

研究

4.3.2 高度衛星放送実験 搭載アンテナ系

井口 政昭*¹ 都竹 愛一郎*¹ 吉本 繁壽*²福地 一*³ 大橋 一*⁴

(1996年11月14日受理)

4.3.2 THE ON-BOARD ANTENNA SYSTEM FOR THE ADVANCED SATELLITE BROADCASTING EXPERIMENTS

By

Masa-aki IGUCHI, Aiithiro TSUZUKU, Shigetoshi YOSHIMOTO,
Hajime FUKUCHI, and Hajime OHHASHI

This paper describes the configuration and special features of the antenna system of the on-board equipment for the advanced satellite broadcasting experiment (SBE) using COMETS. The antenna is a multi-beam offset cassegrain type that has two beams and uses a 2.3m aperture main reflector. The two beams respectively irradiate the Kanto-Koshinetsu region and the Kyushu region. The down-links of the two beams use the same frequency, with isolation of more than 35dB. The stability of the beam orientation is maintained by drive control of the sub-reflector according to the error signal of a pilot signal received from the ground by an RF sensor.

[キーワード] 高度衛星放送, 地域別放送, 通信放送技術衛星, 21GHz帯, 搭載機器, マルチビームアンテナ, COMETS, Satellite broadcasting, On-board equipment, Multi-beam antenna, Region-specific broadcasting, 21GHz frequency-band.

1. はじめに

高度衛星放送用搭載機器 (Satellite Broadcasting Equipment: SBE)⁽¹⁾⁽²⁾ は, HDTV (High Definition Television), ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting), 地域別放送などの次世代高度衛星放送サービスのための研究を目的とした, 宇宙開発事業団と当所の共同開発の実験用の COMETS 衛星搭載機器である。SBE は, アンテナ系及びスルーリピーターの中継器系⁽³⁾から構成される。本論文は, そのSBEのアンテナ系の構成, 特性について述べる。

2. 高度衛星放送サービスと搭載アンテナ

高度衛星放送サービスを行う次世代の高度衛星放送システムでは, より広い帯域が利用可能な 21GHz 帯を利用する。21GHz 帯の利用は, 同じ太さのビームを作る場合, 12GHz 帯に比べて物理的に小さな開口径アンテナにより実現可能という利点があり, 狭い地域を対象とした地域別衛星放送での利用が適している。さらに, この地域別衛星放送は, 狭い地域に効率良く電力を集中させることになり, 21GHz 帯が周波数が高いために降雨減衰や大気吸収損失が 12GHz 帯に比べて大きいという欠点を補うことにつながる。

高度衛星放送システムにおいては, 離島を除く日本本土を6つのマルチビームでカバーすることを想定する。そのビーム構成案を第1図に示す⁽⁴⁾。離れたビームで同

*¹ 総合通信部 放送技術研究室*² 総合通信部 通信系研究室*³ 企画部 企画課*⁴ 宇宙開発事業団

一の周波数を使用し、周波数の共用による周波数の有効利用を図る。

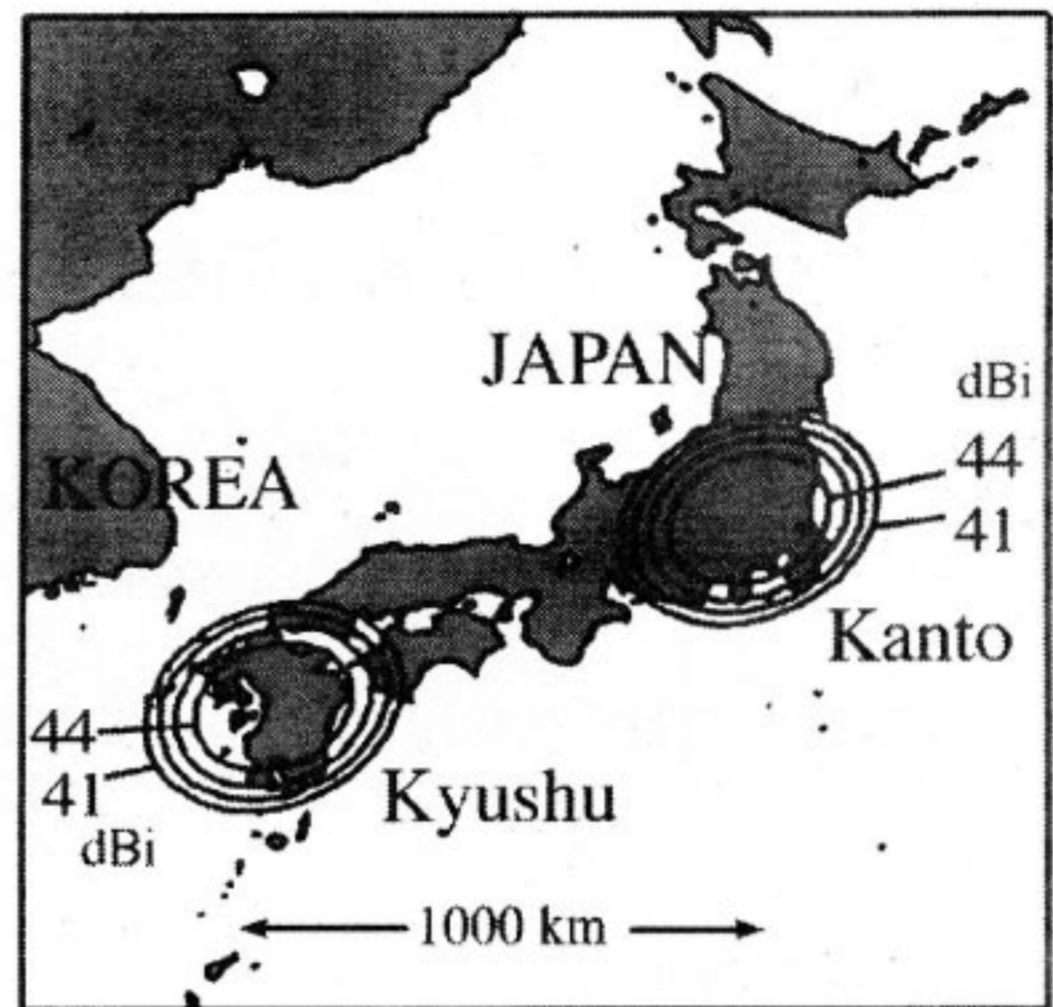
SBEのアンテナ系は、高度衛星放送システムで想定している6つのビームの内、2つのビームを有するマルチビームアンテナである。

