

우주 개발과 위성통신의 현황 및 전망

1. 머리말

1957년에 세계 최초의 인공위성 스푸트니크를 쏘아 올린지 금년이 꼭 40주년이 된다. 이 사이에 “우주개발”의 이름하에 세계에서 과학탐구, 실제이용 등 각 방면에서 실로 여러 가지 활동이 전개되어 왔다. 다만, '90년대에 들어서서 세계의 현저한 경향은, 미소간의 냉전 종결로 국위와 안전보장을 건 우주를 둘러싼 개발경쟁에 종지부를 찍고 국가의 “우주개발”은 한정된 예산으로 비교적 착실하게 진행되고 있으나, 한편으로 통신위성을 비롯한 우주의 실제이용이 국가의 중요한 인프라로서 확립되어, 국민생활에 불가결한 것이 되어가고 있다. 따라서 오늘에 와서는, 우주활동전반을 “우주개발”이란 말로 표현하기에는 미흡한 점이 많으며 우주의 이용을 국가·국민에게 전략적으로 가장 중요한 인프라로 평가하는 인식이 극히 중요해지고 있다.

본고에서는 이러한 관점에서 일본을 중심으로 한 위성기술을 살펴보고자 하며, 특히 이용에 직결되는 측면에서 현황을 해설하고 가까운 장래의 모습을 전망하고자 한다.

2. 일본의 宇宙開發計劃의 현황과 전망

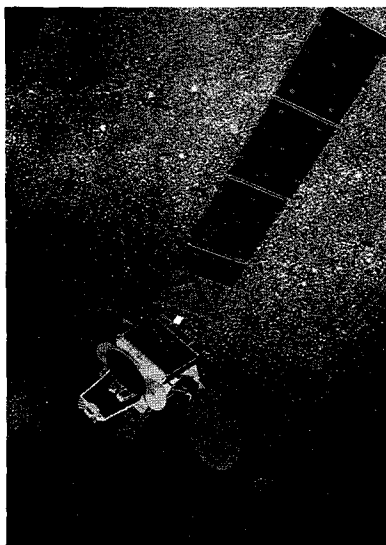
구미의 우주선진국에 의한 우주계획은 전보다 더 안전보장과 산업진흥이라고 하는 국가의 전략적 시책에 그 중점을 두고 있는 가운데, 일본의 우주개발계획은 주로 본래의 “개발”에 특정한 형태로 시행되어 왔다. 이것은 '90년의 소위 “슈퍼301조”에 얽힌 美·日간의 합의에 의하여 정부의 위성계획이 연구개발을 지향하게 된 것을 요인으로 들 수 있으나 각 분야의 기술은 비교적 밸런스 좋게 개발되고 있다. 반면, 세계의 큰 조류인 저코스트화의 개발은 H-II로켓 등을 제외하고는 전적으로 산업계의 자주노력에 맡겨진 형태로 되어 있다.

2.1 通信分野

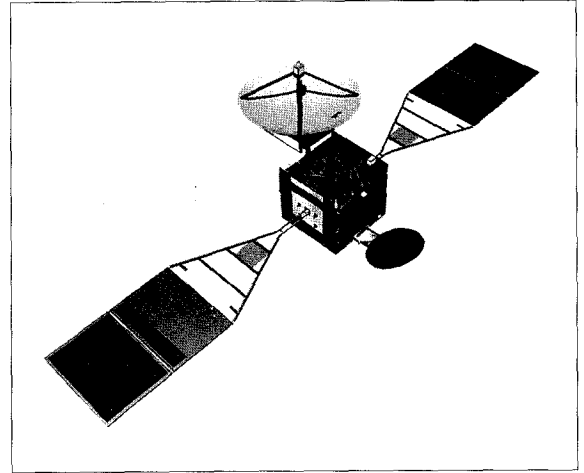
일본의 통신위성 개발은 地上系の 백업용으로 離島間通信이나 재해시통신을 주목적으로 한 CS(사쿠라)에서 비롯되었으며, 특히 세계에서 선구적으로 개발해 온 Ka帶통신계를 큰 특색으로 하고 있다. 다만 전술한 '90년의 정부계통의 비연구개발위성의 공개조달을 규정한

