

技術試験衛星VI型 (ETS-VI) 搭載機器及び地上施設

緒 言

21世紀を目前にして、有人による宇宙利用の時代を迎えようとしている。宇宙利用の発展は、当初の通信・放送への利用から、現在では、気象観測を含む地球観測、天体観測、測地・測位、航法援助等幅広く広がり、各応用分野でのサービスの質の飛躍的改善に役立ってきている。人工衛星の大きさもスプートニクの約84 kgから今では静止軌道上に数トンの大きさのものまで打ち上げられるようになった。

この様な世界の趨勢に呼応するものとして、技術試験衛星VI型 (ETS-VI) は、我が国初の2トン級静止衛星として21世紀には必須の大型静止三軸衛星バス技術の確立を目指すとともに、将来の高度情報社会に必須の高度衛星通信技術を実証するための各種先端的通信実験機器が搭載される。

郵政省通信総合研究所 (CRL) は、ETS-VI に次の3つの通信実験ミッション機器を搭載し、実験を行う。Sバンド衛星間通信機器、Oバンド (ミリ波帯) 衛星通信機器及び光衛星通信基礎実験機器である。これらを使った実験計画は、いずれもCRLにおけるこれまでの様々な研究の流れに沿って発展し、研究者のボトムアップによる提案によって衛星計画として結実したものであり、将来の宇宙通信に対する時代の要請に応える意欲的かつ先端的実験計画である。

技術試験衛星 (ETS) シリーズは、これまで、ロケットの性能確認や、衛星のバス系技術の確立をはかるほか、衛星通信に係わるミッション機器や技術の開発を目的としてきた。CRL はこれまで昭和52年3月に打ち上げられたETS-IIにより、ミリ波帯及びマイクロ波帯での電波伝搬実験を行うとともに、昭和59年9月に打ち上げられたETS-IIIによる衛星追尾光伝送実験でも大きな成果をあげてきた。また昭和62年8月に打ち上げられたETS-Vでは、小型船舶、航空機、自動車などを対象とした移動体との通信実験を成功させ、さらに低廉な地球局を開発することによってアジア太平洋地域の国々に対し、衛星による遠隔医療、遠隔教育の実現性を実証した。そして、今回のETS-VIでは、これまでの

ETSシリーズの成果だけでなく、実験用中容量静止通信衛星 (CS) 及びその後のCSシリーズや実験用中容量放送衛星 (BS) 等による通信実験や電波伝搬実験、ミリ波帯の衛星通信を主目的とした実験用静止通信衛星 (ECS) の開発、気象衛星GMSへの光伝送実験や測地衛星EGSの光学追尾実験などの成果と経験を結集したものとなっている。

Sバンドミッションの目的は、これまでのフェーズDアレーアンテナやマルチビームアンテナの研究成果に基づいて搭載機器を開発し、わが国初の衛星間データ中継実験を行い、将来の実用データ中継衛星のシステム開発に役立てることにある。Sバンド通信機器は、CRLと宇宙開発事業団が共同開発したもので、米国データ中継衛星TDRSの方式に比べて、フィードリンクの周波数や電力の有効利用が図れる先進的オンボードビーム形成方式を採用している。

ミリ波ミッションは、ETS-II、ECS計画に引き続き、新周波数帯開発を進めようとするものであり、将来の衛星通信需要の増大および多様化に対処することを目的としている。残念ながら、ECSによる実験は、衛星の静止化失敗により、実現されなかったが、ETS-VI計画では、ECS計画時 (35/32GHz) よりさらに高い周波数帯43/38GHzの開発をねらっている。開発した搭載用中継器は、GaAsFETを用いたSSPAを使用しており、全固体化が図られている。将来の大容量衛星間通信ミッション及びミリ波によるパーソナル通信の実現をねらった先進的な計画である。

光ミッションは、衛星間通信ミッションへの応用を目指したもので、将来の超高速衛星通信の可能性を切り開くものである。世界で、初めて衛星に搭載する光通信機器は、半導体レーザを使用し、小型軽量ながら、光通信の実現に重要な、高精度捕捉追尾技術、光行差補正技術の実験が可能のほか、地上からの通信信号を中継し、地上へ折り返すことも可能である。

Sバンド及びミリ波通信実験では、当所関東支所鹿島宇宙通信センターに整備したフィードリンク用固定地球局及び疑似衛星局を、また、光通信実験では、小金井本所の大型望遠鏡システム (宇宙光通信地上センター) を

用いて実験を行うが、各地上設備は、搭載実験機器を最大限に活用できるよう、開発整備されてきており、職員自らの手で製作された部分も多い。

これらの実験の成果が、これまでの地上サービスを中心とした宇宙通信技術の進展にとどまらず、宇宙を光及び電波で有機的に結ぶグローバルネットワークの基盤を実現することによって、人類が宇宙ステーションそして月、火星へと進出する有人宇宙時代に必須の通信基盤技

術を確立することに役立つことを期待している。

なお、ETS-VIの搭載機器の開発に着手してからすでに9年を経ているが、ミッションの芽を育てる要素技術の研究の期間を含めると15年以上に及ぶものが多い。このような長期間にわたる研究開発は、人事異動等に伴い引き継がれるのが通例であり、本特集号の筆者として挙がっていない幾多の研究者の業績にも負うところが大きいことを付記する。



THE ONBOARD EXPERIMENTAL EQUIPMENT OF ENGINEERING TEST SATELLITE-VI (ETS-VI) AND THE EXPERIMENTAL FACILITIES OF EARTH STATIONS

Preface

As the twenty-first century approaches, the manned space era unfolds. The first steps in the development of space have been in satellite communications and broadcasting. Recently, the number of applications has grown considerably. Activities in space now include earth observation, astronomical observations, positioning, and navigational assistance. The use of space has helped improve the quality of service in various fields and these improvements have come rapidly. The first artificial satellite was small; Sputnik 1, launched in 1957, weighed a mere 84 kilograms. Now, however, a satellite of several tons can be put into geostationary orbit.

