5 mm の鋼板等の強固な金具で固定されているが、

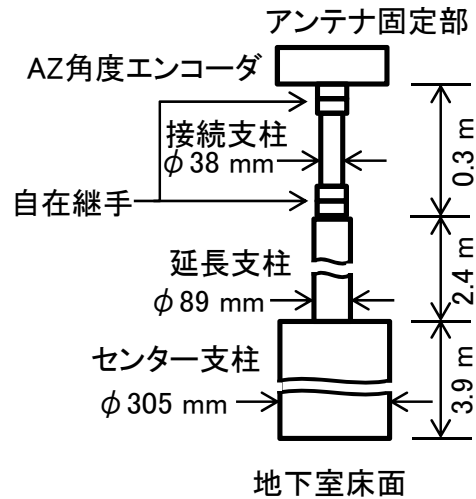


図4 AZ角度エンコーダと基準軸の接続支柱(左)及びAZ基準軸の模式図(右)

表2 副反射鏡駆動部の不具合

場所	不具合内容
X軸	アクチュエータとプレート固定ボルトのナット脱落
Z軸	リニアベアリング固定ボルトの緩み
Z1軸	位置読み取り装置固定部が少し緩み、動く。位置センサーロッド折損
Z2軸	位置センサーロッドの歪み
Z3軸	位置読み取り装置固定部が大きく動く、位置センサーロッド折損
リニアベアリング	X軸、Z軸駆動時にリニアベアリング付近からの異音

副反射鏡位置読み取り機構は図2に示すように地上から高さ約30mに位置し、地震により大きく揺らされたことが一因であると推測される。

次に地震と同時期ではあるが、地震の直接の影響ではないと考えられる故障について述べる。アンテナ設置業者に依頼した集中的な定期保守作業を行ってきたが、2010年2～3月の実施を最後に予算の都合により実施が難しくなった。そこで年間を通して作業請負による点検・保守作業を、アンテナの空き時間に少しずつ、随時実施する方式を2010年10月より開始した。ただし、重機等が必要な作業は別途、専門業者へ依頼して実施した。震災被害により鹿島34mアンテナは平成23年(2011年)、平成24年(2012年)は通常どおりの運用はできなかったが、定期保守は継続して行った。以下に上記2年間の定期点検で発見された主な故障について列挙する。

- 2011年7月 AZリミット角度の動作確認中にAZ捻回部のケーブルがスムーズに動かず、損傷の恐れ・インターロックケーブルの破断の恐れが発見されて、それぞれ調整した。
- 2011年7月 AZ No.3モータから異音、調査したところ、モータコントローラ(DCPA:直流電

力増幅器)のサイリスタが故障、予備DCPAと交換した。後にサイリスタを購入して交換、予備DCPAが確保できた。

- 2011年8月:副鏡点検、修理 前述のとおり。
- 2012年3月:L帯受信機局部発振器のPLOからスプリアスが発生し交換。
- 2012年3月～10月:L帯導波管切替え器(温度較正用)の動作不良、ドライブヘッドを米国メーカーへ返送修理。故障発見から修理まで約8か月を要した。
- 2012年4月:EL減速機ブレーキ制御系動作不良リレーの逆起電力防止用ダイオード交換。
- 2012年6月:AZリミットスイッチ中継端子台腐食、リミット解除スイッチ浸水 中継端子台のネジ等が著しく腐食していたため交換した。リミット解除スイッチの収容箱にあるスイッチが浸水していたため、スイッチを交換。
- 2012年8月～12月:AZ軸角度読み取り系動作不良 AZ軸関係の点検を2012年8月8日、8月14日に行った。両点検作業間はAZ軸を動かしていないが角度表示が約5度変化していた。震災復旧工事途中、10月に調査した結果、信号線の



1本がAZ室にあるコネクタ部分で断線していることが判明した。このコネクタは多極のコネクタであり修理にはコネクタの専用引き抜き工具等が必要となるため専用工具等を用意して、12月28日に断線部を修理して復旧した。不良箇所の判明から復旧まで約3か月を要した。