美·日 합의 이래 통신위성의 기간기술개발은 저조한 양상을 나타내게 되었다. 그 사이에 구미는 低中궤도의 이동체통신시스템, 대형전개안테나를 사용한 정지궤도 이동체통신시스템, Ka대이용의 고속위성통신시스템 등, 세계규모의 전략적 통신인프라에서 실용시스템건설에까지 이르렀으나 일본은 현저히 뒤떨어져 있는 실정이다. 이제 일본은 민간위성통신사업의 국민생활에의 침투와 국가적 또는 경제적 안전확보면에서 국가가 통신인프라에 자주기술을 가지고 있지 못하다는 위기감이 국민 함께 높아져 가까운 장래에 다른 나라보다 한발 앞서 갈 수 있도록 기술·시스템의 개발에 눈을 돌리게 되었다고 할 수 있다.

일본의 본격적인 통신기술개발위성은 '94년에 쏘아 올린 기술시험위성 VI형(기쿠 6호)이었는데 정치궤도 투입 부조로 메인미션인 S대이동체통신 등의 실험을 충분히 하지 못하였다. 다만 이들 기술은 N-Star(그림 1 참조)('95, '96년 쏘아올림)에 전면적으로 도입되어 실용화에 기여하고 있다. '98년에는 기쿠 6호의 버스기기를 활용한 통신·방송기술위성(COMETs)이 쏘아 올려져 위성간통신기술과 고도위성방송 등의 실험에 쓰이



〈그림 1〉 N-Star

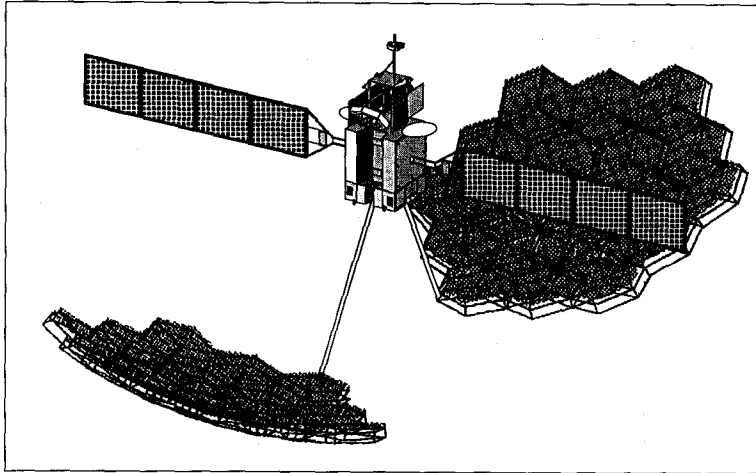


〈그림 2〉 DRTS 想像圖

고 있다. 또 2000년에는 최초의 광통신실험에 쓰일 소형위성으로 광위성통신실험위성(OICETS)이 저궤도에 쏘아 올려질 예정이다.

앞으로 증가하는 지구관측위성의 데이터를 지상의 不可視域으로부터도 즉시 국내의 수신국에 보내거나 우주스테이션의 일본실험모듈과 일본본토간에 통신회선을 확보하기 위하여 개발되고 있는 것이 데이터중계기술위성(DRTS)(그림 2 참조)으로, 2000년도와 2002년도에 각 1개씩이 東經 90°와 170°에 쏘아 올려진다. DRTS는 일본에서는 초기의 정지궤도상 초기질량 1.5톤 클래스의 중형 정지3軸버스의 위성으로, 직경 3.5m의 안테나에 의하여 유저위성을 추적하는 고정도의 자세제어장치가 특히 장점의 하나이다.