下り回線(地上での受信)の周波数は20.7GHzを使用する。ここで、21GHz帯の利用については、1992年2月のWAR C-92において、第1, 3地域に21.4~22GHzが広帯域HDTV (High Definition Television) 衛星放送用周波数として国際的に割り当てられている。しかし、このWARC'92における国際的に割り当て以前に、20.7GHzを使用した21GHz帯衛星放送ミッション計画が先行したためである。21GHz帯衛星放送ミッション計画は、1987年からの次世代の衛星放送技術および移動体衛星通信技術の開発を目指す「放送および通信の複合型技術衛星(BCTS: Broadcasting and Communications Technology Satellite)」計画において検討が開始された。COMETS高度衛星放送ミッションは、このBCTS計画における21GHz帯衛星放送ミッションの開発成果を引き継いでいる。

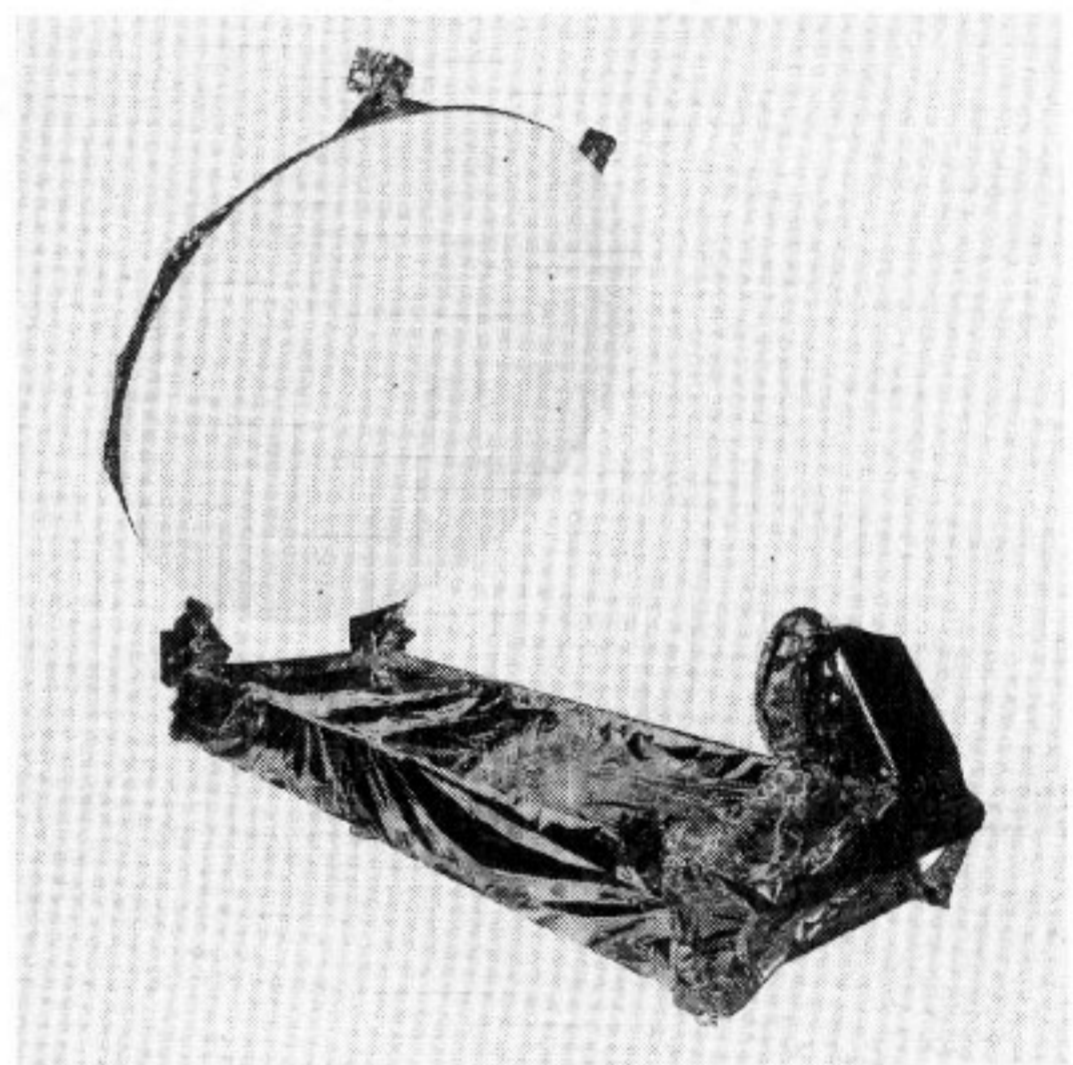
第2図にSBEの各ビームのサービスエリアを示す。アンテナビームは、第1図に示す6つのビームの内、#1と#4の2つのビームに対応している。

3. アンテナ系構成とビーム形成

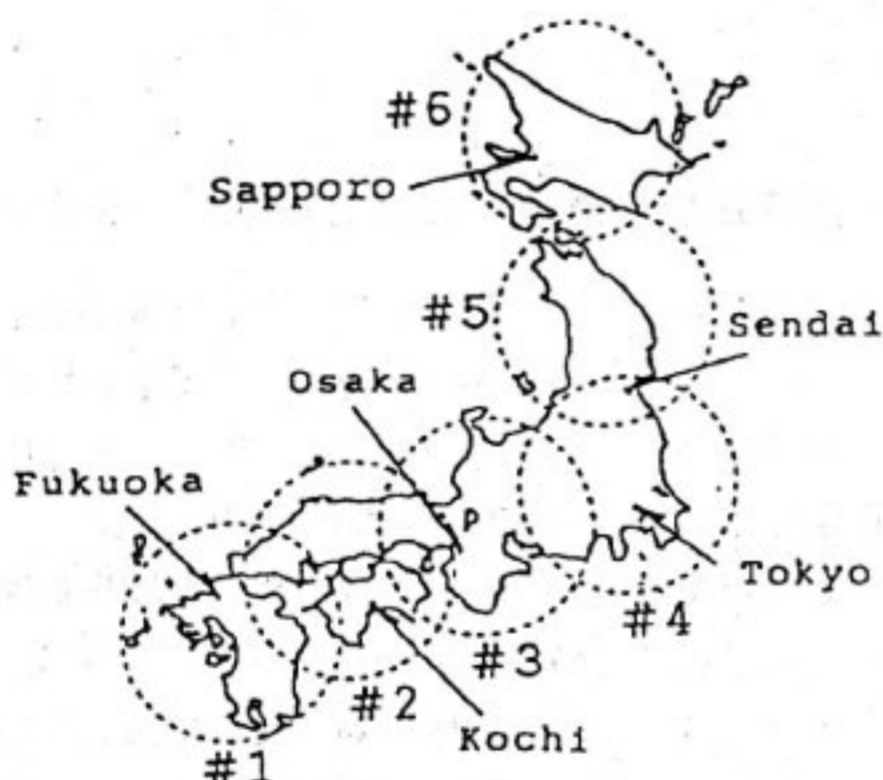
アンテナ系(PFM)の概観を第3図に、主要諸元を第1表に示す。アンテナは、1つの主反射鏡(口径2.3m)によるマルチビームのオフセット・カセグレン・ア