工事により鹿島34mアンテナが使用できない期間も保守、点検を行うことにより前述の問題を発見、解決していたことで、工事が完了した平成25年(2013年)4月からのアンテナ立ち上げ時は順調に立ち上げが行われ、5月以降は通常通りに実験、観測を開始できた。もし、工事中に保守、点検を実施していなかったら、AZ軸角度読み取り系不良により少なくとも3か月は運用開始が遅れたと考えられる。上記の多数の故障を修理できた定期保守の重要性を再認識した。

### 3.3 アンテナ構造部、背面構造部

鹿島34mアンテナではAZレールのみでなくアンテナ構造部の架台、主反射鏡の背面構造部等に腐食が進行しやすい部分があり、補修塗装が必要であったが、主鏡背面は20m以上の高所にあり、範囲が広範囲であることから、部分に分けて補修塗装工事を行ってきた。腐食進行の主な原因は、十分な素地調整(ケレン)作業が困難な入り組んだ構造物を現場溶接したことによると考えられる。その後も主鏡背面構造に発生した錆を補修する工事を行ってきたが、入り組んだ構造を持つ鋼材に対して現場で十分な素地調整を行うことは難しく、補修工事・塗装を行った箇所で数年後に再び錆が発生・進行してしまうようなこともしばしばであった。この対策として、平成27年(2015年)から素地調整軽減剤(大日本塗料:サビシャット)を使用した。これは素地調整後、完全には取りきれない錆に対して塗布することで、錆層に浸透した湿気硬化成分が水分を取り込み、鋼材素地を不動態化して錆の発生を防止する素地調整軽減剤である。補修後の錆防止に一定の効果はあったように見られる。

主鏡背面構造部と主鏡(反射)パネルはナットプレートと呼ばれる部品(鋼材)で結合されている。アンテナ主鏡を構成する約350枚の主鏡パネルすべてに4-6個のナットプレートがついているが、主鏡外周にあるナットプレートは風雨の影響を受けて腐食の進行が早く、1996年頃には一部で朽ちて形が無くなりかけたものも発見され、1999年の補修工事以降、工事の際に順次ステンレス製のナットプレートに交換した。この作業のためには、主鏡パネルを取り外してナットプレートを交換し、再びパネルをアンテナに戻す必要があった。精密な設計面精度(標準偏差RMS0.17mm)を持つアンテナの性能を損なうことなく主鏡パネルを

元に戻すため、隣接パネルを基準にデプスマイクロメータ等を使用してパネルの高さを測定し、パネルの取り外し前後でパネルの高さが変わらないように復元した。

主鏡の内周にあるナットプレートは腐食があまり進行していなかったためナットプレートの交換は行わず、次善策としてユウレカのグレードWRN(粘性が高い)をナットプレート周囲に塗布して水や空気と接触を防止し、これ以上の腐食進行を遅らせるように工夫した。2008年11月にナットプレートへユウレカWRNを塗布したときの状況を図5に示す。手前がナットプレート周囲にユウレカを塗布したもので、左奥側に小さく見えるナットプレートは以前の補修工事時に交換済みであり、ユウレカを塗布していない。アンテナの主鏡反射鏡パネルは、パネル背面フレームに固定されたナットプレートが背面構造部から立ち上がるボルトと結合してパネルを固定する構造となっている。ユウレカ塗布後、約11年経過した2019年8月のナットプレート付近の典型的な状況例を図5(右)に示す。ユウレカがひび割れて白色塗料が少し見えている部分もあるが、ユウレカは塗布時の原形をほぼ維持しており、ナットプレート腐食の進行を十分に防止できている。背面構造部は、点検時や補修工事を行う際に仮設足場を取り付けたり、作業員の足場となったりすることを考慮すると、滑ると事故の原因となりかねないため油脂類の使用は極力避けたいところである。図5のユウレカ塗布11年経過した背面構造部側のボルトの根元には、塵埃が付着して少し黒くなっていることからユウレカWRNは多少油分が溶け出しているようであるが、その下の角形台座の方まで黒くなっていることはなく、また足が滑るような背面構造部への油脂付着は認められていない。