차세대의 이동체위성통신 실험과 대형 위성버스기술 등의 개발과 실험을 위해 계획된 것이 기술시험위성 VIII형(ETS-VIII)(그림 3 참조)이다. ETS-VIII은 정지궤도상 초기 질량 약 2.5톤 클래스의 대형위성으로, 직경 13m의 대형전개안테나 2기를 갖추고 핸드헬드형 휴대전화로 통화가 가능하게 된다. 대형전개안테나에 대하여는 일본에서는 플라이트실적이 적어 앞으로의 개발성과가 기대되는데, 장래 이 안테나를 더욱 대형화하여 지상의 유저단말의 대폭적인 소형화를 도모하는 것이 개발의



〈그림 3〉 ETS-VIII 想像圖

포인트이다.

멀티미디어시대의 정보인프라 스트럭처(소위 "정보수퍼하이웨이 구상")에는 지상의 광통신네트워크와 함께 위성통신네트워크가 중추적인 역할을 할 것이라는 것이 이제는 정설로 되어 있는데, 이 목적에 사용되는 초고속 위성통신시스템의 개발도 개시되었다. 일반적으로는 "기가비트衛星"으로 불리는 것으로, 超廣帶域中繼器나 고성능 액티브 페이즈드 어레이 안테나 등의 기술을 기반으로 2002년경에는 우주실증을 실시할 것을 계획하고 있다.

低高度의 周回衛星을 사용한 이동체통신에서 휴대형 단말로 고품질 영상전송을 실현하려고 하는 차세대시스템인 글로벌멀티미디어 이동체위성통신시스템(GM-MSS)의 검토도 개시되고 있다. 이것은 후술하는 미국의 이리듐, 텔레데스크의 차세대시스템을 겨냥하는 것으로, 2005년경 쏘아올리는 실증을 목표로 기술적 과제를 클리어하기 위한 연구개발이 개시되고 있다.

이상과 같이 현세대의 글로벌한 위성통신시스템 전개에 대한 기술개발에 뒤지고 있다는(특히 저코스트화기술) 위기감이 용수철이 되어 차세대를 향한 통신위성 기술개발을 적극적으로 추진하려는 분위기가 조성되고 있다. 지금도 고체화전력증폭기(SSPA)를 비롯하여 일

본에서 개발된 통신위성용 하드웨어는 그 고성능과 가격경쟁력으로 구미의 주요 위성메이커로부터 높은 평가를 받아 사용되고 있는 실정이다. 또한 전술한 차세대를 향한 기술개발이 가속화되고 우수한 글로벌통신시스템과 고성능 하드웨어가 실현되면 세계의 통신인프라에의 공헌과 국제협력 프로그램의 구축에 큰 의의를 가질 것이다.

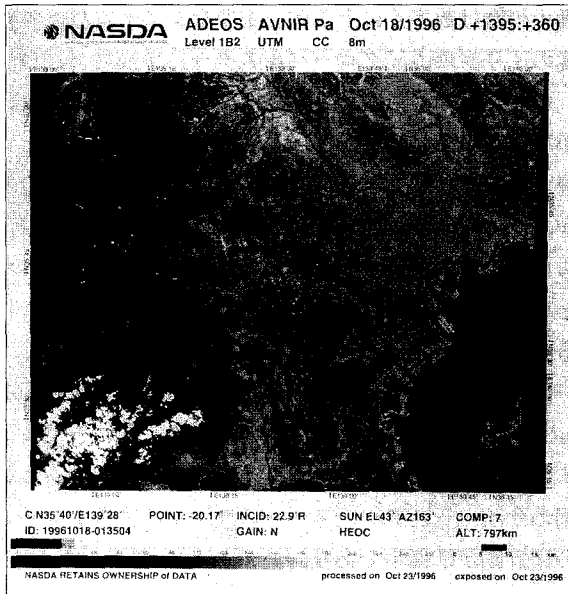
2.2 地球觀測分野

종래의 일본의 지구관측위성계획은 주로 지구과학과 결부된 것으로서, 관측데이터에 기초한 연구성도가 2차적으로 수산업이

나 자원개발, 환경관리라는 실응용으로 연결되는 것이었다. 그런데 구미에서는 위성에 의한 지구관측데이터의 최대 유저는 국방계통이며 최근에는 이것이 지도작성, 재해감시, 위기관리 등의 일반행정 및 민간용으로 널리 사용되게 되었다. 일본에서도 요즘 미국의 상용지구관측위성의 1m급 고분해능데이터가 시판될 예정으로, 지구관측위성의 상업화 및 국제협력시스템화가 진전될 것으로 예상되고 있다.

