

# 실용위성에 의한 우주실험

## —일본의 우주산업 (4)—

### 실용위성의 개발

일본이 통신, 위성분야에서 위성을 이용하려는 시도는 미국의 인공 위성(텔리, 인테르세트, 타이로스)을 사용하여 이용기술을 습득하는 일로부터 시작되었다. 위성의 이용기술을 습득하는 한편, 일본독자의 실용 위성 및 발사능력을 가지는것이 불가결하다는 생각에서 실이용위성의 발사계획을 추진하게 되었으며, 그 실시모체로서 1969년 10월에 우주개발사업단이 설립되었다.

### 정지실용위성의 실현

우주개발사업단이 개발한 최초의 위성은 기술시험위성1형(ETS-1)인데 이것은 후속하는 전리층관측위성의 일부기기에 대한 우주에서의 동작을 실증하는 일과 위성의 추적관제계의 실증시험등을 목적으로 하고 있었다. ETS-1은 1975년 9월 9일에 N-I 로켓 1호에 의해 다네가시마 우주센터에서 발사되어 목적을 달성했다. 1976년 2월 29일에는, 전리층에 의해 그 전파의 전파특성이 크게 영향을 주게되는 단파통신의 효율적 이용을 도모함에 있어 필요한 전리층 제특성의 세계분포, 전파잡음의

세계분포등을 관측하는 전리층관측 위성(I SS)이 N-I 로켓 2호로 발사되었다.

ISS는 발사된후 얼마되지않아 전원대에 이상을 가져와 그 사명을 다하지 못했다. 이 위성의 미션을 이어받아 동일한 사양의 전리층 관측 위성 2호(ISS-b)가 1978년 2월 16일에 N-I 로켓 4호로 발사되어, 소기의 목적을 달성했다. 1977년 2월 23일에는, 정지위성의 발사기술, 정지위성의 궤도유지, 자세유지등의 기술습득을 목적으로한 기술시험위성 II형(ETS-II)이 N-I 로켓 3호로 발사되어, 일본최초의 정지위성이 되었으며 이 성공에 따라 일본은 세계에서 세번째의 자력에 의한 정지 위성발사국이 되었다.

1977년 7월 14일에는 국제적으로 계획된 5개의 기상관측위성중 일본이 담당한 정지기상위성(GMS)이, 미국의 델타 로켓에 의해 발사되어 운용을 개시했다. 위성통신시스템의 운용기술확립을 목적으로한 실험용 중용량정지위성(CS)이 같은 해 12월 15일에 발사되었다. 방송위성에 대해서는 실용방송위성의 기술확립을 목적으로한 실험용중형방송위성(BS)이 1978년 4월에 발사되었다. 이

들 GMS, CS 및 BS의 세 위성은, 당시 개발되어 있던 N-I 로켓의 발사능력을 넘어서고 있기때문에, NASA의 델타 2914형 로켓에 의해(실비지불방식으로) 미국의 동부발사장에서 발사 되었다.

실용위성의 개발을 추진함에 있어서 불가결한 위성의 공통기기(버스기기)의 개발을 주목적으로한 기술시험위성의 개발에 대해서는 ETS-II 이후 기술시험 위성 III형(ETS-III)이 1982년 9월 3일에 N-I 로켓 9호에 의해 발사되었다. 이 위성은, 대전력을 필요로하는 위성 또는 관측위성에 공통되는 3축자세제어기능, 태양지그빠들 전개기능 및 능동식 열제어기능등의 확인을 목적으로한 위성이었다. 기술시험위성 IV형(ETS-IV)은 1981년 2월 11일에 N-II 로켓 1호에 의해 발사되었다. 기술시험위성 V형(ETS-V)은 H-I 로켓(3단식)의 성능확인 정지위성용의 삼축위성버스의 기반기술의 확립등을 목적으로 개발된 위성으로 1987년 8월 27일에 N-I 로켓 2호에 의해 발사되었으며 현재도 순조롭게 작동하고 있다.

기술시험위성 VI형(ETS-VI)은 현재 개발되어 있는 H-II 로켓시험기

의 성능확인을 목적으로 하며 동시에 2톤급 실용위성에 적용가능한 대형 삼축정지위성버스의 개발을 목적으로하여 현재 개발이 추진되어 1994년 여름에 발사를 끝낸 바 있다.

## 본격적 실용위성의 운용

기상위성(GMS)의 업무를 계속하기 위해 GMS와 동일형식의 정지기상위성2호(GMS-2, 1981년 8월 11일 발사) 및 동3호(GMS-3, 1984년 8월 3일 발사)가 모두 N-II 로켓에 의해 발사되었으며 이어서 정지기상위성4호(GMS-4, 1989년 9월 6일 발사)가 N-I 로켓에 의해 발사되어 현재 운용되고 있다.