第2図 SBEのサービスエリア



第3図 アンテナ系(PFM)の概観



Beam	Name	Frequency
#1	Kyushu Beam	F1
#2	Chugoku Shikoku Beam	F2
#3	Kinki Beam	F3
#4	Kanto Koshinetsu Beam	F1
#5	Tohoku Beam	F2
#6	Hokkaido Beam	F3

第1図 高度衛星放送システムマルチビーム構成案

第1表 アンテナ系(PFM)の主要諸元

送信周波数	20.55 - 20.85 GHz
受信周波数	27.24 - 27.36 GHz 27.74 - 27.86 GHz
RFセンサー周波数	28.6 GHz ± 50 MHz
開口径	2.3 m
利得	44 dBi以上 (アップリンク、ダウンリンクとも)
ビーム間干渉量	35 dB以下
偏波	右旋円偏波 (アップリンク、ダウンリンクとも)
ビーム数	2
周波数再利用	2倍
フィード系損失	2 dB以下
指向精度	0.015 度
衛星位置	東経121度

ンテナである。主反射鏡は、打ち上げ時は給電部及び副反射鏡が設置される衛星タワー部に向き合う形で収納・ロックされており、軌道上でアンロックし、所定の形状に展開される。

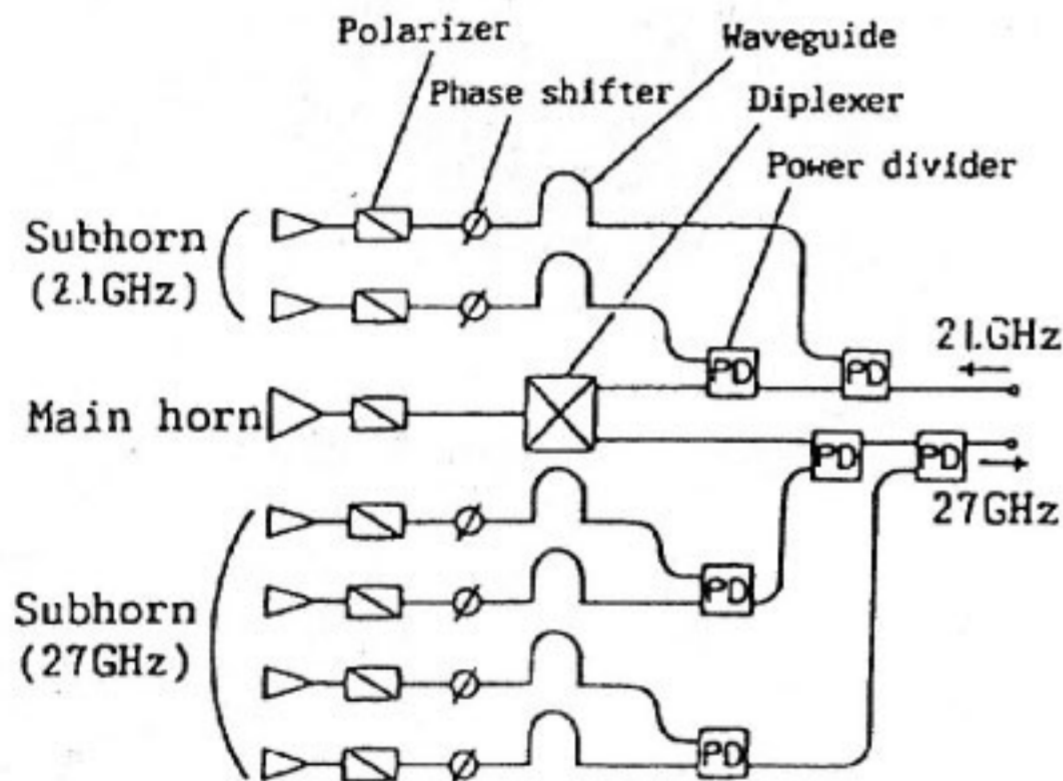
第4図に2つのビームを発生させるビーム形成回路(給電部)のブロック図を、第5図にその概観を示す。

第4図のT1, T2で示す副ホーン群は、下り回線用であり、上り回線用は有しない。この副ホーン群の使用により同一周波数を使用する下り回線の2つのビーム間の35dB以上のアイソレーションを達成している。このアイソレーションの仕様は、高度衛星放送システムの当初の計画において、変調方式としてFM変調も想定していたことによる。デジタル変調方式ではより低いアイソレーションでも許容できる。

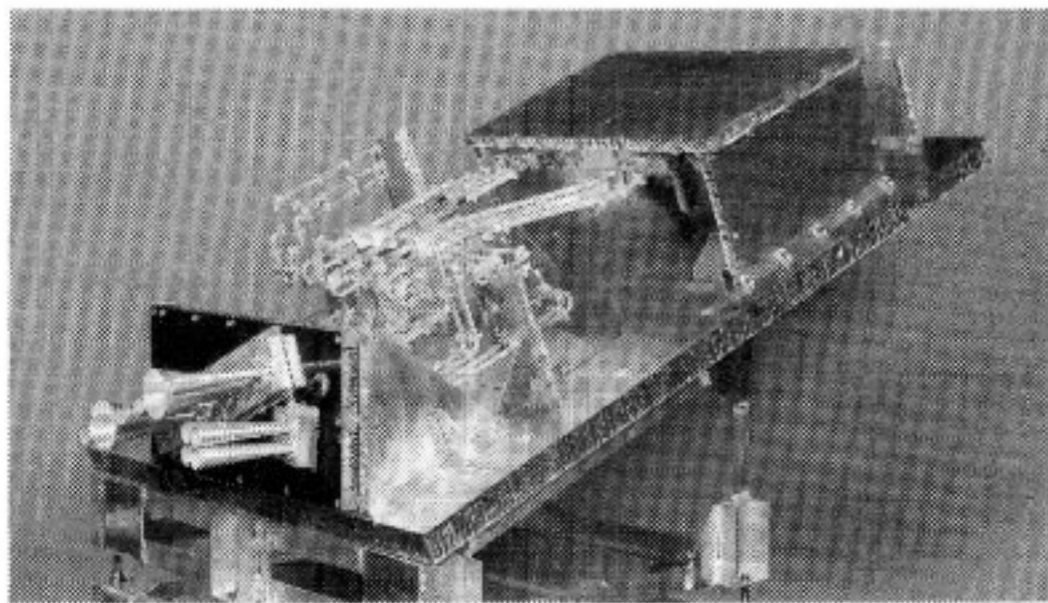
第6図から第9図に各ビームの利得パターンを示す。各図では各ビームの最大利得を附記し、パターンはその最大利得からの相対値で示す。