The Engineering Test Satellite VI (ETS-VI) was developed in response to this world-wide trend. It is Japan's first geostationary satellite in the two-ton class. This satellite was developed to establish bus technology for large-size geostationary satellites stabilized in three axes; a technology that will be indispensable in the twenty-first century. Various advanced experimental communications equipment will be installed in the ETS-VI. These will demonstrate the technological potential of advanced satellite communications, a necessary part of the advanced information society of the future.

The Communications Research Laboratory (CRL) of the Ministry of Posts and Telecommunications plans to install and test three kinds of experimental communications equipment in the ETS-VI: S-band intersatellite communications equipment, O-band (millimeter wave band) satellite communications equipment, and basic experimental equipment for optical communications. This experimental program was developed from various types of research being pursued at the CRL. It is the fruit of "bottom-up" proposals arising from the researchers themselves. This innovative and advanced experimental program is designed to prepare us for the coming era of space communications.

The purpose of the Engineering Test Satellite (ETS) series has been to test rocket efficiency and establish bus technology. The development of mission equipment and satellite communications technology has also been a fundamental aim. The CRL has conducted radio-wave link experiments in the millimeter and micrometer wave bands using the ETS-II satellite launched in March, 1977. Successful results were also obtained in experiments on satellite tracking by optical transmission using the ETS-III, which was put into orbit in September, 1984. The ETS-V, launched in August, 1987, yielded successful results in experiments on communication with mobile objects, such as ocean vessels, aircraft, and automobiles. The CRL has also developed a low-cost ground station and has demonstrated its potential for use at remote medical-treatment and education facilities throughout the nations of Asia and the Pacific region. The present ETS-VI is not only based on work from the earlier ETS satellites; it also incorporates the findings from a variety of communications and radio-wave propagation experiments. These have involved the medium-capacity experimental communications satellite (CS), the medium-capacity experimental broadcasting satellite (BSE) and the subsequent CS series. Other important sources of research results and experience were

development of an experimental geostationary communications satellite (ECS) mainly for satellite communications in the millimeter wave band, experiments using optical transmissions for the GMS meteorological satellite and experiments on optical tracking using the experimental geodetic satellite (EGS).

The S-band mission of the ETS-VI will let us test an onboard model using a multi-beam phased array antenna. This model was developed by applying proven research results. This will enable us to conduct Japan's first inter-satellite data relay test. The outcome will help develop practical uses for data relay satellites in the future. The S-band communications equipment was co-developed by the CRL and National Space Development Agency of Japan (NASDA). In contrast to that of the Tracking and Data Relay Satellite (TDRS) system used in the United States, a progressive on-board beam formation system was developed that effectively utilizes feeder-link frequencies and electrical power.

The millimeter-wave mission envisions development of new frequency bands to come after the ETS-II and ECS programs. This is to accommodate the anticipated growth and diversification of satellite communication demands. Unfortunately, experimentation with the ECS satellite was not possible, as the satellite failed to attain a geostationary orbit. Despite this, a 43/38GHz frequency band is to be developed for the ETS-VI program, which is higher than the frequency band for the ECS proposal (35/32GHz). The ETS-VI project is an aggressive move towards developing large-capacity inter-satellite communications and achieving personal satellite communications in millimeter waves.

The optical mission is aimed at developing applications for optical communications which will give rise to the possibility of future high-speed communication between satellites. The optical communications equipment installed in this satellite is unique: the device employs a semiconductor laser and is small and lightweight, yet it will let us test a high-precision acquisition-tracking technology and a point-ahead technology. These tests are critical for developing optical communications. The optical equipment will also be able to relay ground telecommunication signals back to earth.

The S-band and millimeter-wave experiments will involve our Kashima Space Communications Center of the Kanto Branch, which is equipped as a feeder-link ground station, and a simulated satellite station. The optical communication experiment will be performed with the large-telescope system at Koganei headquarters of CRL.

I hope that the results of these experiments will further the progress of space-communications technology, not only towards the primary goal of improving global service, but also towards the establishing basic communications technology necessary for new space age. This technology will advance progress towards manned space stations, lunar exploration, and the Mars expedition, by making it possible to establish basic global networks capable of links through space via optical and radio waves.

Nine years have already passed since we began developing the equipment installed in the ETS-VI. In fact, if the basic technology from the mission's birth is included, more than 15 years have passed. Over such a long period, personnel changes and inherited work are an inevitable and natural part of the research and development process. So, in closing, I would like to acknowledge the achievements of the many researchers who are not listed as authors in this special edition.

