

フィーダリンク地球局アンテナ装置

田中 健二* 吉村 直子* 森川 栄久* 若菜 弘充*
(1994年1月24日受理)ANTENNA SYSTEM OF
FEEDER-LINK EARTH STATION

By

Kenji TANAKA, Naoko YOSHIMURA,
Eihisa MORIKAWA, and Hiromitsu WAKANA

In the summer of 1994, the Engineering Test Satellite-VI (ETS-VI), which is the Japan's first 2ton-class geostationary satellite, will be launched by Japan's H-II rocket. Using this satellite, the Communications Research Laboratory (CRL) will carry S-band inter-satellite communication experiments, MM-wave satellite communication experiments and Optical inter-satellite communication experiments. This paper describes the outline and specifications of the Ka-band antenna system used in the feeder-link earth station, which has been constructed at the Kashima Space Research Center, CRL.

[キーワード] 技術試験衛星VI型, フィーダリンク地球局, カセグレンアンテナ,
ETS-VI, Feeder-link earth station, Cassegrain antenna.

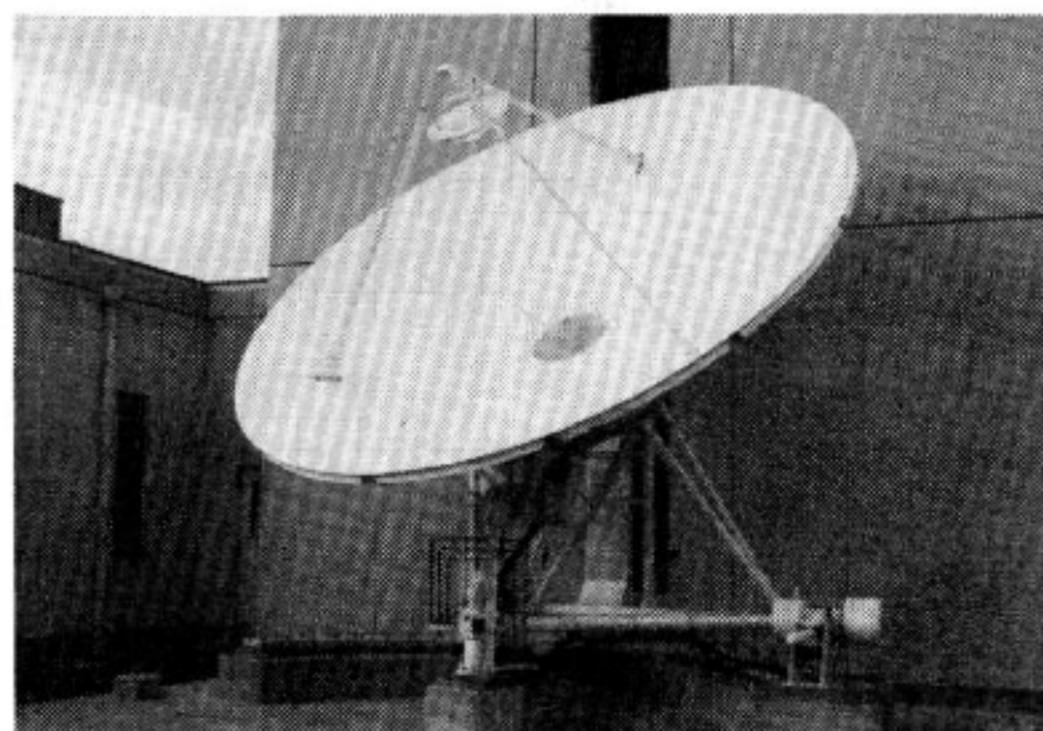
1. はじめに

通信総合研究所では、平成6年夏期にH-IIロケット2号機により打ち上げを予定している我が国初の2トン級3軸姿勢制御方式の静止衛星である技術試験衛星VI型(ETS-VI)を用いて行う予定の衛星通信実験計画(Sバンド衛星間通信実験, 光衛星間通信基礎実験)を推進し、この計画の実施に向けて様々な関連施設の整備を進めている。

通信総合研究所関東支所鹿島宇宙通信センター(茨城県鹿島郡鹿島町)内にはKaバンド(30/20GHz帯)フィーダリンク地球局アンテナ装置が整備された。本アンテナ装置は、アンテナ部、アンテナ駆動制御部、追尾受信部、乾燥空気充填装置部から構成される。本論文では、アンテナ部及び乾燥空気充填装置の構成とそれらの性能について報告する。なお、フィーダリンク地球局の概略については参考文献(1)を、アンテナ駆動制御部並びに追尾受信部については参考文献(2)を参照されたい。

2. アンテナ部

フィーダリンク地球局アンテナ装置は、鹿島宇宙通信センター内CS・BS実験庁舎CS塔南側に設置されている。アンテナ装置の外観写真を第1図に示す。本アンテナ装置の駆動は以下に示す2通りの方法がある。1つは



第1図 アンテナ装置の外観写真

* 関東支所 宇宙通信技術研究室

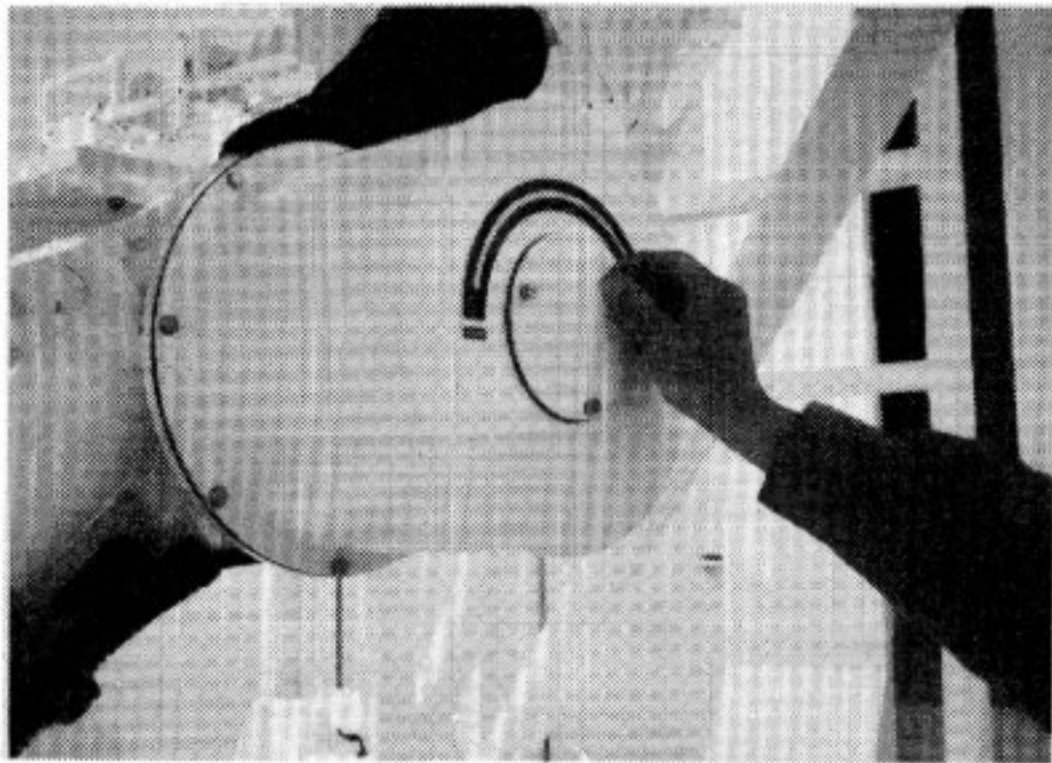
CS 塔 1 階 ETS-VI 実験室に設置したアンテナ駆動制御部⁽²⁾によって遠隔制御が行われ、この遠隔制御を用いてステップトラック方式による自動追尾が可能である。また、第 2 図に示すようにアンテナ装置本体付属の駆動装置に手動ハンドルを取り付けることによりマニュアル駆動も可能である。