최근의 지구관측위성 가운데 '96년 여름에 쏘아올려진 지구관측 플랫폼기술위성(미도리)에서는 고성능 可視近赤外放射計(AVNIR)에 의한 일본 최초의 분해능 8m의 광학화상을 비롯하여 미·불과의 국제협력에 의하여 탑재된 센서를 포함한 8종의 센서가 3.5톤급 대형 위성버스상에 배치되어 귀중한 지구관측데이터를 송부해 오고 있다(그림 4 참조). "미도리"에 의하여, 대형위성버스에 다수의 관측센서를 탑재하는 기술적 과제에 대하여 충분한 실증을 얻어, '99년 쏘아올릴 예정인 환경관측기술위성(ADOES-II)(그림 5 참조)에서는 같은 클래스의 대형위성으로 하여 쏘지구규모의 물이나 에너지환경의 메커니즘해명에 불가결한 지구과학데이터의 취득을 목적으로 고성능 마이크로파방사계(AMSR) 등의 센서가 탑재된다. 또한 대형관측위성시리즈

로서 계획되고 있는 陸域觀測技術衛星(ALOS)에서는 재해상황 파악과 자원탐사 등 고도의 陸域觀測技術의 개발을 목적으로 하는 광학센서에 더하여 분해능 10m의 合成開口레이더가 탑재될 예정이다. 이 레이더는 일본에서 이 분야에서는 처음인 페이즈드어레이 방식인 것이 특징이다.



〈그림 4〉 ADEOS의 畫像例

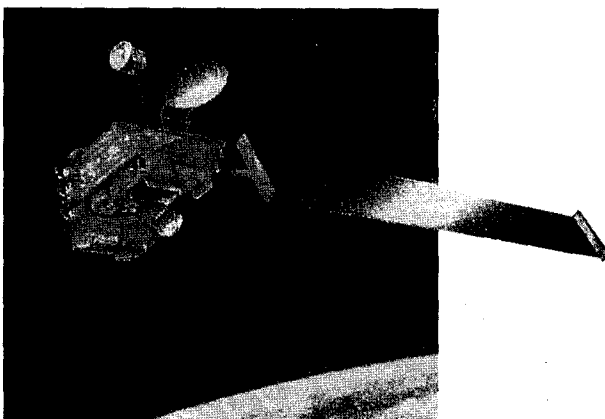
구미에서는 이미 나타나고 있는 경향이지만 앞으로는 일본에서도 지구관측데이터가 과학분야 이외에도 이용이 진전됨에 따라 현재 단지 1개뿐인 대형다기능 관측 위성에서 값싸고 單機能이면서 高分解能인 여러 개의 소형위성 시스템으로 변화하여 관측빈도를 높이고 또한 화상코스트를 내리는 경향이 개발에 도입될 것이다.

지구관측분야에서 지상에서의 관측데이터처리, 해석 기술이 극히 중요함은 말할 것도 없다. 종래 이러한 면에서도 지구과학이라는 단면에서의 기술이 주류였으나 앞으로는 전술한 것과 같은 용도확대에 따라 變化抽出, 분석, 변화예측의 분야에 기술개발의 중점이 옮겨갈 것도 고려될 수 있다.

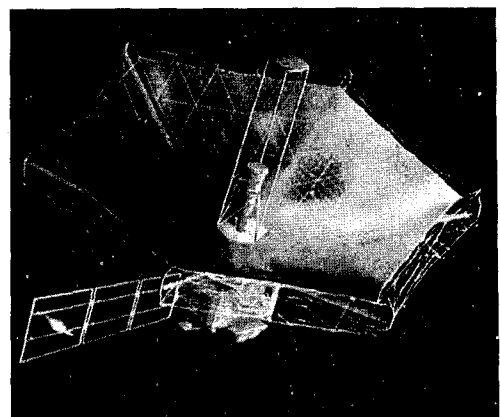
지구관측분야는 통신분야와 같이 일반적인 국민 개개인의 생활과 밀착되기에는 어려운 면도 있으나 재해, 환경, 안전보장이라고 하는 지구레벨의 국제협력계획으로서의 기대는 크며, 특히 전천후형센서인 合成開口레이더 등의 기술개발로 일본이 세계에 크게 공헌할 수 있는 분야일 것이다.

