

堀口 耕平  
K. Horiguchi

國安 省史  
Y. Kuniyasu

堀井 茂勝  
S. Horii

宇宙開発においては、衛星や宇宙ステーションなどの宇宙機に目が向けられがちであるが、これら宇宙機の運用や取得データ処理を行う地上システムも重要な構成要素の一つである。当社は、宇宙関連地上システムとして宇宙機の追跡管制システムおよび衛星観測データ処理システムを手がけている。追跡管制システムでは、宇宙機が増え種類も多様となるため、将来に対応できるシステムの構築が重要となる。また、衛星観測データ処理では、JERS-1 (日本の地球観測衛星) などに代表される光学センサデータだけでなく、温室効果ガスや熱帯降雨を観測する環境センサなど多様なデータ処理が要求される。

ここでは、当社の宇宙関連地上システム技術に関する現状と将来動向について紹介する。

Although space systems are a focus of widespread attention in the field of space development, needless to say ground systems are of equal importance. We have developed tracking and control systems and a processing system for spacecraft observatory data. Since various types of space vehicles will be utilized in the near future, tracking and control systems must accommodate these operational requirements. Moreover, ground data processing systems must be able to process not only optical sensor data but also environmental observation data.

This paper describes the technical status and future evolution of ground systems for space vehicle tracking and control and the processing of remote observation data.

### 1 まえがき

宇宙関連の代表的地上システムとして、衛星や宇宙ステーションなどの宇宙機の追跡管制を行う地上局施設、地球観測衛星からの観測データを受信、処理する地球局施設がある。

現在の追跡管制システムは、地上局をネットワーク化した“地上ネットワーク”であり、将来はデータ中継衛星を核とした“スペースネットワーク”へと移行する。スペースネットワークは、将来宇宙機の追跡管制のインフラであり、開発の第一段階として技術試験衛星 VI 型 (ETS-VI) を用いた実験が実施され、さらに通信放送技術衛星 (COMETS) の実験を経て実用化される見込みである。

一方、地球観測においては、環境問題にスポットを当てた温室効果ガスセンサや熱帯降雨レーダの開発が行われており、まもなく打ち上げられる予定である。これらのデータ処理のアルゴリズムは、センサのデータ取得方式に依存するためセンサごとの開発が必要となり、現在実施中である。

当社は、次世代の追跡管制システムである“スペースネットワークシステム”および“環境観測センサデータ処理システム”の開発を進めており、システムも納入している。

ここでは、当社が推し進めてきた宇宙関連地上システム開

発の現在の状況と、将来の展望について紹介する。

### 2 追跡管制システムの現状と将来

現状の国内の宇宙機の追跡管制システムは“地上局ネットワーク”と呼ばれるもので、地上に設置された複数の衛星地球局が宇宙機との間で直接回線を形成して交信を行う。この方式では観測衛星などの低・中高度衛星の地球局からの可視時間は短く、観測データの伝送などに制約が生ずる。宇宙開発事業団 (NASDA) では、21 世紀の追跡管制のインフラとして図 1 に示すようなスペースネットワークシステムの構築を行うことで開発を進めている。

このシステムは観測衛星などの宇宙機との通信を静止軌道上のデータ中継衛星を介して行うもので、静止軌道上から通信を行うため宇宙機との通信時間が飛躍的に向上する。また、データ中継衛星を複数用いることで、どのような位置の宇宙機とも交信を行うことができる。このことは観測衛星の取得データの連続的伝送や有人宇宙ステーションとの安全にかかわる交信の維持に不可欠なものとなる。スペースネットワークは段階的に整備され以下のように進められる。