통신위성계에서는 밀리파등 주파수대의 통신실험 및 전파의 전파특성등을 조사할 목적으로 실험용 정지위성(ECS) 및 동2호(ECS-b)가 1979년 2월 6일 및 1980년 2월 22일에 모두 N-I 로켓에 의해 발사되었으나, 두위성모두 정지궤도투입시의 아포제, 모타연소시에 신호가 두절되어, 목적을 달성하지 못했다.

1983년 2월 4일 및 8월 6일에는 비상재해시에 있어서의 통신의 확보, 낙도와의 통신회선, 임시통신회선의 설정등을 목적으로한 통신위성2호 a/b(CS-2a, CS-2b)가 모두 N-II 로켓에 의해 발사되어 목적을 달성했다. 동위성의 통신서비스 계속등을 목적으로한 통신위성3호기 a/b(CS-3a, CS-3b)는 1988년 2월 19일 동년 9월 16일에 다네가시마섬 발사장에서

H-I 로켓에 의해 발사되어, 현재 운용중에 있다.

상업통신위성관계에서는, 일본통신위성(JCSAT)이 소유하는 위성 JCSAT-1 및 JCSAT-2가 1989년 3월 6일 1990년 1월 1일에 아리안 4형 로켓 타이탄 3형 로켓에 의해 각각 발사되었다. 또 우주통신(SCC)이 소유하는 위성슈퍼바드A 및 B는 1989년 4월 5일 및 1990년 2월 23일에 아리안 4형 로켓으로 쏘아 올려졌으나, B위성은 로켓의 상태가 좋지않아 실패했다.

방송위성관계에서는 텔레비전방송 난시청의 해소등을 목적으로 개발된 방송위성2호 a/b(BS-2a, BS-2b)가 1984년 1월 23일 1986년 2월 12일에 각각 N-II 로켓에 의해 발사되었으며, 이용기관의 운용에 제공되었다. 방송위성2호의 방송서비스의 계승등을 목적으로 하고 방송용 채널의 증가등 능력의 향상을 도모한 방송위성 3호 a/b(BS-3a, BS-3b)는 1990년 8월 28일, 1991년 8월 25일에 각각 N-I 로켓에 의해 발사되어 현재 위성방송에 사용되고 있다.

## 리모트센싱의 발전

인공위성을 이용하여 지구를 관측하려는 시도는 기상관측분야에서 시작되었다. 그후 우주로부터의 관측은, 넓은 범위를 정기적으로 관측할수 있는점에서 육지지역, 바다지역의 제현상에대한 데이터를 수집 해석하는데 유효한 수단으로서 인정

되고 관측데이터는 바다의 상태, 육지의 상태, 생태 등 각종현상의 파악, 제상태에서 생기는 예측, 대책의 수립등에 널리 쓰여지게 되었다.

## 지구관측위성데이터의 수신처리

일본에 있어서도 이 지구관측의 중요성 및 지역협력, 국제협력으로서의 발전성이 일찍부터 인식되어 1972년이래 미국에서 쏘아올린 랜드셔트 1호, 2호 및 유인우주선 스카이라브등의 데이터 해석연구가 과학기술청등 관계각부처에서 시작되었다. 1974년도에는 「지구관측에 의한 리모트센싱 정보수신처리 시스템에 관한 조사」가 실시되어 일본에서 개발정비해야할 수신 및 처리설비가 검토되었다.

1975년도의 우주개발계획에 있어 리모트센싱 정보수신 처리 시설설비를 정비하는것이 결정되었으며 이 결정에 따라 우주개발사업단에서 1975~1976년에 수신설비, 화상처리설비등의 하드웨어 및 소프트웨어의 상세한 검토가 추진되어 이 성과를 이어받아 1977년부터 개발정비에 착수했다. 수신국의 설치장소로서, 동경근교의 사이따마현 하또야마시가 선정되었으며, 랜드셋트 2호 및 3호 위성의 관측데이터 수신, 처리를 일괄 실시하는 시스템이 완성되어 1979년 1월부터 운용업무가 개시되었다. 그후 각국의 지구관측위성의 발사에 대응하여 수신처리능력의 향상이 실시되어 현재로는 미국의 랜

드셋트 4호 및 5호 일본의 해양관측 위성 1호(MOS-1, 1987년 2월부터) 및 동1호b(MOS-1b, 1990년 2월부터), 프랑스의 스포트위성(1989년부터) 구라파 우주기관의 지구자원위성 1호(ERS-1) 및 일본의 지구자원 위성 1호(JERS-1)의 데이터수신이 실시되고 있다.