2.1 アンテナ部の構成

アンテナ部は、第 3 図に示すように反射鏡部、分波給電部、支持構造部、駆動機構部の他、接続導波管部から構成される。

2.1.1 反射鏡部

反射鏡部は第 4 図に示すように、主反射鏡、副反射鏡



第 2 図 手動ハンドル (EL 軸)

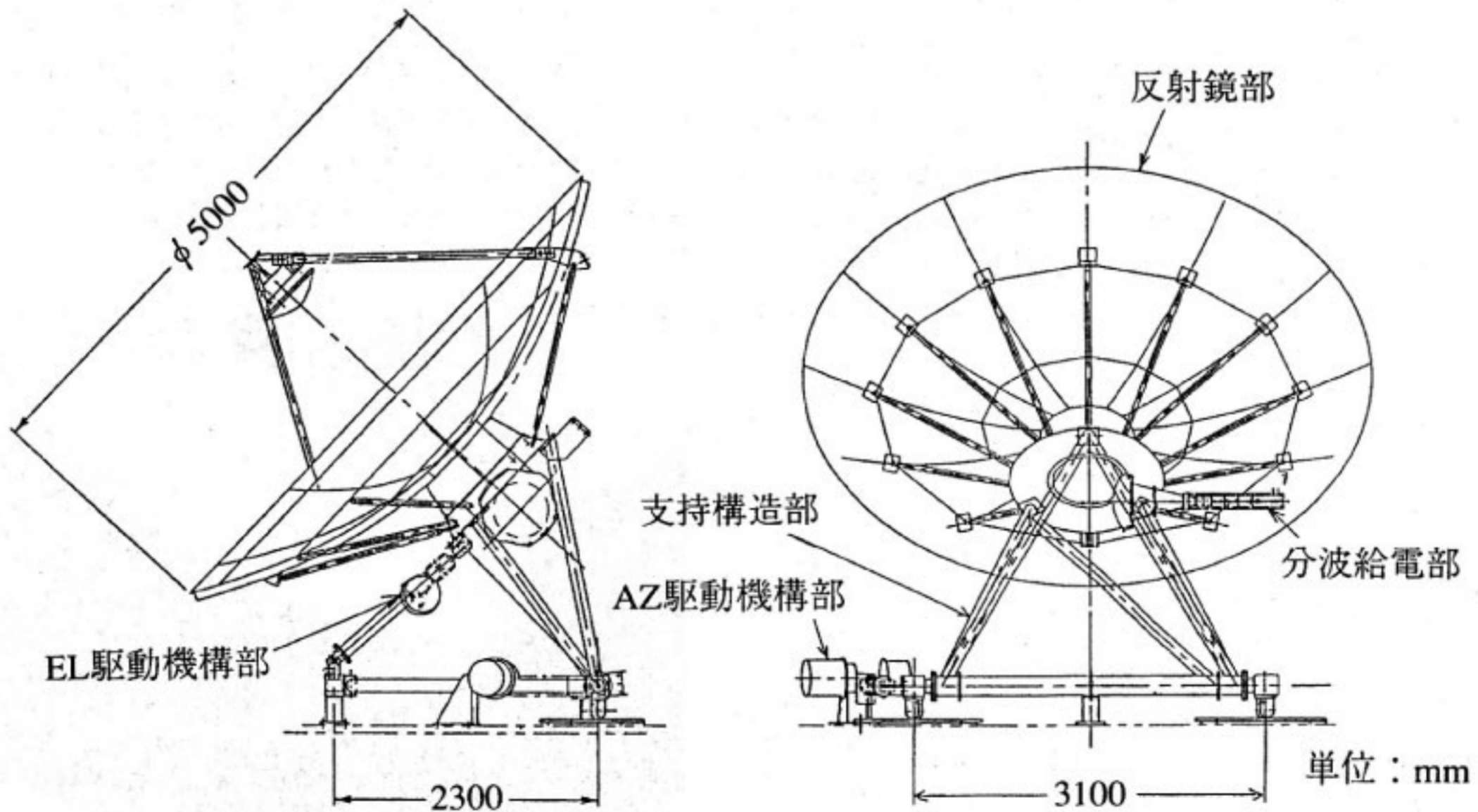
及び副反射鏡支持部から構成される鏡面修正形カセグレアンテナであり、分波給電部からの送受信電波を 1 次放射器、副反射鏡を介して主反射鏡で送受信するものである。