4. 指向方向の制御

軌道上の衛星の姿勢は、太陽光の輻射圧の中心と衛星重力中心の相違を原因として日周変動する。また、この



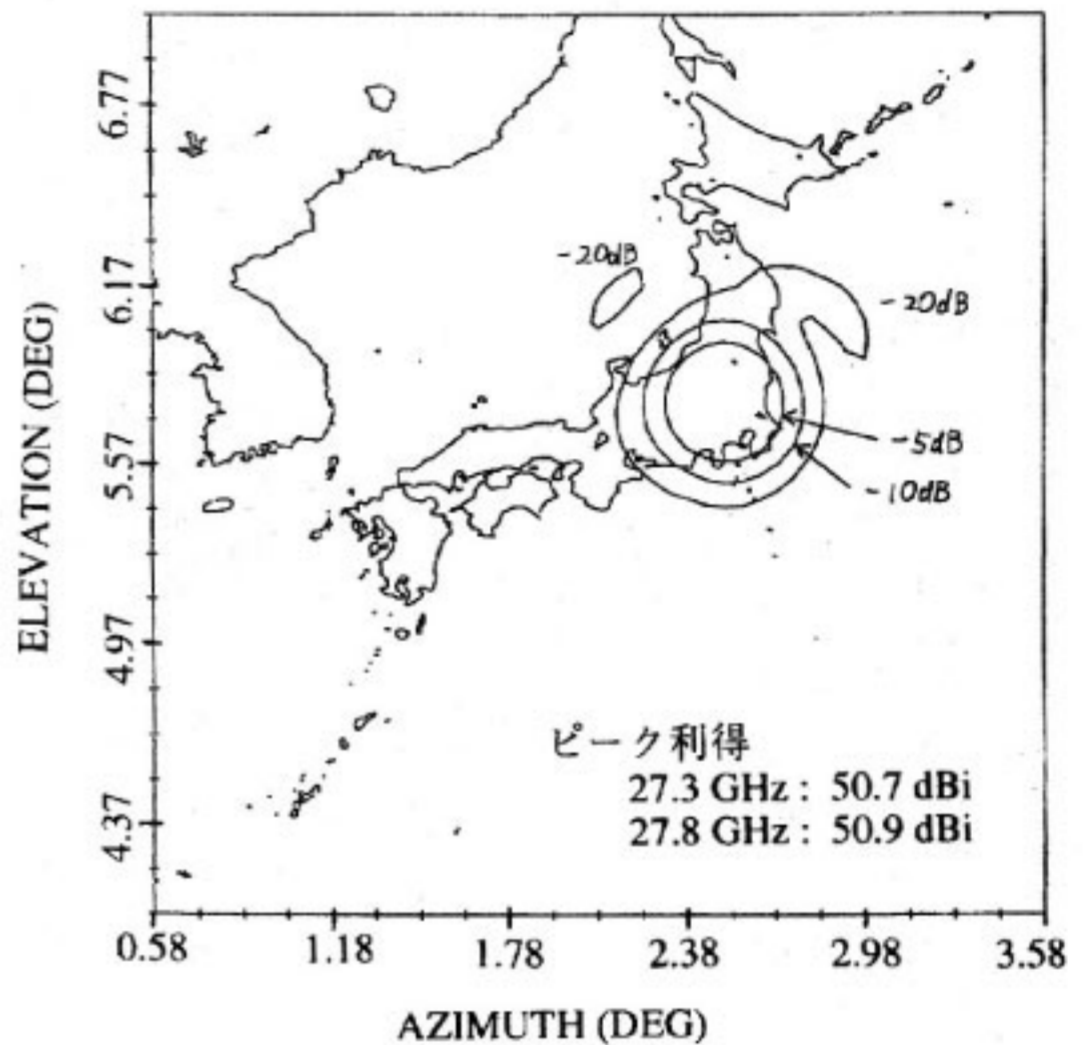
第4図 ビーム形成回路(給電部)のブロック図



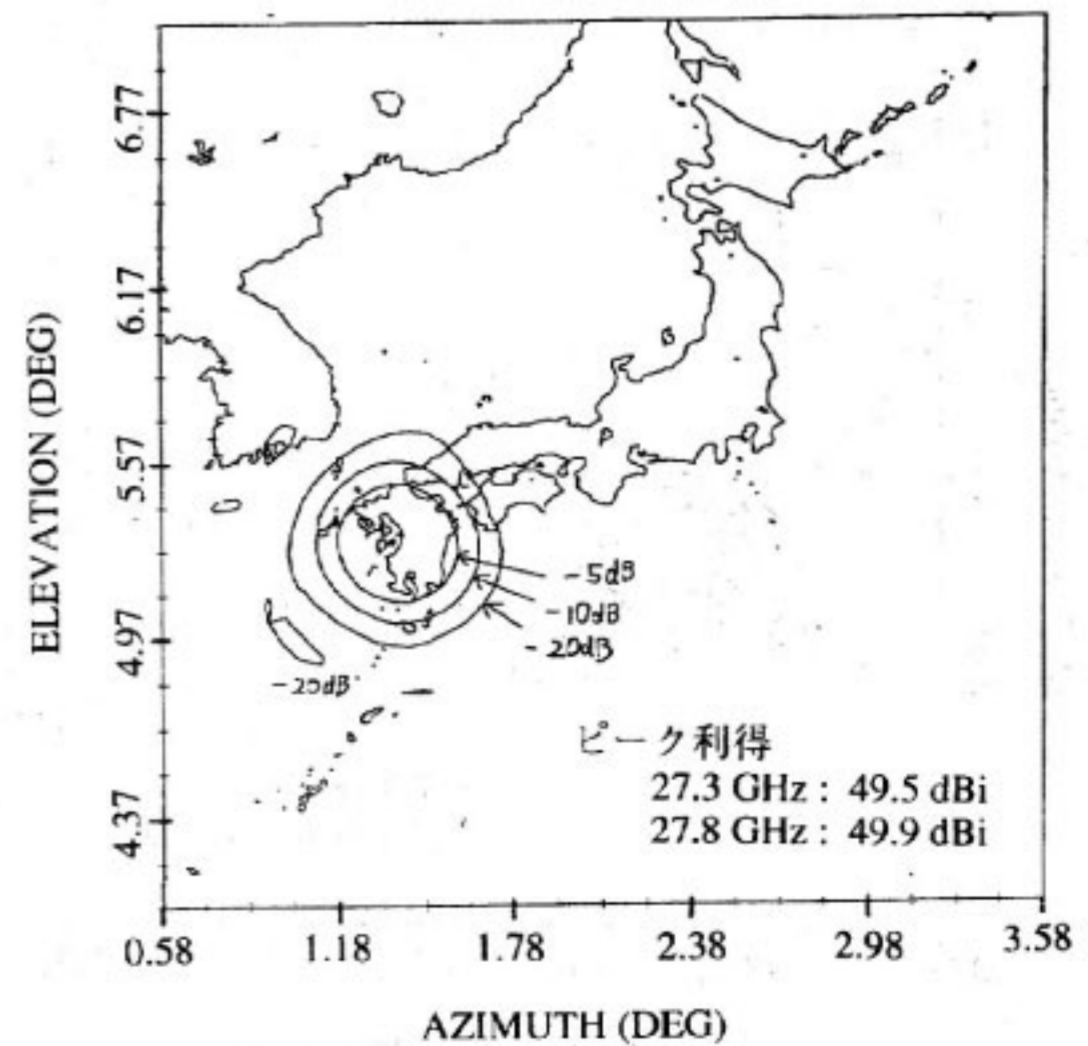
第5図 ビーム形成回路(給電部)の概観

C4321

姿勢変動を補正する制御及び軌道制御動作(マヌーバ)時にも姿勢が短周期変動する。その結果、アンテナの台座が変動することになり、そのままでは衛星に搭載されるアンテナのビーム指向方向が変動する。第1図に示すような狭いビームのアンテナの場合、その指向方向の変動によるアンテナ利得の変動量は、衛星回線システムとして許容される量に比較してはるかに大きい。したがって、アンテナのビーム指向方向の安定化が必要となる。そこで、SBEアンテナは、地上からのパイロット信号をRFセンサーで受信し、その誤差信号により副反射



第6図 マルチビームの利得パターン(上り回線、関東甲信越ビーム)



第7図 マルチビームの利得パターン(上り回線、九州ビーム)