### 지구관측위성의 개발과 운용

지구관측데이터의 수신처리검토가 실시된 다음해인 1975년에 제의국에서의 지구관측위성의 동향, 일본에서의 데이터 이용에 대한 조사가 실시되고 그 결과에 따라 일본의 지구관측위성에 대한 케이스 스터디가 실시되었으며, 1977년부터 현재의 해양관측위성 1호(MOS-1)의 개념설계가 개시되었다. 그후 예비설계의 단계를 거쳐 1980년부터 본격적인 개발이 개시되었다. 이 위성은 일본 최초의 본격적인 지구관측을 지향하여 탑재하는 3종의 관측기기도 위성본체에 선행해서 개발에 착수되었다. 이 3종의 새로운 관측기기는 가시광역 전자주사(CCD을 사용)를 이용하여, 관측하는 가시근적외방사계, 적외역을 관측하는 가시열적외방사계, 전파역(마이크로파대)을 관측하는 마이크로파방사계이다.

MOS-1은 또 지구관측위성에 주로 쓰여지는 태양동기궤도의 투입기술, 유지기술, 태양동기위성의 추적관제기술, 운용기술등의 습득을 목

적으로 하고 있다.

개발에 있어서는 자국국산기술을 주체로 개발한 뒤에, 약 10년의 세월을 거쳐 완성되었으며, 1987년 2월 19일에 N-II 로켓에 의해 다네가시마섬 우주센터에서 발사되었다. 발사후에는 우주개발사업단의 지구관측센터를 주체로, 내외의 관측국에서 데이터의 수신이 실시되고 있으며, 현재에도 순조롭게 관측을 수행하고 있다.

MOS-1에 이어 해면의 색상 및 온도를 중심으로한 해양현상의 관측을 계속해서 실시하기 위해, 해양관측위성 1호b(MOS-1b)의 개발이 1987년부터 개시되었다. 이 MOS-1b의 사양은 MOS-1과 완전히 동일하며 MOS-1의 개발시에 제작시험된 프로토타이프 모델(PM)을 개수하여 발사할수 있게한것이다. 이 위성은 1990년 2월 7일에 H-I 로켓에 의해 다네가시마섬 우주센터에서 발사되어 MOS-1과 동시에 운용되어 현재도 순조롭게 사용되고 있다.

MOS-1 및 MOS-1b에 이어서 지구관측위성으로서 받아 들어진것은 지구자원위성 1호(JERS-1)이다. 이 위성은 자원탐사를 주목적으로 국토조사, 농림어업, 환경보전, 방재, 연안지역감시등 다양한 관측을 하는것을 목적으로한 위성이다. 이 위성의 중심이되는 능동형관측기기(합성개구레이다) 및 수동형관측기기(가시역의 센서)는 핵심 기술분야로서 1979년부터 1983년까지 우주개발사

업단에서 선행연구가 실시되고 있었다.

이 위성은 자원탐사를 주목적으로 하고 있으므로, 관측기기관계를 통산성에서 위성본체를 우주개발사업단이 담당하는 공동개발로서 1984년부터 지금까지의 성과를 이어받아 본격적인 개발이 개시되었다. JERS-1은 고도 약 570킬로미터의 태양동기궤도를 날으며, 관측기기는 고성능 레이더의 일종인 「합성지구레이다」 광학계로서 가시역 및 단파정적외역의 관측을 하는 「가시근적외방사계」 및 「단파장적외방사계」를 탑재하고 있다. 동시에 이를 관측데이터를 일시적으로 위성내에 기록해두기 위해 「미션기록장치」도 탑재되고 있다. JERS-1은 1992년 2월 11일에 H-I 로켓 최종호에 의해 다네가시마섬 우주센터에서 발사되어 현재 각종시험이 실시되고 있다.

### 우주실험분야의 개막

우주공간은 미소중량장, 광대한 열방사, 풍부한 태양에너지등 지상에서는 얻을수 없는 환경특성을 가지고 있다. 견해를 달리하면 이와같은 우주환경은 우주에서만 얻을수있는 귀중한 자원이라고 할수 있다. 특히 미소중량장만을 보더라도 중량, 대류, 정압등의 영향을 받지않는 환경은 지상에서는 간단하게 얻을수가 없기 때문에 장래 새로운 산업분야가 창출될 것으로 주목되고 있다.