なお、主反射鏡は 12 枚のパネルで構成される直径 5 m の主反射鏡面及び中心リングから成る。

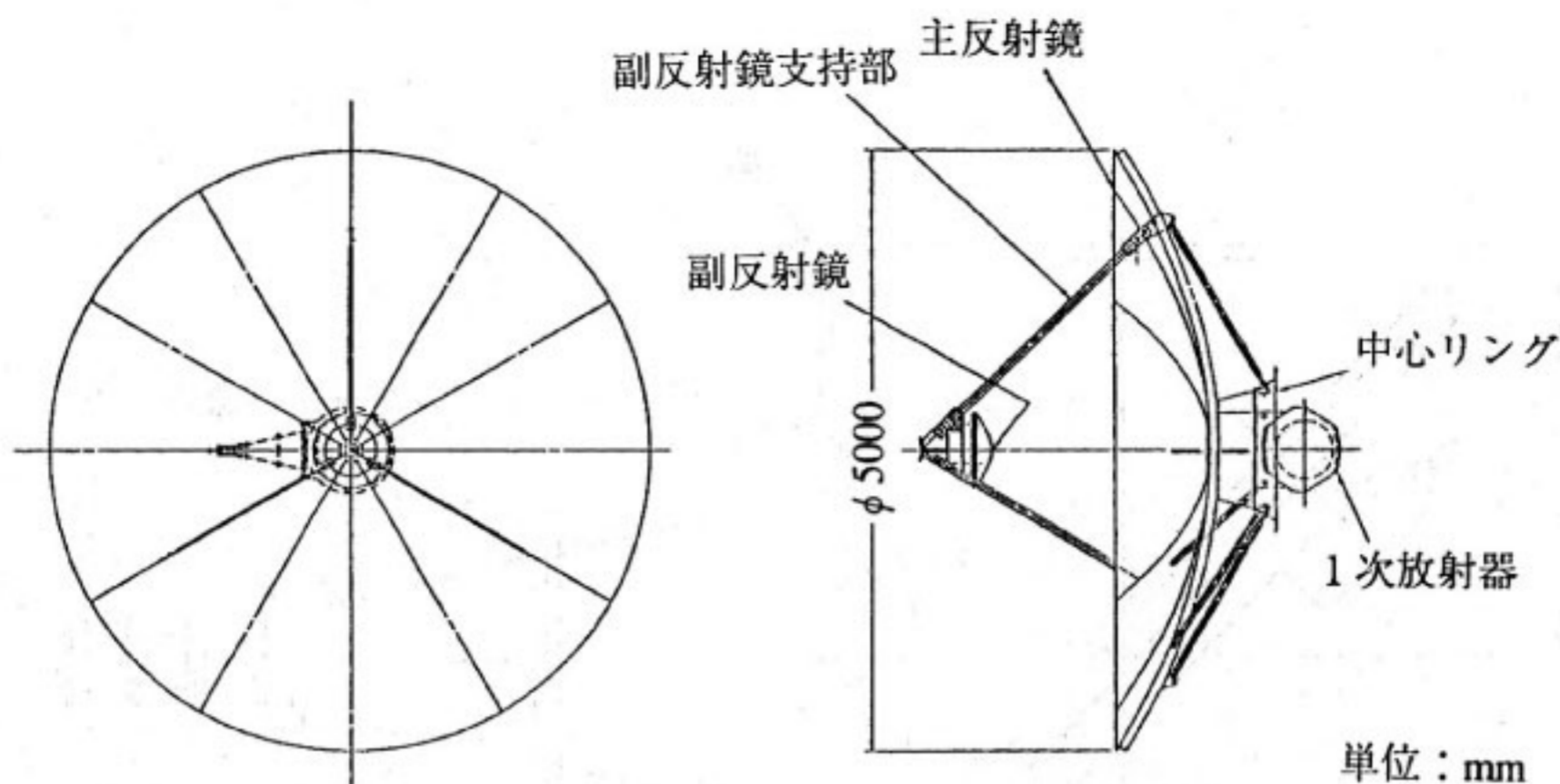
2.1.2 分波給電部

分波給電部は 30 GHz 帯電力増幅装置⁽³⁾からの送信信号を衛星の偏波に適合するように偏波変換し、かつ低雑音増幅装置⁽⁴⁾に漏洩させることなく 1 次放射器に給電し、主反射鏡で受信した衛星からの受信信号を偏波変換し低雑音増幅装置に分波するものである。本分波給電部は第 5 図に示すように、1 次放射器及び給電部 (偏波変換器、偏波分波器、送受分波器、帯域阻止フィルタ) から構成される。

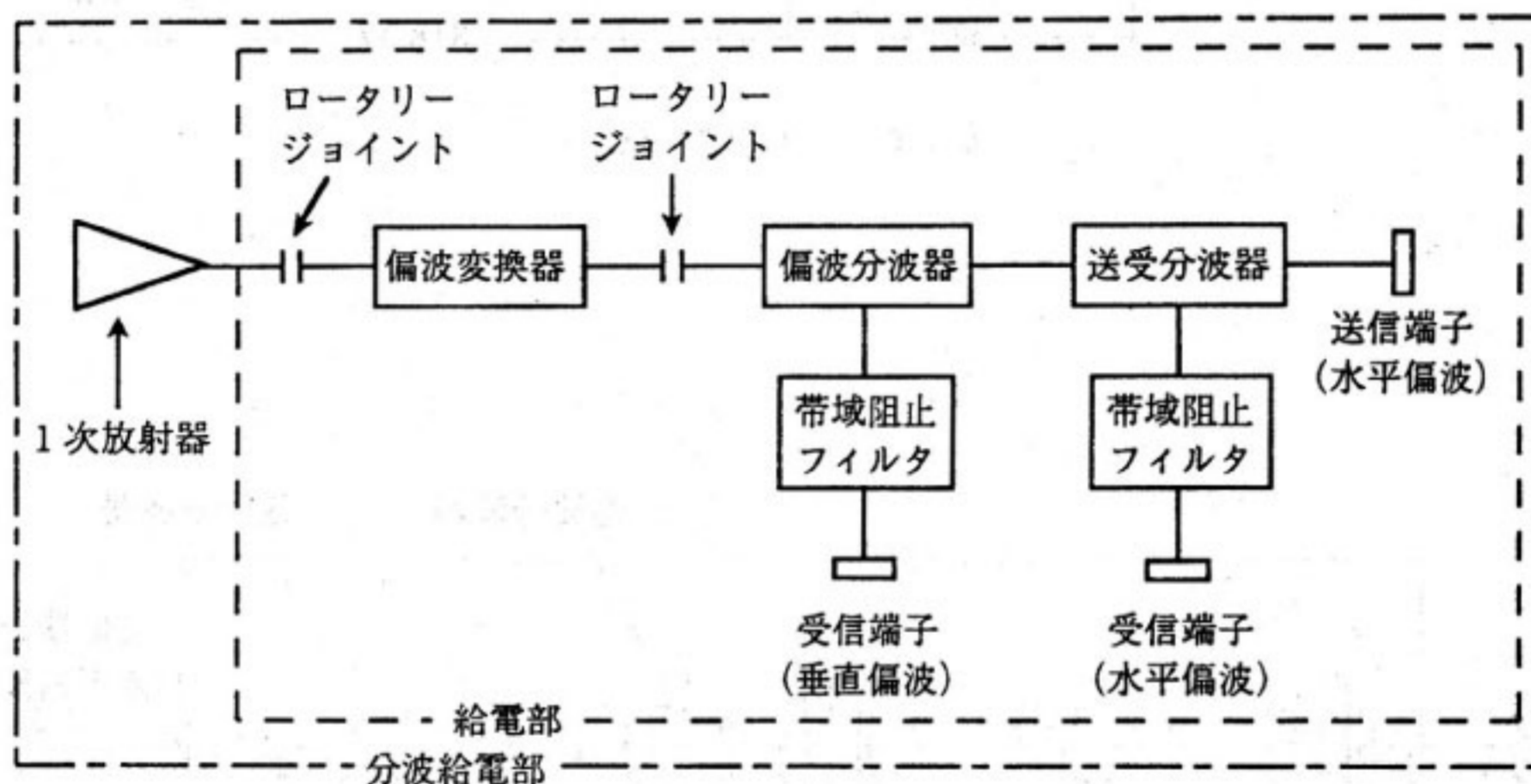
1 次放射器は、第 6 図に示すようにコルゲート円錐ホーン、反射鏡及び筒で構成され、分波給電部からの送信波をビーム軸近傍に収束させながら副反射鏡に効率よく伝送すると同時に主反射鏡及び副反射鏡で集められた衛星からの受信波を効率よく分波給電部に伝送するものである。コルゲート円錐ホーンは受信については 19.45 GHz から 20.26 GHz、送信については 29.74 GHz から 29.97 GHz の帯域において回転対称であることから、低サイドローブ特性を得ている。さらにビーム伝送系の伝送効率と空中線利得を高めサイドローブの低減を計る