鏡を・駆動制御することでビーム指向方向を安定化させる自動追尾方式を採用している。

アンテナ追尾装置の概観を第10図に、主要諸元を以下に示す。

駆動範囲：±2.0度/X軸
±2.5度/Y軸

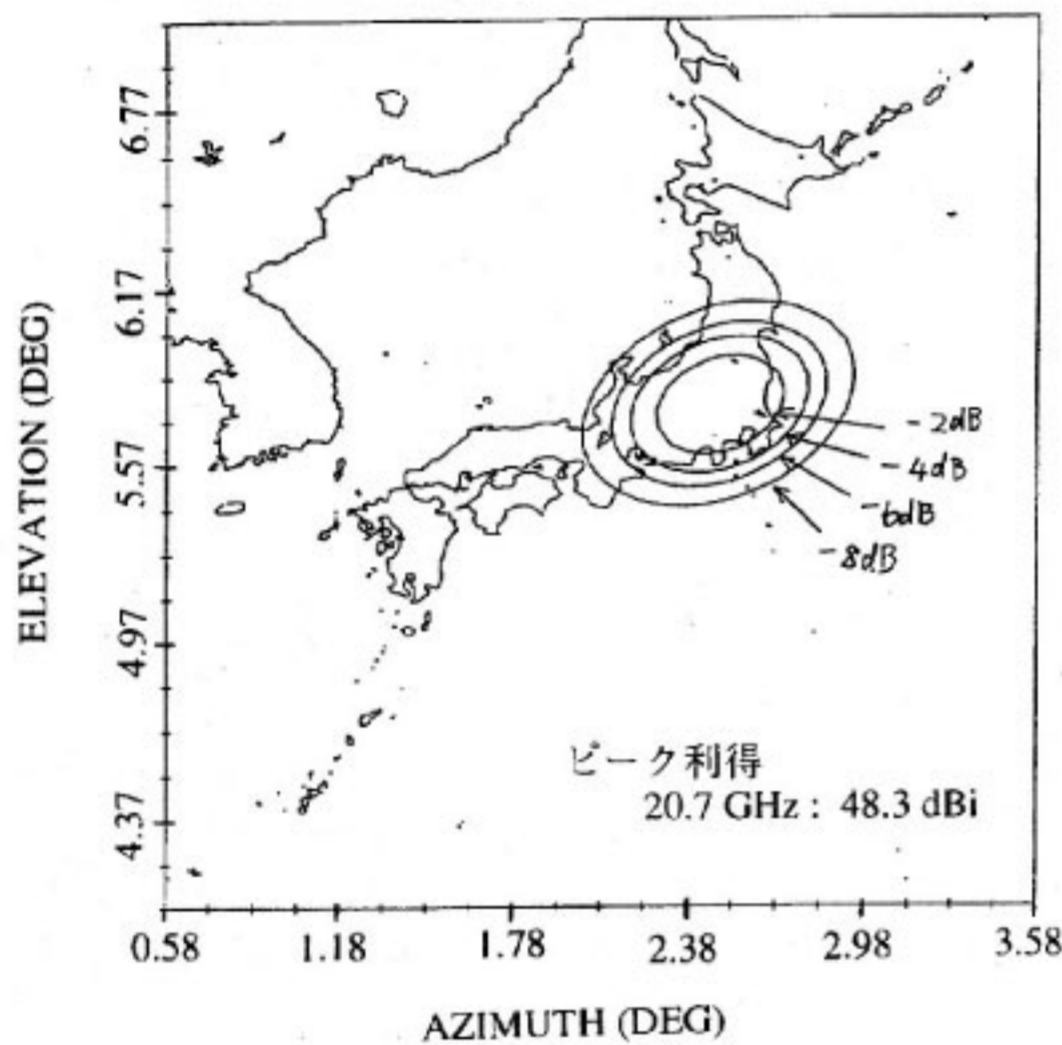
角度センサー分解能：0.00023度

副反射鏡は、ムービング・コイルによりX軸とY軸方向に駆動される。第10図に見られるワイヤはアンチロック機構である。打ち上げ時は副反射鏡をスチール・

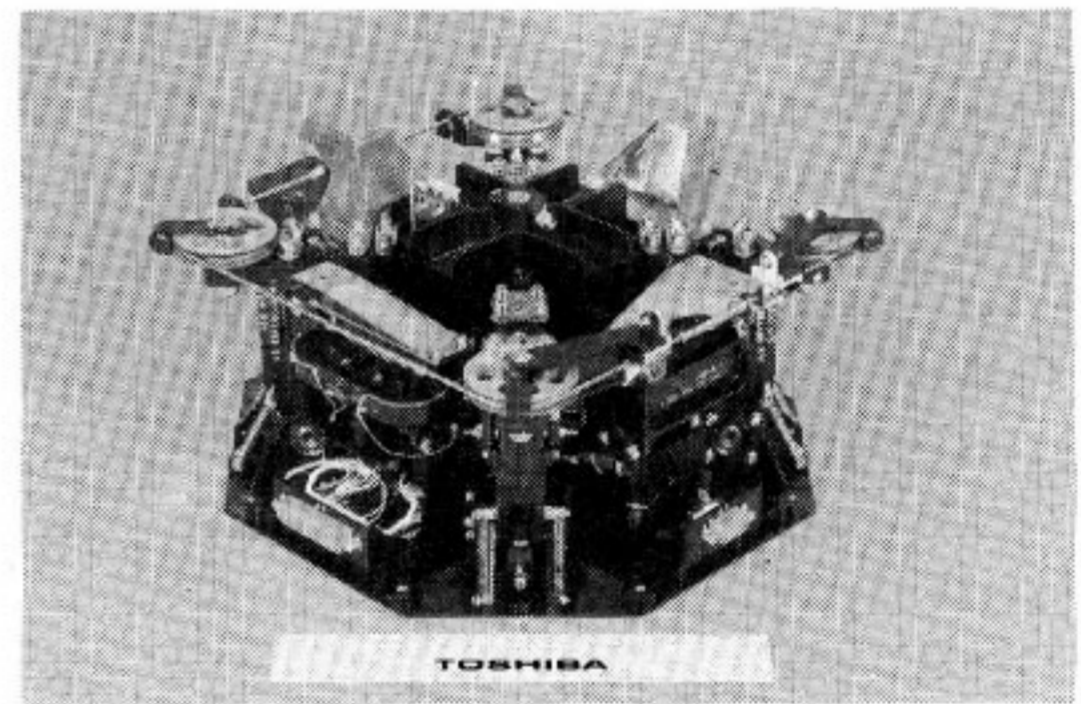
ワイヤで固定し、軌道上でこのワイヤを切断すると動作可能となる。コマンドにより、自動追尾システムをOFFすることも可能である。実験時には自動追尾システムをONとすることが必要であり、地上からのパイロット信号は不可欠である。この自動追尾システムの稼働中のビーム指向精度は、0.015度である。