鹿島34mアンテナは、丘の上にあるため比較的風が強く、また近隣に住宅も増えていることや気候変動による台風の大型化などを考慮して、安全対策には十二分に配慮してきた。アンテナ構造部、主鏡背面構造部の錆の進行について把握するため、2009年及び2015年に作業請負により錆の調査を実施している。2016年に、高所作業車運転資格を持つ職員自ら点検



図5 ナットプレートへのユウレカ塗布(左)、ユウレカ塗布約11年後(右)



図6 高所作業車による背面構造部の腐食調査

等を行った(図6)ところ、地上からは目視が困難な高い位置にある主鏡背面構造に進行した腐食箇所が多く見つかった。これを受けて、平成30年(2018年)に主鏡背面構造の補修塗装工事を実施した。この工事では、主鏡背面構造の一部鋼材の切断・交換の必要があることが事前に予想され、以前のような隣接パネルを基準とする面調整では不十分なことから、静止衛星の電波を使ったホログラフィ法によるアンテナ鏡面の高さ測定と調整を計画・準備し、実施した。

まず、工事1年前の平成29年(2017年)にホログラフィ観測[4]による鏡面測定を複数回実施し、その測定の安定性と精度を確認した。平成30年に一部鋼材の切断交換を含む主鏡背面構造の補修塗装工事が実施され、工事後にホログラフィ法を使った面調整を行った。調整作業は、ホログラフィ観測(図7)による面の高さ測定と補正量計算を主に夜間に行い、日中に反射鏡パネル調整を繰り返し実施して、反射鏡パネルの高さ(光路長)を均一に調整した[5]。工事前の光路長RMS(Root Mean Square)約1.3mmから調整後は0.3mmRMSに改善した。

このパネル面高さ調整は、主鏡表面の穴からボルト

を回して調整する機構が備わっているものの、アンテナ設置後1度も使われたことがなく、以下のような準備作業が大きな仕事であった。パネル調整では、先ずボルトのネジ山清掃が必要であった。この作業は主鏡背面からしか行えないため、工事足場のあるうちに作業を行う必要がある。パネル調整ボルトは、位置調整のためピッチが小さいボルトが使用されている。多くのボルトとナットプレートとの隙間には細かい塵埃じんあいやこれまで行われた塗装の塗料が詰まっており、高トルクをかけて無理に回すとボルトとナットが噛み合い固着する。こうなると左右いずれも回転できなくなり、戻そうと回転させると軸が破断するといったことが作業の初期にあった。そこで、ボルト溝の汚れが少ない方にボルトを回してナットプレートを動かし、現れたネジ山の塗装などを電動ワイヤーブラシ等で清掃・注油等を繰り返し行い、ある程度スムーズに回転できるまで清掃するといった地道な作業が必要であった。塗料の除去・清掃が困難でスムーズに回転できないボルトについてはナットプレートとセットで交換した。

パネル調整は、内周の鏡面傾斜の小さい箇所では図7(右)に示すようにパネル表面から調整穴にレンチを入れて行う。調整作業は表面側からの方が効率良く作業できるため足かけを工夫するなどしてなるべく外周に近い所、つまり傾斜が大きくなる所まで表面側から調整を行ったが、それでも外周に近い所は傾斜が大きく鏡面上での作業が困難なため、図7(中)に示すように背面側から仮設足場の上で調整を行い、アンテナを回転させ仮設足場の位置に合わせ、アンテナ全周を対象として作業した。ボルト調整量は、ホログラフィ観測によりボルト位置での調整量を求めた後、ボルトの回転数に換算して指示書を作成し、現場で容易に調整できるようにした。

仮設足場は、アンテナの駆動範囲内に設置されており何らかの故障・エラーにより足場とアンテナが衝突する恐れがあるため、ホログラフィ観測中はアンテナが見やすく、かつ、直ちにアンテナを停止できるアン