第 3 図 アンテナ部の構成



第4図 主反射鏡の構成



第5図 分波給電部の構成

ように設計されている。また、コルゲート円錐ホーンの開口部には気密用のホーンカバーが装着されている。

第7図に給電部の外観図を示す。偏波変換器は、送受信信号の偏波面角度を変換するもので、ロータリージョイントによって偏波変換器を手動で回転させる構造になっている。

偏波分波器は、受信信号の水平偏波と垂直偏波を分波するものである。なお、垂直偏波の通る直交分岐側は無反射終端により終端している。

送受分波器は、30 GHz 帯電力増幅装置からの送信信号を能率よく1次放射器に送り、衛星からの受信信号を能率よく低雑音増幅装置に分波するものである。

帯域阻止フィルタは受信信号に対して通過特性を示し、

送信信号に対しては大きな反射特性を有している。このため送信電力の漏洩を防ぎ低雑音増幅装置の送信電力による破損、性能劣化を防ぐことができる。

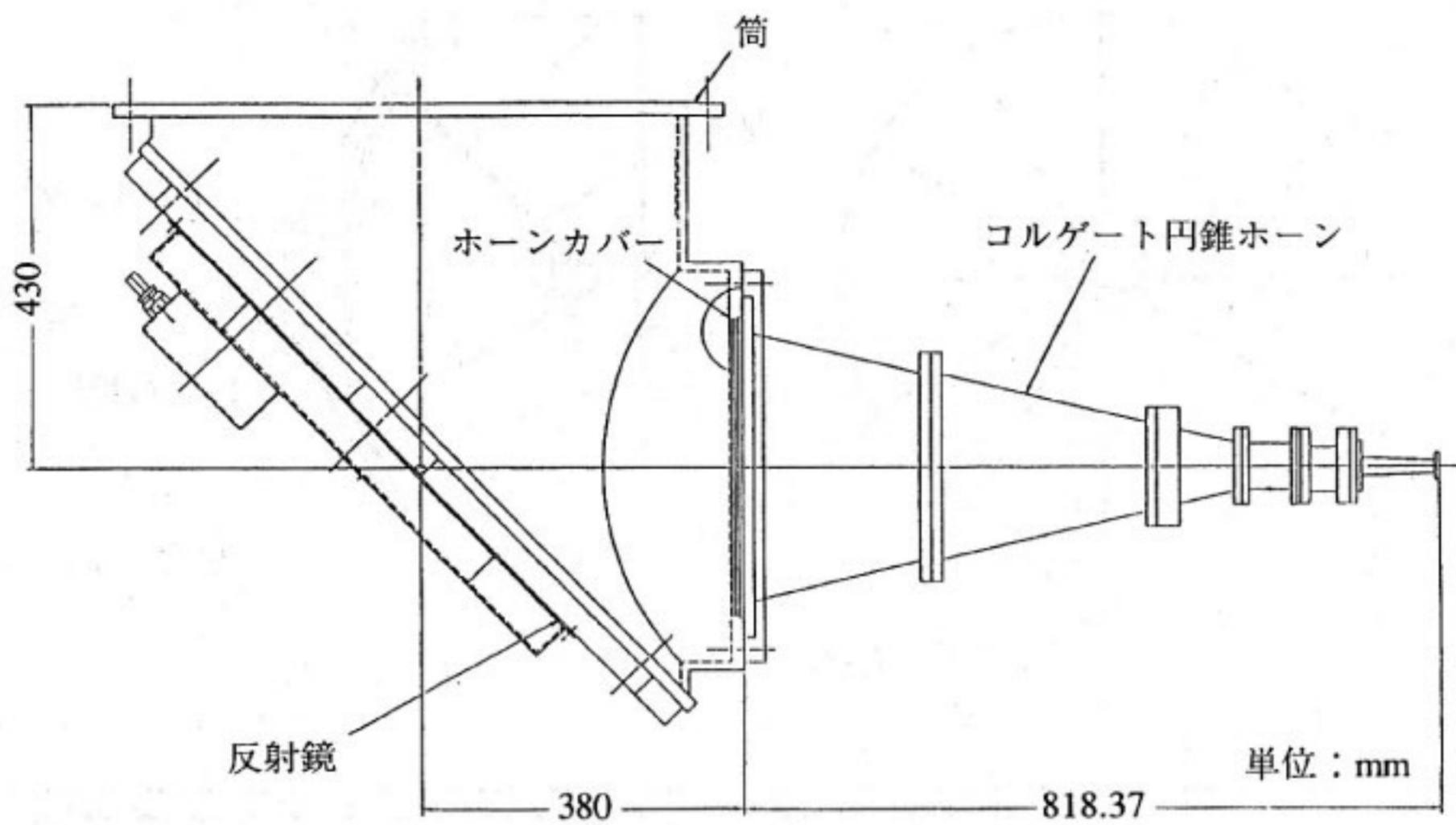
なお、特性の低損失化の経年変化を防止するために、導波管内面は銀メッキを施し乾燥空気充填装置により乾燥空気を充填している。