地上からのパイロット信号を受信するRFセンサーの指向方向は、関東・甲信越と九州の二つのビーム方向とは、はずれた方向に設定している。RFセンサーの和信号のビームパターンを第11図に、和信号及び差信号のカットパターン（1次元）を第12図に示す。ビームの中心は、宇宙開発事業団沖縄追跡管制所（沖縄県）を想定している。

また、ビーム指向方向は、コマンドにより、自動追尾中でもX軸方向（ビーム方向は主に東西方向）、Y軸方向（ビーム方向は主に南北方向）にオフセットをかける

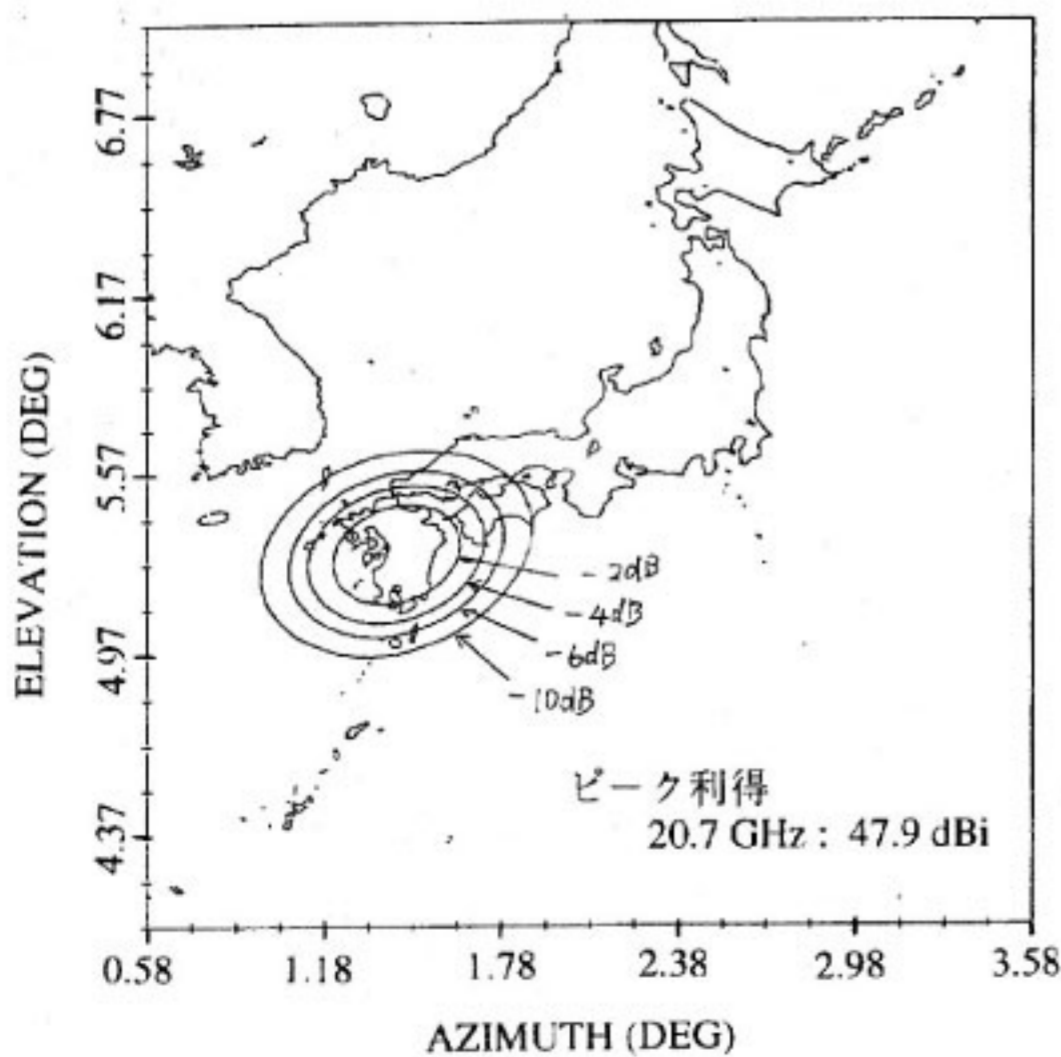


第8図 マルチビームの利得パターン
(下り回線, 関東甲信越ビーム)