図7 ホログラフィ観測中の34mアンテナ 左は主鏡背面構造部でパネル調整を行うための仮設足場(左)、仮設足場上でのパネル調整ボルト清掃・鏡面調整(中)、反射鏡表面側からのパネル調整(右)



テナ中段の非常停止スイッチ近くで監視を行った。

### 3.4 電気系

機械系、電気系の納入業者(株式会社理経)による定期保守は平成 21 年度(2009 年度)まで実施していたが、平成 22 年度(2010 年度)以降は予算の都合もあり、実施できなくなった。そこで調整、修理をパーマネント職員等が実施することとしつつ、機械系、電気系の日常保守は平成 22 年度から平成 28 年度まで作業請負により実施し、平成 29 年度以降はパーマネント職員等が行った。アンテナ制御に重要かつ長い納期を要するアンテナ制御用ロジックボード、ACU 等は使用開始から 10 年程度を経過している。これまでに駆動モータのトルク調整等を行うロジックボードの IC 故障、ACU プリント基板内のハンダ割れ、直流電力増幅器(DCPA)のサイリスタや電流検出ボードの故障等が時々発生したが、故障調査・修理についても、作業請負の保守作業または、職員等が直接調査・修理・交換等を行ってきた。このようにパーマネント職員等が修理して維持したことで、制御系の理解と調整のノウハウを蓄積し、観測前の点検で発見されることが多い故障においてメーカー等に調査、修理依頼することなく迅速に対応、復旧することができるようになった。アンテナの観測中のトラブルも少なくなった。

感謝する。また国立天文台、国土地理院の支援にも感謝する。さらに輸入、建設を行った株式会社理経をはじめ地元から遠方まで多くの業者の方々にご協力いただいたことにより鹿島 34 m アンテナを維持運用でき、前述の観測、実験を行うことができた。ここに記して深く感謝する。

#### 【参考文献】

- 1 通信総合研究所季報, “西太平洋電波干渉計システムの開発特集号,” vol.36, 特 8, 1990.
- 2 通信総合研究所季報, “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,” vol.47 no.1, 2001.
- 3 鹿島 34 m アンテナ 2012 年 2013 年 2014 年 年次報告書, [http://www2.nict.go.jp/sts/stmg/34m/antenna-34m/Annual/34m\\_hakusyo2012-14.pdf](http://www2.nict.go.jp/sts/stmg/34m/antenna-34m/Annual/34m_hakusyo2012-14.pdf)
- 4 岳藤一宏, 堤正則, 川合栄治, 関戸衛, “鹿島 34 m アンテナのホログラフィ測定,” 2017 年度 VLBI 懇談会シンポジウム集録, pp.32-34, 2017.
- 5 K. Takefuji, M. TsuTsumi, E. Kawai, and M. Sekido, “Holographic measurement for Kashima 34 meter antenna,” IVS NICT-TDC News, no.37, 2017.



川合栄治 (かわい えいじ)

電磁波研究所  
時空標準研究室  
主任研究員  
電波計測

## 4 まとめ

鹿島 34 m アンテナの錆腐食<sup>さび</sup>に対して、安全を第一に考え補修対策を行ってきた。2018 年の補修工事によりアンテナ主鏡背面構造に対する錆<sup>さび</sup>対策を終えた。装置の故障は観測前の始業点検で発見される場合も多い。輸入代理店業者に依頼する保守ができなくなり職員が調整、点検、修理を実施する機会が増えたことで鹿島 34 m アンテナ制御系等の理解が進み、近年の老朽化による故障にも迅速に対応することができた。今年度(2019 年度)は IVS 観測、電波天文観測等のほかに、イタリアの Medicina 観測所に設置した小型アンテナとの間で光格子時計の周波数比較実験を実施している。本稿が大型アンテナ施設等の維持管理の参考となれば幸いである。

## 謝辞

鹿島 34 m アンテナ維持には、時空標準研究室(鹿島宇宙技術センター)の旧メンバー、現メンバー、そして保守作業、修理作業等の契約では鹿島宇宙技術センター鹿島管理グループ、本部(小金井)財務部、時空標準研究室(本部)、電磁波研究所企画室の尽力に