(1) 第一段階 ETS-VI による衛星間通信実験

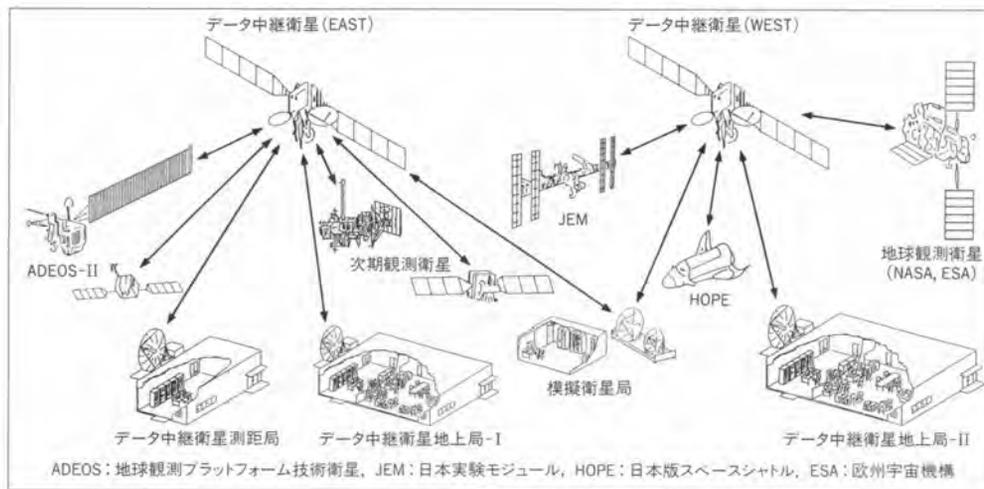


図1. スペースネットワークシステムの概念 静止軌道上のデータ中継衛星を核として宇宙機の追跡制御を連続的に効率よく行うことができる。

Concept of Space Network System

- (2) 第二段階 COMETS による準実用実験
- (3) 第三段階 データ中継追跡衛星 (DRTS) による実運用実験

現在、1994年8月に打ち上げられたETS-VIを用いた第一段階の実験を実施中であり、第二段階を1997年度、第三段階は21世紀初頭を計画している。

この実験の目的は次のとおりであり、COMETSではさらに発展型の準実運用実験が行われる。

- (1) データ中継衛星からのユーザ宇宙機の捕捉追尾および運用技術の確立
- (2) データ中継衛星の通信系の設計に必要な中継器の特性回線データの取得および中継技術の確立
- (3) 4ウェイレンジングによるユーザ宇宙機の軌道決定技術の確立
- (4) スペースネットワーク運用技術の習得および確立
- (5) 米国航空宇宙局(NASA)との相互支援運用技術の確立

当社では第一段階の実験を行うための地上局として図2に示すETS-VI実験地上システムをNASDAに納入し、1994年12月から実験が開始された。

COMETSを用いた第二段階の実験を行うための地上局の整備は現在行われており、当社もその一翼を担っている。さらに、最終段階のDRTSフェーズについてはスタディが実施されている状況にある。

このようにして現在の地上ネットワークのウェイトは徐々に“スペースネットワーク”へと移行していくことになる。さらに、次世代を展望した検討も開始されつつあり、次のインフラに向けてのチャレンジが開始されている。当社もこれらに積極的に参加し、貢献する所存である。

### 3 衛星観測データ処理システム

宇宙に関連する地上システムとして、人工衛星に搭載された各種センサで観測されたデータの処理システムがある。当社は、搭載センサとして、温室効果気体センサ (IMG: Interferometric Monitor for Greenhouse gases) を資源探査用観測システム研究機構から受注し、開発を終了している。

また、日米協力下で進められている熱帯降雨観測衛星 (TRMM) が1997年度に打上げを予定されているが、この主要な観測センサである降雨レーダ (PR: Precipitation Radar) のシステムとりまとめをNASDAから受注し、開発を進めている。当社は、この両センサで取得されるデータの地上処理システムの開発を担当しているが、以下にその概要を述べる。また将来動向についても触れる。

#### 3.1 IMG データ利用地上システム

IMG データ利用地上システムは、(財)資源環境観測解析センターが開発しているもので、IMG で取得される大量のデータ

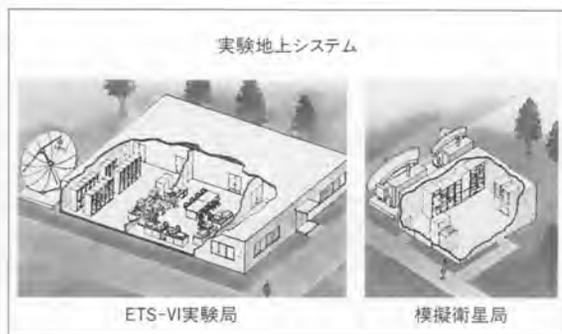
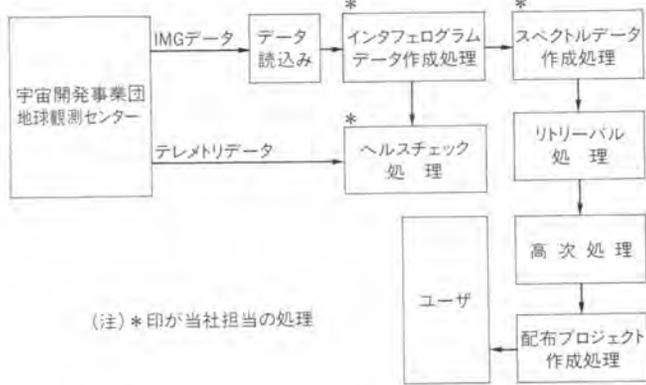


図2. ETS-VI実験地上システム全体図および構成機器例 筑波宇宙センターに当社がシステムインテグレータとして納入したシステムであり、わが国初のデータ中継実験を実施した。