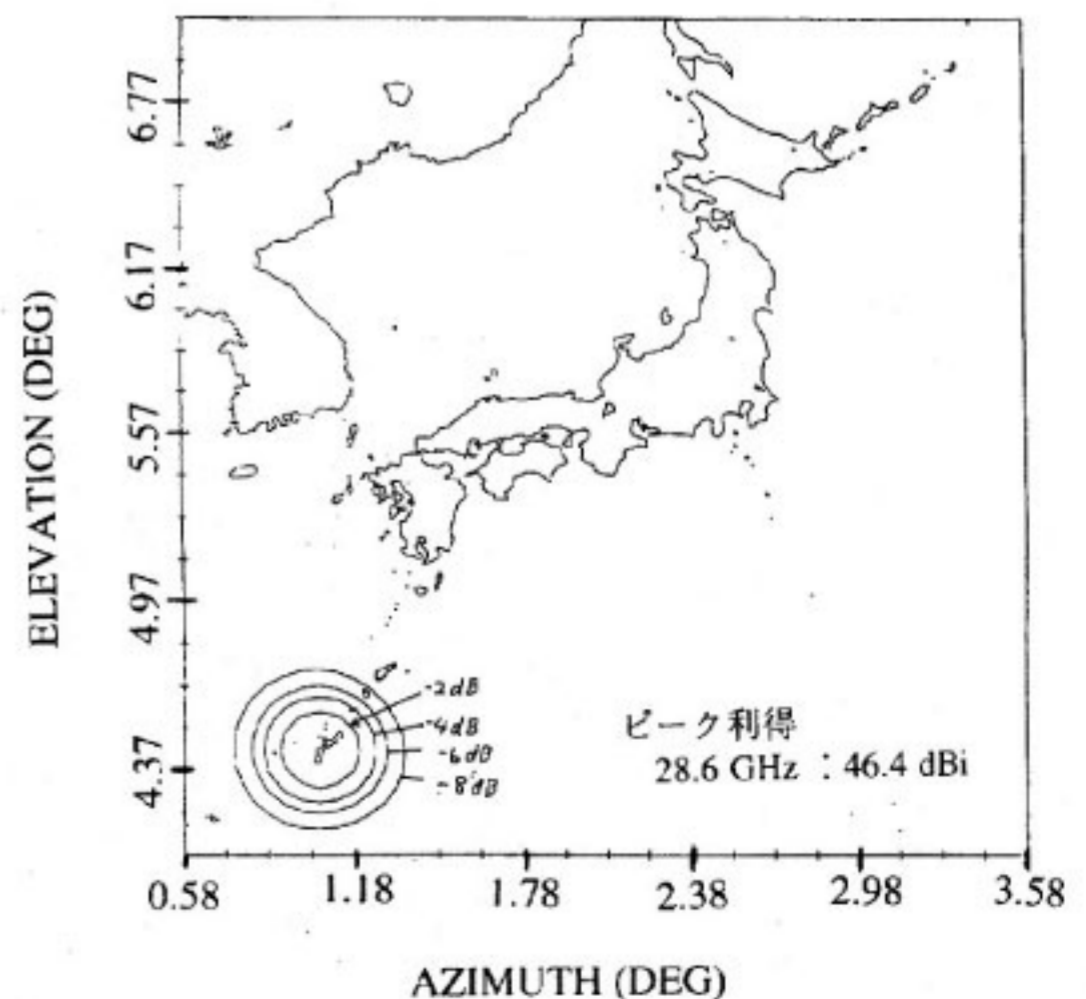


第10図 アンテナ追尾装置の概観

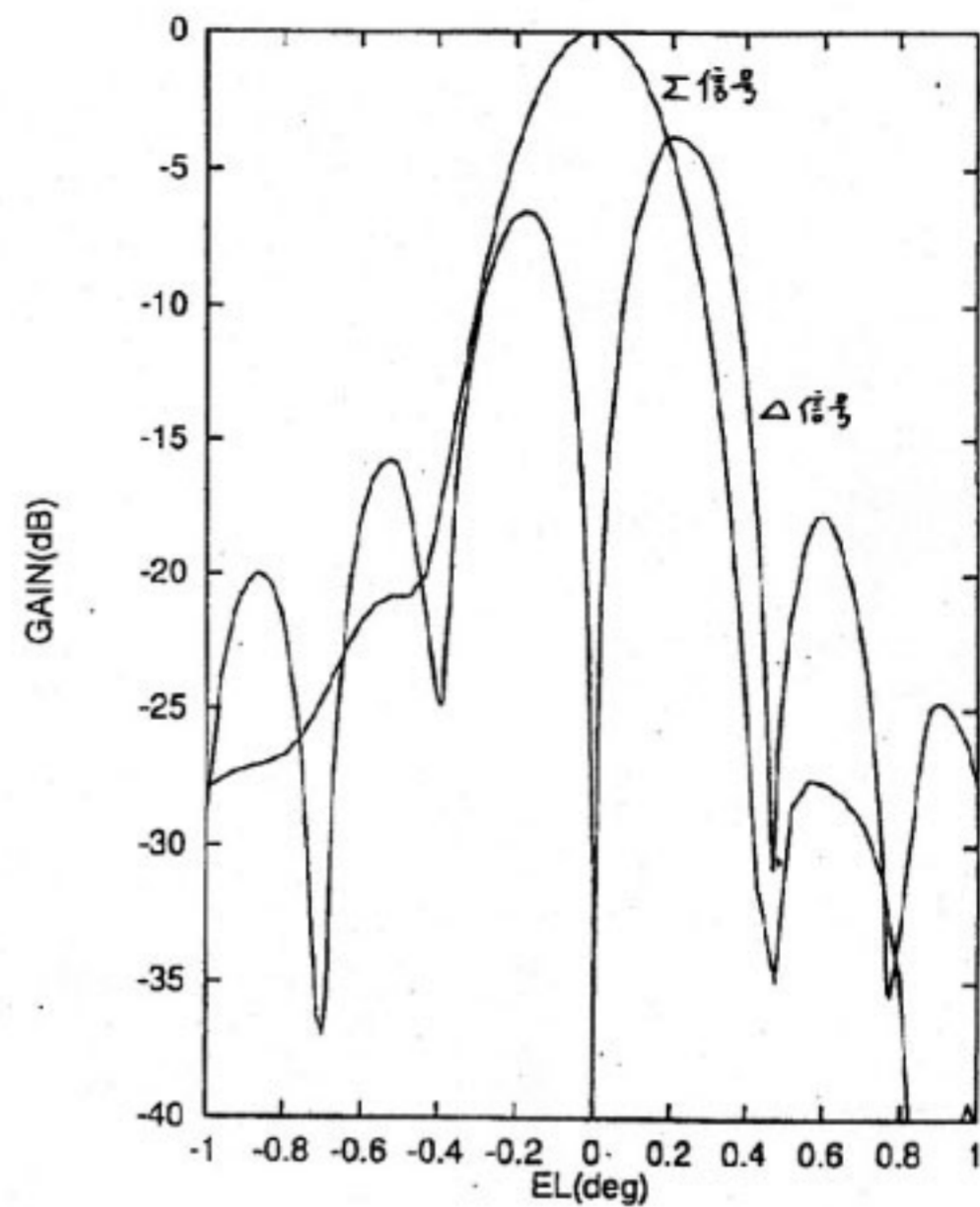
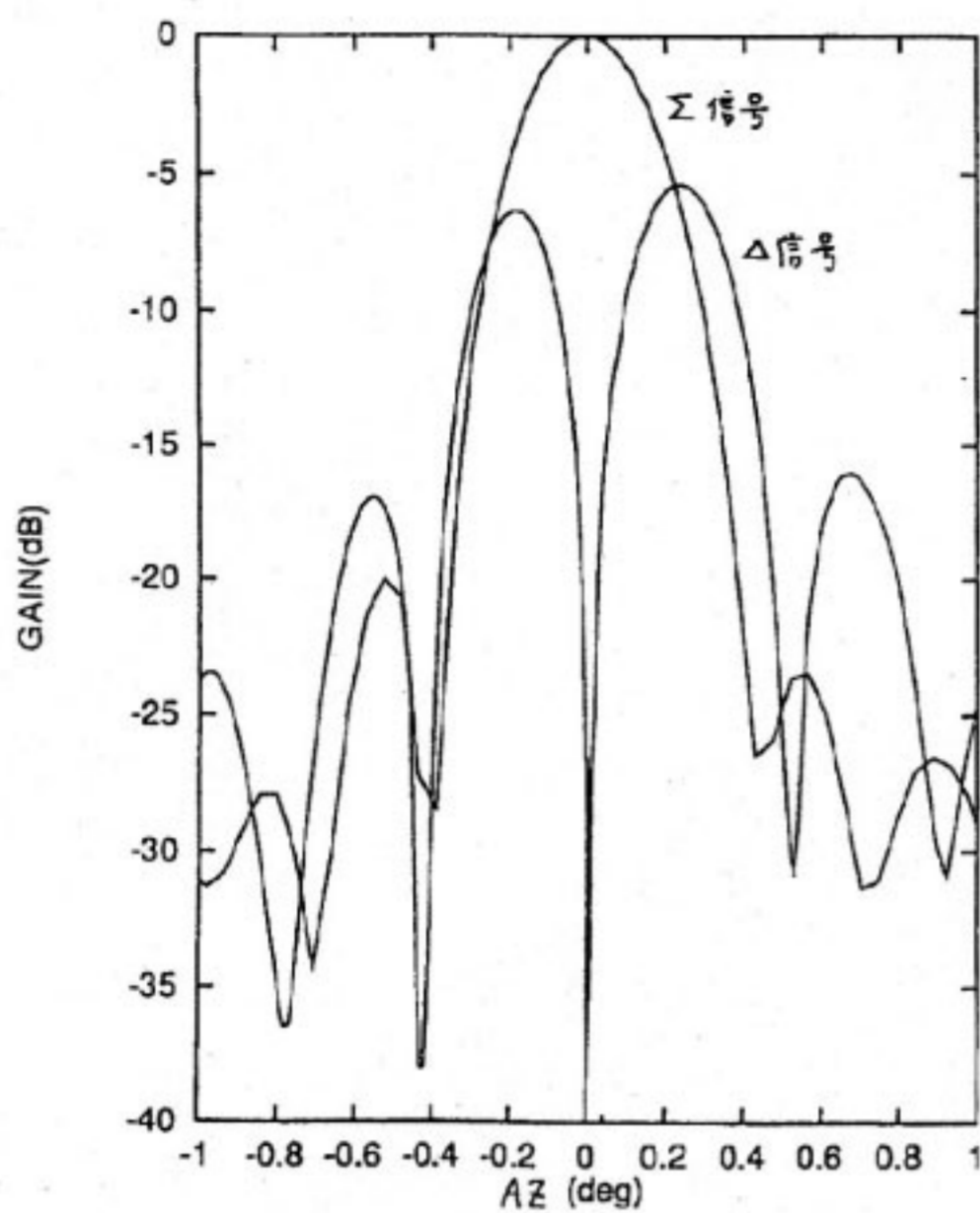
C4601



第9図 マルチビームの利得パターン
(下り回線, 九州ビーム)



第11図 RFセンサーの和信号のビームパターン



第12図 RFセンサーの和及び差信号のカットパターン

ことが可能である。このオフセットにより二つのビームは同時に指向方向を変える。そのオフセット可変範囲は、 ± 0.2 度である。

5. むすび

平成9年夏期に打ち上げ予定の通信放送技術衛星 (COMETS) に搭載される高度衛星放送用搭載機器のアンテナ系について、その構成及び特性の報告をおこなった。衛星打ち上げ後は、ビームパターン及びビーム間アイソレーションの測定、自動追尾システムの性能評価等を行い、21GHz帯衛星放送用搭載アンテナの技術を確立する予定である。

謝 辞

放送および通信の複合型技術衛星 (BCTS) から COMETS に至るまで計画、開発、調整に携わって来られた郵政省、科学技術庁、通信総合研究所、宇宙開発事業団、また開発を担当して戴いた日本電気(株)、(株)東芝の関係各位に感謝します。

参 考 文 献

- (1) 井口政昭, 他 “4.3.1 高度衛星放送実験 搭載機器の概要”, 通信総研季, 43, 1, pp.71-76, Mar. 1997.