2.1.3 支持構造部

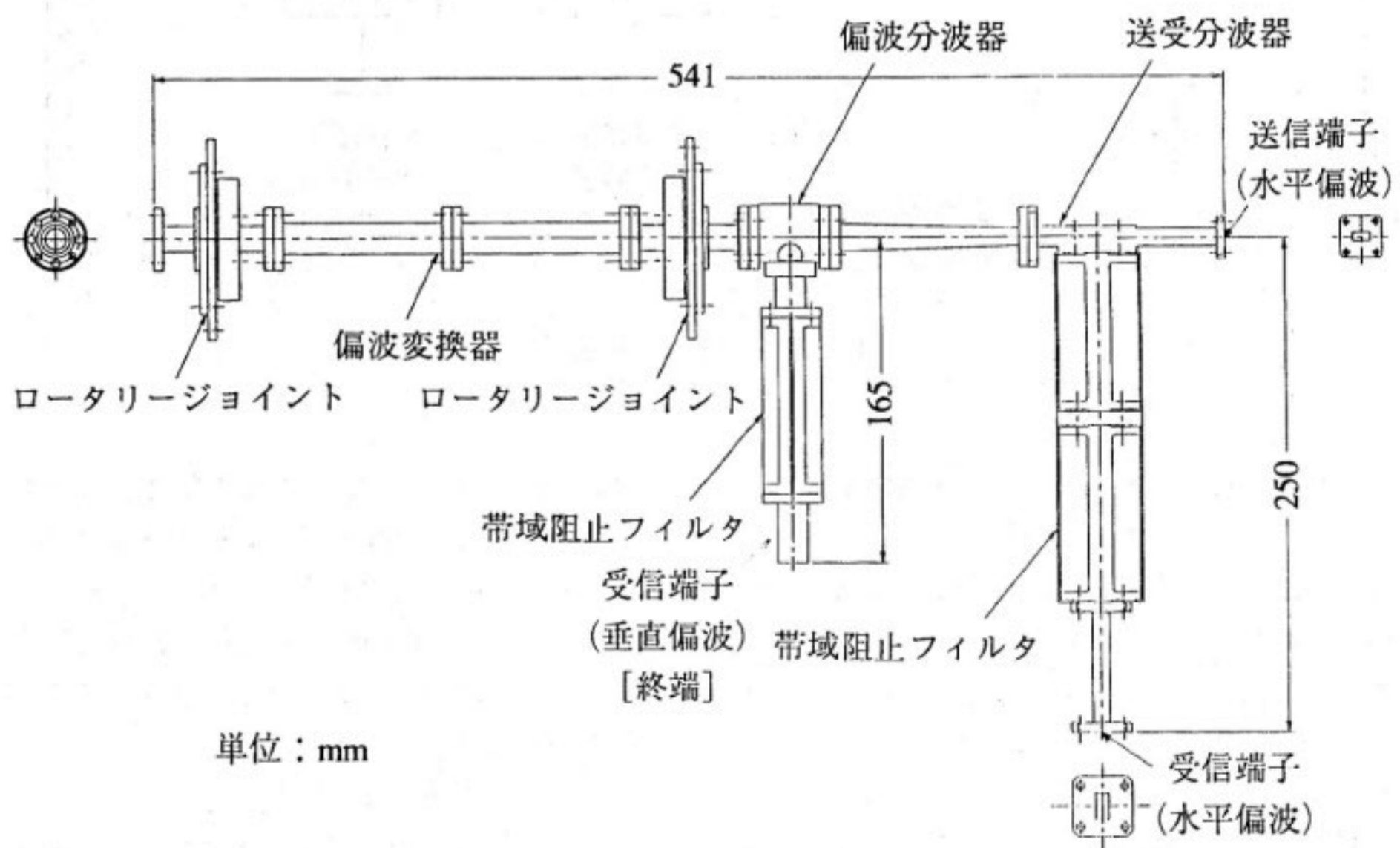
支持構造部は第8図に示すように、AZ 軸、EL 軸、フレームより構成され、反射鏡を支持し AZ 軸及び EL 軸まわりに規定角度回転できる構造になっている。

