

# ETS-VI通信実験を行うためのアンテナプログラム追尾

Antenna Program Tracking System for ETS-VI Communication Experiment

鈴木 健治 小園 晋一 山本 伸一 井家上 哲史 若菜 弘充  
Kenji SUZUKI Shin-ichi KOZONO Shin-ichi YAMAMOTO Tetsushi IKEGAMI Hiromitsu WAKANA

郵政省通信総合研究所

Communications Research Laboratory, M.P.T.

1. まえがき 3日5周回で回帰する準回帰軌道に投入されたETS-VIを用いた通信実験を行うためには、実験時間帯2~3時間に視野角15度ほど移動する衛星に対して、各周波数の地球局アンテナを精度良く制御し追尾する必要があります。そこで、各アンテナをそれぞれパソコンにより軌道要素からプログラム追尾出来るようにした。今回開発した各アンテナのプログラム追尾システムの概要と追跡性能について報告する。

2. 追尾システム (1)システム構成 図1にパソコンによる簡易な方法で周回衛星をプログラム追尾するシステム構成図を示す。改修を行ったのはKa-band13mアンテナ、Ka-band 5 mアンテナ、S-band 3 mアンテナ、O-band1.2mアンテナである。パソコンとアンテナコントローラとのインターフェイスはRS232C、PIOなどを介し、スピーアやシンセサイザ等はGPIOによる。(2)軌道の特長 図2に鹿島から10分毎に見たETS-VIの軌道を示す。実験時間帯において衛星は地球局から遠ざかる方向で、その遠ざかり方がゆっくりになるため、負のドップラーシフトを受け徐々に周波数が増える。(3)ドップラー対策 使用周波数によってシフト量が変わる。例えばO-band折返しでは、アップリンク43GHz、ダウンリンク38GHzの両方で影響を受けるため、最大-406kHzのドップラーシフトとなり、1秒間に約30Hzずつ上がる。このため地球局では周波数変換器のローカル周波数を、軌道要素から軌道伝搬して求めたレンジレートから計算した値だけ変化させてドップラー補償している。また、地球局から衛星までの距離も変化するため、実験時間帯に自由空間伝搬損失が約3dB増加する。(4)初期捕捉 軌道要素に基づく予報値から予報誤差を補正するため衛星の初期捕捉動作を行う。これはアンテナビーム幅の約3倍の範囲に中心から渦巻き状に走査し、予想される受信レベルに対してメインローブで捕らえたと判断出来るレベル以上で受かるまで粗追尾を行い、その方向からさらに細かいステップで走査してビーム中心で衛星を捕らえる。(5)ローピング方式 追跡誤差が生じた場合は、レベル変動幅が2dB以内に収まる微小な角度でアンテナを円形に振り、受信レベルが最大となる方向にバイアスする機能も有する。

3. 追尾結果 図3にKa-band13mアンテナで受信したETS-VIのKa-bandビーコンレベル変動を示す。開始から60分後に見られる2~3dBの変動は、衛星の太陽電池パドル回転による衛星側のアンテナポインティングエラーによるものである。これ以外では1dB以内のレベル変動で精度良く追尾が出来ていることが分かる。各アンテナのプログラム追尾に関わる主要諸元を表1に示す。すべて1~2dB以内のレベル変動で精度よく追尾出来ている。

4. おわりに 静止衛星限定駆動のアンテナに追尾機能を付加して周回衛星での実験を可能とした。現在は各アンテナを独立に制御しているが、軌道予報誤差が生じた場合の初期捕捉や、追尾状態での情報をお互いにやり取りして、より精度の良い追跡を可能としたい。

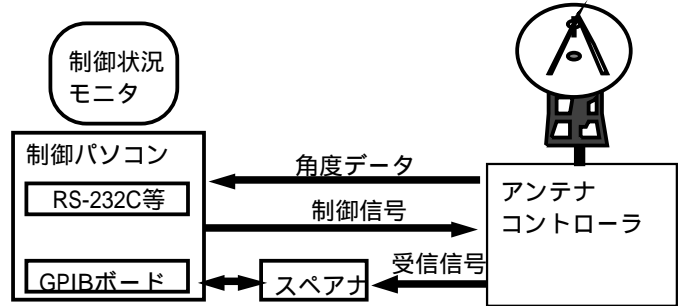


図1 プログラム追尾システム構成図

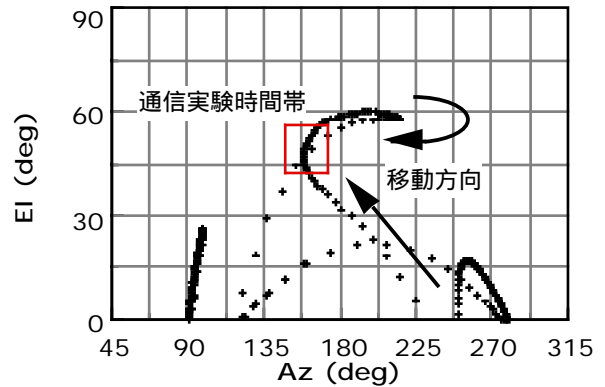


図2 鹿島から見たETS-VIの軌道

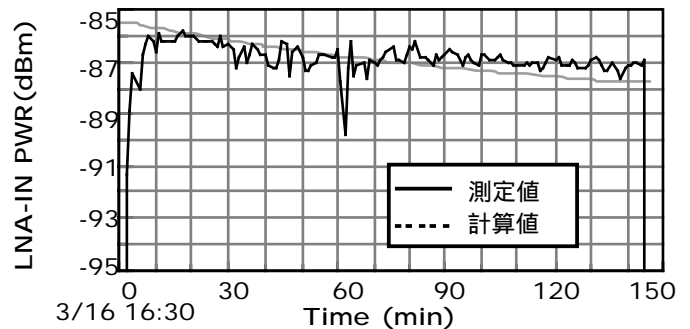


図3 Ka-band13m 受信レベル変動

表1 各アンテナの主要諸元

開口直径	駆動範囲	追尾精度	周波数帯 (up link/down link)	ビーム幅
13m	Az=-90 ~ 270deg EI=0 ~ 90deg	Az=0.01deg EI=0.01deg	Ka-band (30/20GHz)	±0.03deg
5m	Az=158.3 ± 10deg EI=47 ± 5deg	Az=0.02deg EI=0.02deg	Ka-band (30/20GHz)	±0.1deg
3m	X=-84 ~ 66deg Y=0 ~ 81.5deg	X=0.25deg Y=0.4deg	S-band (2.2875/2.1064GHz)	±1.6deg
1.2m	Az=89 ~ 271deg EI=20 ~ 65deg	Az=0.1deg EI=0.1deg	O-band (43/38GHz)	±0.25deg