- (2) 亀田, 他 “COMETS 21GHz帯衛星放送機器のEM開発”, 信学技報 SANE95-11, pp.29-36, May 1995.
- (3) 井口政昭, 他 “4.3.3 高度衛星放送実験 搭載中継器系”, 通信総研季, 43, 1, pp.83-88, Mar. 1997.
- (4) 吉本, 他 “22GHz帯地域別衛星放送システムの検討” 電子通信学会論文誌 vol.J69-B, No11, pp.1258-1266, 1986.



井口 政昭
Masaaki IGUCHI
総合通信部 放送技術研究室
衛星通信, 衛星放送, ケーブルテレビ
E-Mail: igu@crl. go. jp



都竹 愛一郎
Aiichiro TSUZUKU
総合通信部 放送技術研究室
デジタル放送
E-Mail: tsuzuku@crl. go. jp



吉本 繁壽
Shigetoshi YOSHIMOTO
総合通信部 通信系研究室
衛星通信, 移動通信



福地 一
Hajime FUKUCHI
企画部 企画課
衛星通信, デジタル放送
E-Mail: fuku@crl. go. jp



大橋 一
Hajime OHASHI
宇宙開発事業団 軌道上技術開発シス
テム本部 通信放送衛星グループ
通信放送技術衛星 COMETS の開発
E-Mail: Ohashi.Hajime@nasda.go.jp