2.1.4 駆動機構部

駆動機構部は第8図に示すように、AZ 駆動機構部、EL 駆動機構部で構成される。AZ 駆動機構部、EL 駆



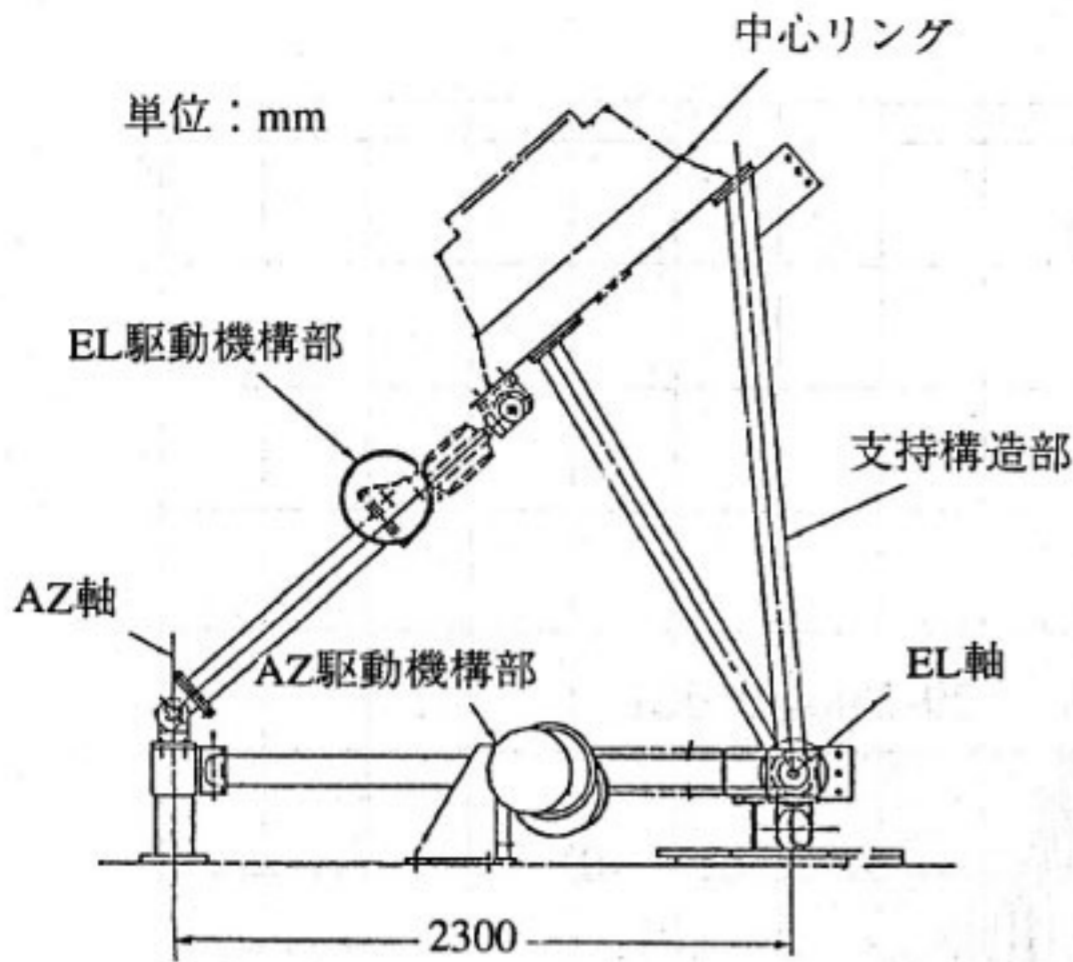
第6図 1次放射器の構成



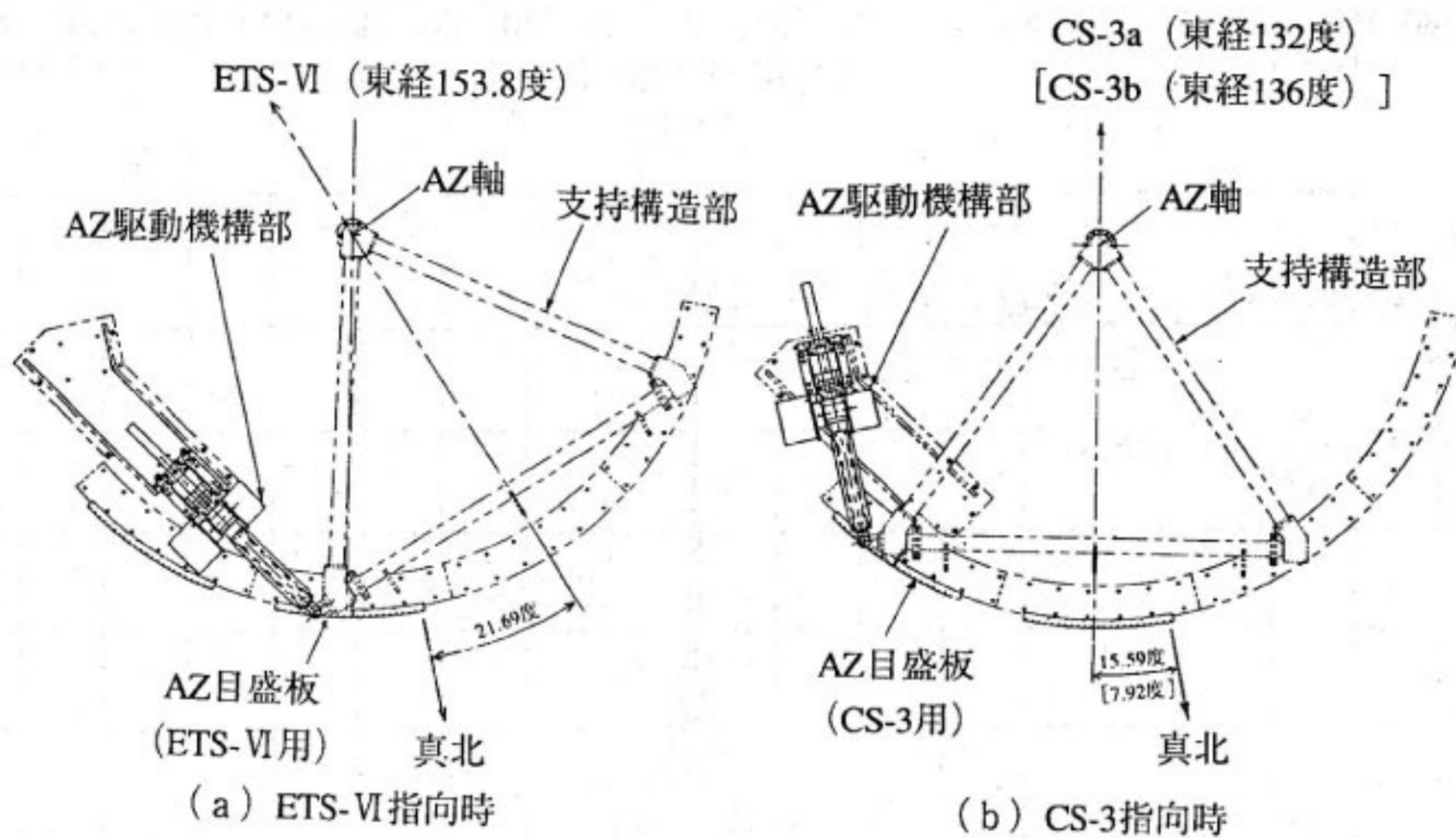
第7図 分波給電部の外観図

第1表 アンテナ部の機械的性能

項目	性能
アンテナ開口直径	5.0m
アンテナ形式	カセグレンアンテナ
マウント形式	AZ、EL
駆動範囲	仰角 47度±5度連続 方位角 初期設定角±10度連続
駆動速度	仰角 0.0073度/秒 方位角 0.0057度/秒
追尾精度	仰角、方位角共 0.02度r.m.s以下
鏡面精度	0.25mm r.m.s
運用可能風速	平均20m/秒 瞬間最大30m/秒
耐風速	瞬間最大60m/秒
経度	東経140度39分59秒
緯度	北緯35度57分11秒



第8図 支持構造部、駆動構造部の構成



第9図 AZ 軸取付位置

動機構部はそれぞれジャッキ、駆動電動機、角度検出機構、リミット機構より構成される。なお、AZ 及び EL 駆動装置にはそれぞれスクリージャッキ駆動方式を採用している。