Overview of ETS-VI experimental ground system and example of requirements



(注) \*印が当社担当の処理

図3. IMG データ利用地上システムの処理フロー(主要部分) センサの特性に基づく補正処理の後、物理量(CO<sub>2</sub>の濃度など)を求める。

Main processing flow of IMG data information system

を処理・解析し、その結果を広範な研究者が活用できるように処理保存および検索配布、ミッション運用要求、解析処理などを一貫して行うものである。このシステムにおける処理・解析の流れを図3に示す。

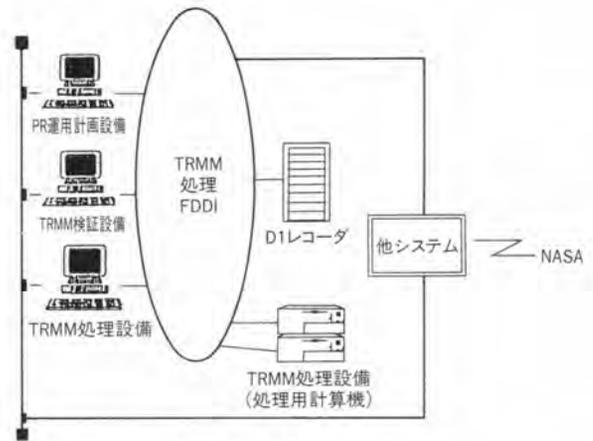
当社は、このなかで、インタフェログラムデータ作成処理、スペクトルデータ作成処理およびセンサのヘルスチェック処理とセンサにかかわる処理を一括担当している。インタフェログラムデータ作成処理では、観測点抽出、速度一定部分切り出し、エラーデータ代替え、観測点位置付加、ユニット単位編成、非直線性補正、位相補正、アライメントモード処理など多くの処理が含まれる。特に後者の3処理はセンサのハードウェアの特性に基づいている。

スペクトルデータ作成処理は、観測されるインタフェログラムデータから逆フーリエ変換によりスペクトルを求めるもので、アポダイゼーション関数付加、逆フーリエ変換、感度校正、雲情報付加、気象情報付加などの処理から成る。このように多くの処理があるが、センサ開発を通して得られたノウハウを生かしたものが大部分を占める。

### 3.2 TRMM PR データ処理システム

TRMM PR データ処理システムは、NASDA が開発を進めているもので、当社がシステムをとりまとめている。このシステムは、TRMM に搭載される PR からのミッションデータを NASA から回線経由で受信し、処理、保管、配布するとともに、NASA へは PR の運用要求を行うものである。また、得られたミッションデータの検証やプロダクトの検索ができるとともに、PR の外部校正を目的とした校正器も具備している。このシステム全体の構成案を図4に示す。この中で中心となる処理設備は、PR データの校正処理および高次処理を主体的に行う。

さらに、ポイントとなる PR の校正方法については、センサメーカーとしての知識をベースに現実性のあるシステム設計を行っている。また、NASA に対してセンサ運用要求を行い、国際回線を介してデータを取得し、処理設備がこれを保管、



FDDI : Fiber Distributed Data Interface

図4. TRMM PR データ処理システム構成案 高速の FDDI を中心に各設備が配置される。

Planned configuration of TRMM PR data processing system

処理するという、従来の国内受信の設備にはみられない運用形態と既設設備の運用形態との親和性を図ることに重点を置いたシステム設計となっている。

### 3.3 衛星観測データ処理システムの将来動向

現在開発を進めているものは、IMG、TRMM PR データ処理システムなどであるが、将来は環境観測を目的とした衛星が多数計画されている。これらに対応するため、現在の技術をベースに地球規模の環境監視特有の処理技術の開発を行うとともに、2章で述べた“スペースネットワーク”の構築と合わせ、宇宙からユーザーまでのトータルシステムを目ざす。

## 4 あとがき

宇宙関連地上システムについて宇宙機の追跡管制と衛星観測データの処理について述べたが、宇宙開発においては宇宙機と地上システムが一体となって世界に貢献できるシステム開発を推進しなければならない。このような観点に立った製品作りに向け努力する所存である。



堀口 耕平 Kouhei Horiguchi

1970 年入社。衛星システム、宇宙開発関連地上システムの開発に従事。現在、小向工場宇宙地上システム開発部部長。Komukai Works



國安 省史 Yoshihito Kuniyasu

1972 年入社。宇宙開発関連地上機器・システムの開発に従事。現在、小向工場宇宙地上システム開発部課長。Komukai Works



堀井 茂勝 Shigekatsu Horii

1973 年入社。宇宙開発関連ソフトウェア・システムの開発に従事。現在、小向工場宇宙地上システム開発部課長。Komukai Works