2.3 기타 분야

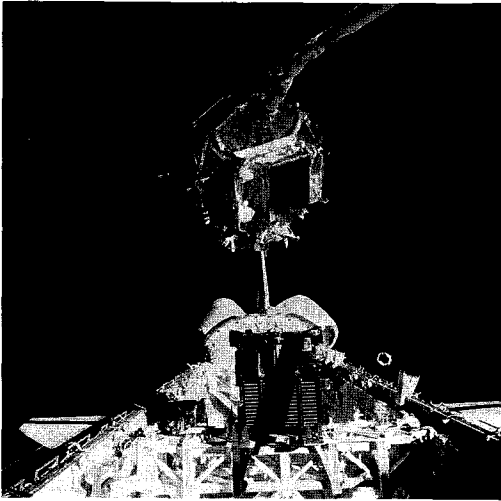
우주과학분야에서는 제16호 과학위성 MUSES-B(하루카)에 탑재된 超長基線干涉計(VLBI) 대형안테나 展開(그림6 참조)의 성공으로 일본을 비롯한 제외국에



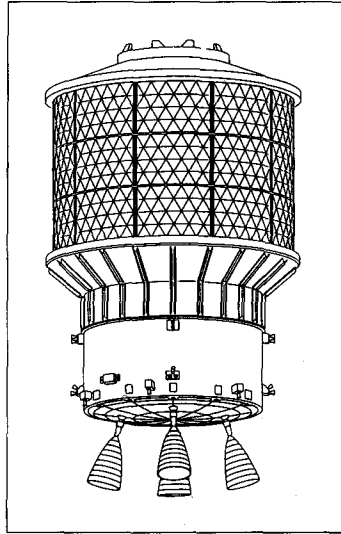
〈그림 5〉 ADEOS-II 想像圖



〈그림 6〉 MUSES-B의 대형안테나



〈그림 7〉 SFU의 회수상황



〈그림 9〉 우주스테이션 보급시스템의 외관

여 성공리에 회수되어(그림 7 참조) 유효한 실험결과를 얻게 되었다. 다음 계획으로는 차세대형 무인우주 실험시스템(USERS)(그림 8 참조)이 초전도재료 제조 기술의 개발을 목적으로 시스템 구축이 추진되고 있다.

종래에 없었던 새로운 시리즈로서 미션기구나 버스 콤포넌트의 사전 궤도상 실증을 목적으로 하는 미션실증 위성시리즈(MDS)가 계획되어, 앞으로 단기간의 개발로 값싸고 효율 좋게 사

진실증을 할 수 있는 유효한 길이 열렸다.

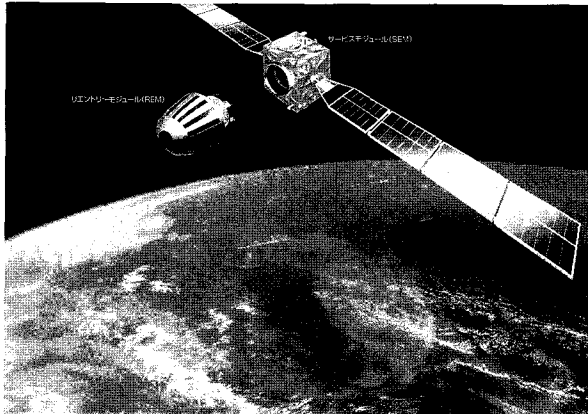
종래의 기상위성시리즈는 항공관제미션을 겸한 운수 다목적위성(MTSAT)으로서 '99년도에 쏘아올릴 예정이며 GPS를 사용한 세계의 항공관제시스템의 파이어니어로서의 역할이 기대되고 있다.