2.1.5 接続導波管部

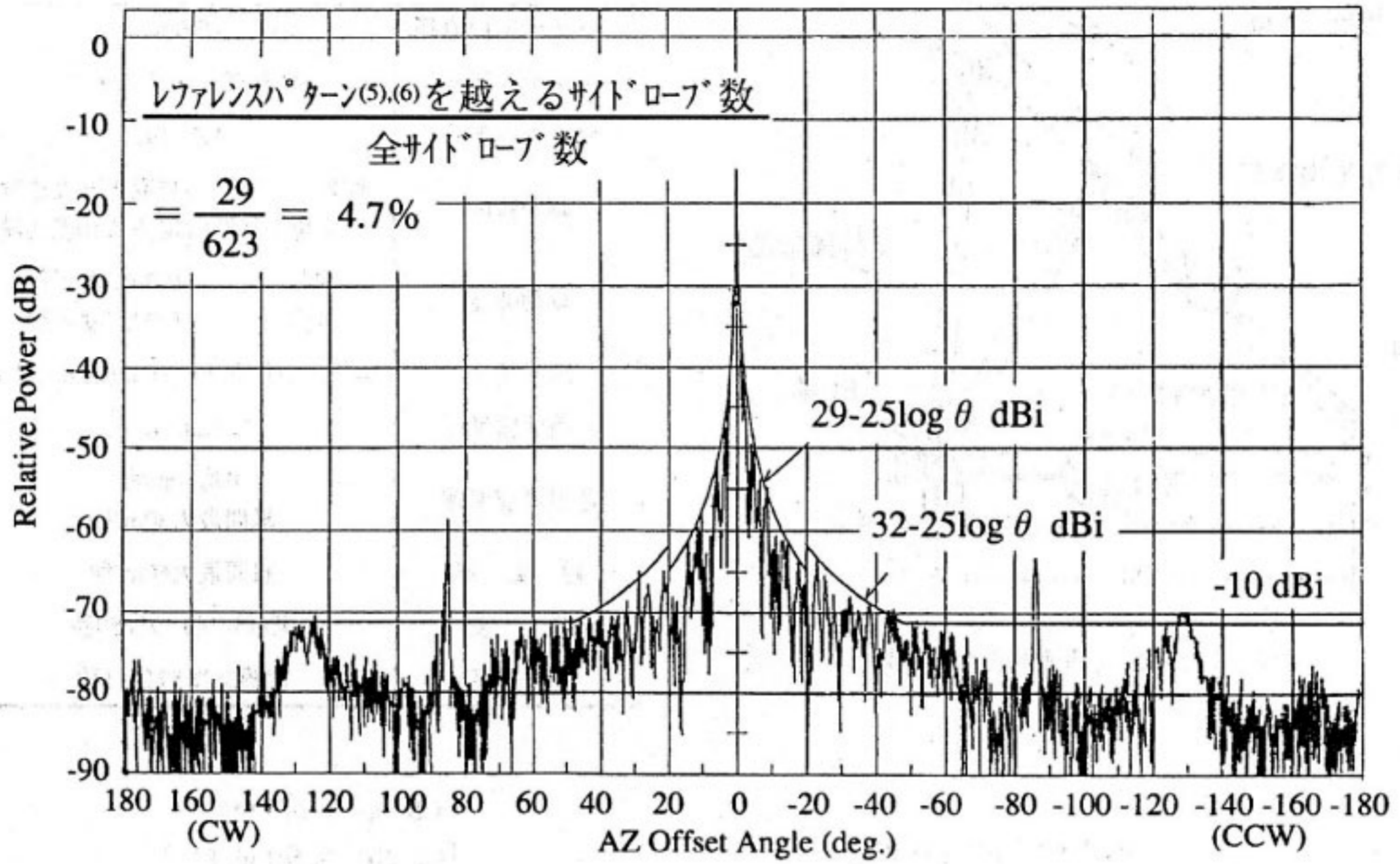
接続導波管部は、AZ 軸部及び EL 軸部のフレキシブル導波管、直管及びベンドなどの導波管で構成される。本接続導波管部は、30 GHz 帯電力増幅装置からの送受信信号を損失なく分波給電部に伝送し、かつ低雑音増幅

装置からの受信信号を損失なく受信周波数変換装置に伝送するものである。なお、分波給電部と同様に特性の低損失化と経年変化を防止するために、導波管内面は銀メッキを施し乾燥空気充填装置により乾燥空気を充填している。