## 무중량의 세계

무중량환경의 대표적인 예로서, 비중이 다른 물질의 균일혼합이 가능하기 때문에 지상에서는 얻을수가 없는 합금이나 고강도복합재료를 만들어 낼수가 있다. 또 자중변형에 의해 생기는 결합을 함유하지 않는 완전성이 높은 결정구조를 얻을 수가 있다. 부유상태에서 용융, 응고를 할수 있기 때문에, 용기로부터의 침입이 없으며, 고순도의 물질을 제조 할수가 있다. 또는 세포나 단백질등이 고순도이며 고효율로 분리정제할 수 있는 것이 지금까지의 우주실험에 의해 이미 판명되고 있다. 또 우주에서의 실험은 재료나 약품의 제조뿐만 아니라, 무중량에서의 현상의 해명을 지상에서의 제조법의 개량등에도 널리 응용이 가능하다.

미소중량을 이용한 실험은 1970년대초에 개시되었다. 실험의 수단으로서 낙하탑(탑승을 진공으로 하여 실험장치를 상부에서 낙하시켜 수초간의 미소중량상태를 만든다), 항공기(관성탄도비행중의 약10초간의 미소중량환경을 이용), 기구(기구로 실험장치를 고도 수십km에서 낙하시켜 수10초간의 미소중량실험을 한다), 소형로켓, 인공위성, 스페이스셔틀, 우주스테이션 등이 있다. 미소중량레벨, 실험가능시간, 실험비용등 각각 특징이 있기때문에 실험의 목적에 따라 분리 사용되고 있다.

일본에 의한 우주실험은 당시의 금속재료연구소의 다카하시씨가

NASA에 제안하여, 1973년에 스카이라브에서 행한 재료실험이 최초의 것이었다. 일본에서의 우주실험은 우주개발사업단이 개발한 TT-500A 로켓은 직경 0.5미터, 전장 10미터의 2단식 고체로켓이며, 발사시의 중량은 2.4톤이다. 실험장치의 중량은 100kg이며, 우주개발사업단의 다네가시마섬 우주센터에서 발사되어 다네가시마섬 동방 500km의 태평양상에서 회수되었다.

## 소형로켓에 의한 무중량실험

재료등의 우주실험은, 대기권을 나와 재돌입할때까지 약6분간의 무중량상태를 이용하여 실시된다. 우주실험종료후에 로켓의 우주실험부분은 대기권에 재돌입하며 대기에 의한 감속을 받은 후에 낙하산을 펴게 하여 해상에 착륙한후, 부유하고 있는 것을 항공기와 선박에 의해 회수한다. TT-500A로켓의 발사결과로 얻어진 무중량환경은 대단히 좋았다는 것이 증명되었다.

TT-500A에 의한 우주실험은 1980년부터 1983년까지 6회에 걸쳐 실시되었다. 1호기는 1980년 9월에 발사되었으며, 일본에서 최초의 우주실험이 실시되어 우주에서 제조된 시료의 회수에도 성공하여, 지상에서는 얻을수없는 성과를 얻었다. 2호기, 3호기는 발사 및 우주실험은 성공했으나, 회수시스템의 상태가 좋지 않아 미소중량환경하에서 제조된 시료의 회수에는 실패했다. 4호기, 5

호기 및 6호기는 회수시스템의 좋지 않든 부분을 개량한후 발사되어, 각종 우주실험이 실시되었으며, 우주에서 제조된 시료의 회수에도 성공하여 많은 귀중한 결과를 얻는것과 동시에 금후의 실험장치설계 및 개발을 위해 기여하게 되어 많은 데이터가 축적되었다.

TT-500A로켓의 후속으로서 TR-1A 로켓이 1991년부터 우주실험을 개시하고 있다. TR-1A 로켓은 직경 1.1미터, 전장12미터의 1단식 고체 로켓이다. 발사시의 중량은 약10톤이며 약750kg의 실험장치를 탑재하여 6~7분간의 미소한 중량실험이 가능하다. 1호기는 1991년 9월에 발사되어, 우주스테이션에 탑재하는 실험장치등의 예비실험을 실시했다. TR-1A 로켓은 우주정거장의 탑재기기의 개발이나 예비실험등을 위해 매년 발사할 예정이다.

TT-500A로 시작되는 일본의 우주실험은 1992년에 최초의 일본인 우주비행사를 탑재시켜 「제1단재료실험」을 하게되었다. 우주스테이션은 미국, 유럽, 캐나다 및 일본이 국제협력으로 개발을 추진하고 있으며 2000년대에 완성하여 일본인을 포함한 4~8명이 상시체재하여 각종 공학실험, 재료실험, 라이프 사이언스 실험 등을 실시하게 되었으며, 지상에서 곤란한 신규 소재개발이나 바이오테크놀로지에 의한 신약개발등 첨단과학분야에 커다란 가능성을 열것으로 기대된다.