위성과 수송계 쌍방의 기능을 갖는 우주기의 하나로 우주스테이션에 자재를 보급하는 시스템(그림 9 참조)의 개발도 개시되었다. 2001년도에 기술실증기가 쏘아올려질 예정인데, 위성의 랑데부·도킹 및 항법유도 제어기술에 로켓의 기체와 추진기술이 고도로 결합되는 위성·로켓 양산업의 융합화의 예로서 주목되고 있다.

3. 衛星通信의 현황과 전망

3.1 세계의 현황

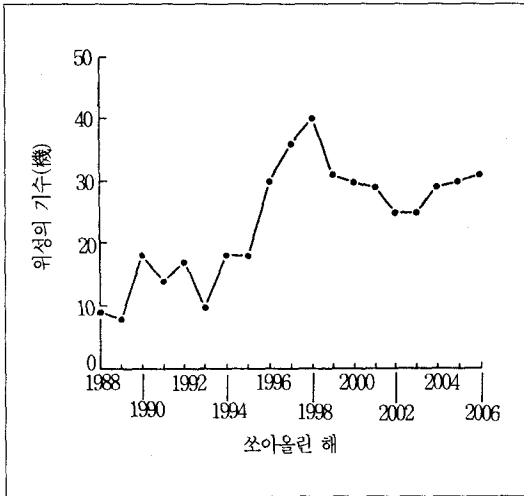
지난 5년간 세계위성통신은 눈부시게 성장했다. 그 요인으로서 아시아를 비롯한 개발도상국 등에서 지상



〈그림 8〉 USERS의 상상도

서 전파천문관측의 유력한 수단으로 운용되고 있는 것이 최근에 화제가 되고 있으며, 앞으로도 천문계·지구 주변계의 양면에 걸쳐 활발한 관측계획이 수립되고 있다. 특히 달·惑星의 과학탐사에 대하여는 차후 달표면에서의 각종 우주활동을 전제로 달의 무인탐사시스템의 연구가 개시되었다.

우주환경이용분야에서는 일본 최초의 회수재이용형 실험플랫폼인 스페이스 플라이어유닛(SFU)이 '96년에 스페이스 셔틀을 탑승한 일본의 若田우주비행사에 의하



〈그림 10〉 상용정지통신/방송위성의 시장동향

통신네트워크의 정비가 늦어지고 있는 것을 비교적 손쉽고 값싸게 리커버할 수 있다는 점에서 위성통신을 높이 평가하고 있음을 들 수가 있다. 세계에서 이제까지 쏘아올려진 정지통신위성의 개수에 대한 신장상황을 그림 10에 나타내었다. 위성수명의 신장으로 갱신수요를 신규수요가 훨씬 상회하고 있음을 알 수 있다.

이상의 고정통신의 신장에 더하여 앞으로 계속하여 글로벌규모의 低 또는 中궤도의 이동체위성통신시스템이 등장한다. 계획중인 것은 더 많이 들 수 있으나 주요

〈표 1〉 이동체시스템의 비교

시스템명칭	IRIDIUM	ODYSSEY	GLOBALSTAR	ICO
실사사업자	Iridium Inc.	TRW Inc.	Globalstar	ICO Global Communications
위성총수	66	12	48	10
궤도면수	11개×6면	4개×3면	6개×8면	5개×2면
궤도고도	780km	10,354km	1,414km	10,355km
주회시간	1시간 40분	6시간	1시간 54분	6시간
궤도경사각	86.4도	55도	52도	45도
위성중량	689kg	2,200kg	약 450kg	2,600kg
발생전력	1,200W	6,177W	1,000W	8,700W
피더링주파수	K대	K대	C대	C대
서비스링주파수	L대	L/S대	L/S대	S대
서비스	음성, 페이징, 데이터, FAX, 측위	음성, 페이징, 데이터, FAX	음성, 페이징, 데이터, FAX, 측위	음성, 페이징, 데이터, FAX
서비스개시	1998년	1999년	1999년	2000년

시스템만으로도 저고도의 이리듐, 글로벌스타, 중고도의 ICO가 있으며 어느 것이나 위성 제작중으로 '98년부터 '99년중에 개업을 예정하고 있다(표 1 참조).