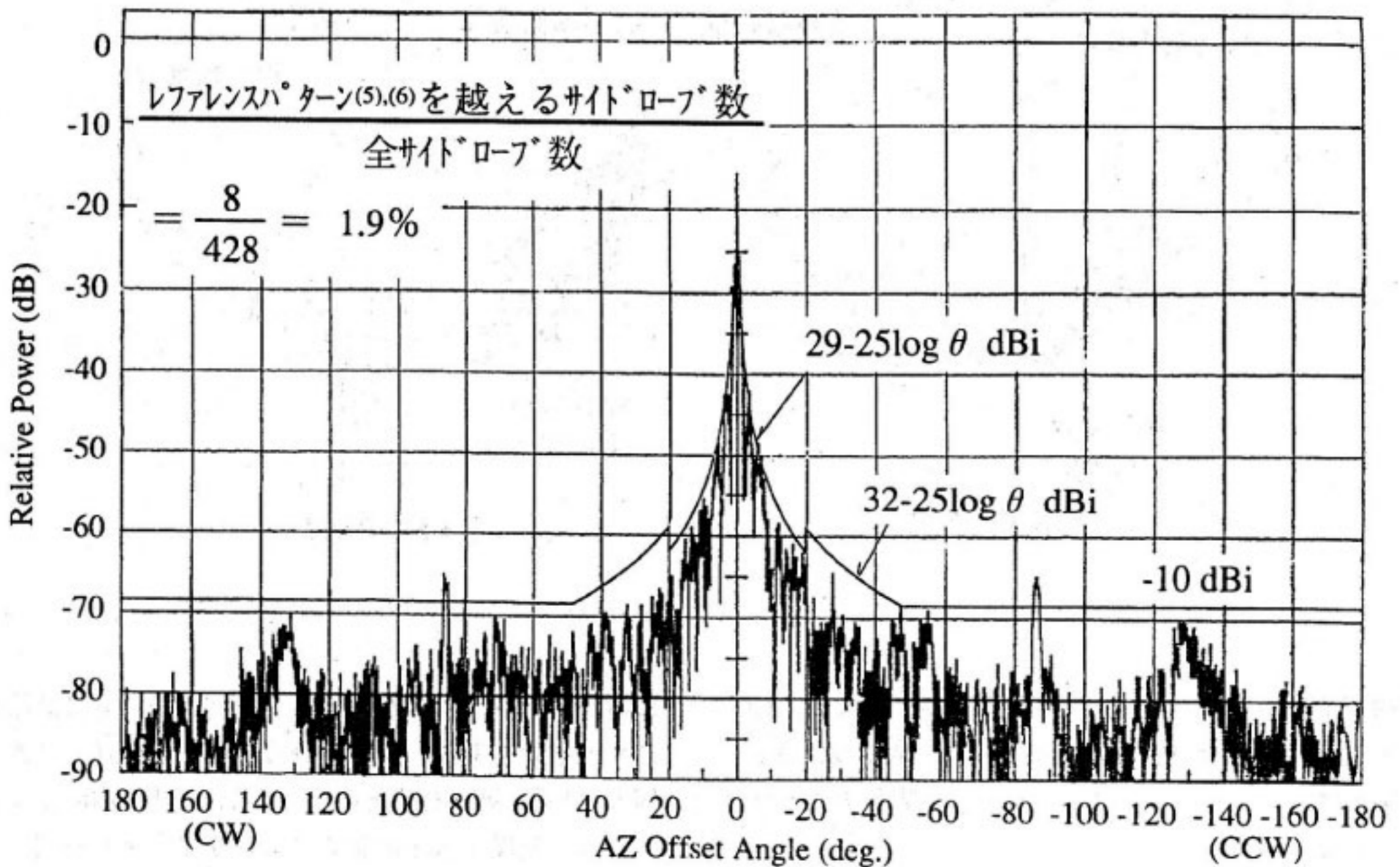
2.2 アンテナ部の性能

2.2.1 機械的性能

アンテナ部の機械的性能を第1表に示す。本アンテナ装置は、EL 軸回転（仰角）に対しては47度±5度、



(a) 送信



(b) 受信

第10図 サイドローブ特性

第2表 アンテナ部の電氣的性能

項目	性能	
	送信	受信
周波数帯域	29.74-29.97GHz	19.45-20.26GHz
偏波	水平偏波	水平偏波 垂直偏波ポート有
利得 (給電部損失含む)	61.7dBi	59.0dBi (水平偏波)
雑音温度	-----	51.6K(仰角45度)
V S W R	1.19	1.23
サイドローブ特性	95.3%以上	98.1%以上
直線偏波率	15.5dB	14.7dB
送受分離度	80dB以上	80dB以上

AZ 軸回転（方位角）に対しては初期設定角±10度の可動範囲を持っている。なお、AZ 軸回転には2ヶ所のジャッキ支点位置を有していて、取付位置変更（リポジショニング）により初期設定角度が2通り可能である。第9図にアンテナ上方から見たジャッキ支点位置とアンテナ指向方向を示す。これによりアンテナを ETS-VI 及び CS-3a/3b に指向する事ができる。

2.2.2 電氣的性能

アンテナ部の電氣的性能を第2表に示す。

利得は、鏡面精度、工場における給電部損失検査結果、タイプテストデータより算出したものである。

アンテナ雑音温度の測定は、常温雑音源を用いたYファクタ法により測定した。なお、測定値は給電部の受信端子（水平偏波）における値である。

VSWR の測定は、マジック T を用いた反射電力法により測定した。なお、測定値は給電部の送信端子及び受信端子（水平偏波）における値である。

サイドローブ特性は、第10図に示すように送信、受信共に良好な特性を有している。

直線偏波率は、鏡面精度、工場における給電部直線偏波率検査結果、一次放射器放射パターンデータより算出したものである。

送受分離度は、置換法により測定した。給電部の送信端子から入力された信号は受信端子（水平偏波、垂直偏波共）で80 dB 以上減衰される。

3. 乾燥空気充填装置部

3.1 乾燥空気充填装置部の構成

乾燥空気充填装置部は、アンテナ給電部に一定の圧力で乾燥空気を充填し、導波管内への湿気の侵入を防ぎ、

第3表 乾燥空気充填装置の性能

項目	性能	
充填流量	100cc/min以上 (30gf/cm ² の時)	
充填圧力	上限30+5 gf/cm ² 下限20 0 gf/cm ² 0 -5	
充填空気乾燥度	露点-35℃以下 (大気圧下)	
気密度	装置単体にて、上限圧力30gf/cm ² から下限圧20gf/cm ² までの降下時間は1時間以上	
電源	AC 100V, 50/60Hz 単相 (9201形) AC 200V, 50/60Hz 単相 (9202形)	
消費電力	30VA以下	
絶縁抵抗	2 MΩ以上 (DC 500V絶縁計) [地気回路を外す]	
耐電圧	AC 1500V 1分間 [地気回路を外す]	
警報	圧力上昇警報 受圧口圧力が60 0 gf/cm ² に上昇時警報端子が短絡 -5	
	圧力低下警報 受圧口圧力が10±3 gf/cm ² に低下時警報端子が短絡	
騒音	65(A)ホーン以下 (正面より1m離れた所に於いて)	
環境条件	周囲温度	-20~35℃
	相対湿度	0~100% (降雨時)
	地震加速度	水平1.0G

電波の伝送状態を良好に保つための装置である。

3.2 乾燥空気充填装置部の性能

乾燥空気充填装置部の性能を第3表に示す。

4. む す び

平成6年夏期にH-II ロケットにより打ち上げを予定している技術試験衛星VI型 (ETS-VI) を用いて行う様々な衛星通信実験計画の実施に向けて整備したKaバンド (30/20 GHz 帯) フィーダリンク地球局アンテナ装置のうちアンテナ部及び乾燥空気充填装置の構成とそれらの性能について報告した。

参 考 文 献

- (1) 木村繁, 若菜弘充, "ETS-VI 実験用地上局開発の概要", 通信総研季, 40, 2, pp.181-186, 1994.
- (2) 吉村直子, 田中健二, 山本伸二, 若菜弘充, "フィーダリンク地球局アンテナ追尾制御装置", 通信総研季, 40, 2, pp.195-201, 1994.
- (3) 高橋卓, 新垣吉也, 田中健二, 井家上哲史, "フィーダリンク地球局送信系", 通信総研季, 40, 2, pp.203-209, 1994.
- (4) 新垣吉也, 高橋卓, 吉村直子, 平良真一, "フィーダリンク地球局受信系", 通信総研季, 40, 2, pp.211-216, 1994.
- (5) "Reference earth-station radiation pattern for use in coordination and interference

assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz", CCIR, Rec. 465.

(6) "Radiation diagrams for use as design

objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites", CCIR, Rec. 580.