정지궤도의 이동체위성통신시스템은 지역적인 것이나 이미 미국의 AMSC, 캐나다의 TMI가 영업중에 있으며 또한 대형안테나를 탑재하여 지상단말을 핸드헬드형으로 하는 중국의 APMT, 인도의 Agrani가 잇따라려고 하고 있다.

한편 미국이 주창하는 GII(Global Information Infrastructure)계획에 호응하는 형태로 저궤도의 글로벌시스템으로서 미국의 텔레디직, 정지궤도시스템으로서 미국의 사이버스타, 스페이스웨이, 애스트로링크 등의 계획이 준비중에 있으며 어느 것이나 Ku대 또는 Ka대를 사용한 고속통신을 목표로 하고 있다(표 2 참조).

이들 시스템의 중핵이 되는 통신위성은 정지궤도위성에 대하여는 대형화·대출력화하는 경향이어서, 현재 주류로 되어 있는 정지궤도상 초기질량 1.5톤 전후, 발생전력 5~10kW이던 것이 앞으로는 초기 질량 2.5~3톤, 발생전력 10~20kW로 이행하려고 하고 있다. 한편 저고도위성은 질량 500~800kg의 소형위성이 중심으로, 민생부품의 사용 등으로 초저코스트와 운용을 극력 자율화함으로써 운용의 용이화·성력화를 특징으로 하고 있다. 앞으로의 통신위성의 추세는 분명히 대형고출력화와 소형저코스트화의 두 극으로 나누어질 것이다.

전술한 바와 같이 미국은 분명히 세계의 신장하는 위성통신시장에서 압도적 주도권을 잡기 위하여 투자나 정책면에서의 반영강화에 노력하고 있으며, 구주가 이에 뒤따라가고 있다. 일본이 서브시스템, 콤포넌트 공급만을 하는데서 빨리 탈피하여 위성시스템과 통신시스템 전체에 참가함으로써 세계의 차세대통신인프라 구축에 협

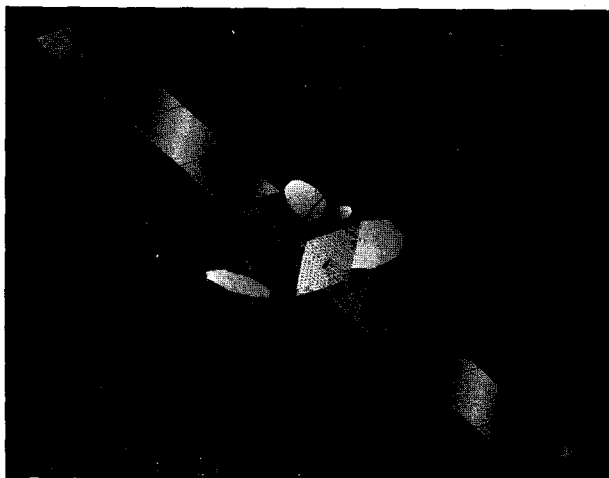
〈표 2〉 Ka대 시스템의 비교

시스템 명칭	Teledesic	Spaceway	CyberStar	Astrolink
실시 사업자	Teledesic Corp.	Hughes Communications Galaxy Inc.	Loral Space & Communications Ltd.	Lockeed Martin Corp.
궤도 위치	저궤도, 주회위성 고도: 1,300~1,400km	정지	정지	정지
위성수	288	20	3+1(예비)	9
궤도 슬롯수	-	15	3	5
위성 버스	-	HS-702	FS-1300	A2100
전송 레이트	16kbps~2Mbps 155Mbps~1.2Gbps	16kbps~6Mbps	384kbps~3Mbps	16kbps~8Mbps
서비스	음성, 화상, 데이터	음성, 화상, 데이터	음성, 화상, 데이터	음성, 화상, 데이터
서비스에어리어	전세계	전세계	전세계	전세계
서비스 개시	2002년	1999년	2000년	2000년

력할 수 있도록 기술개발에 매진할 것이 요망된다.

3.2 일본의 현황

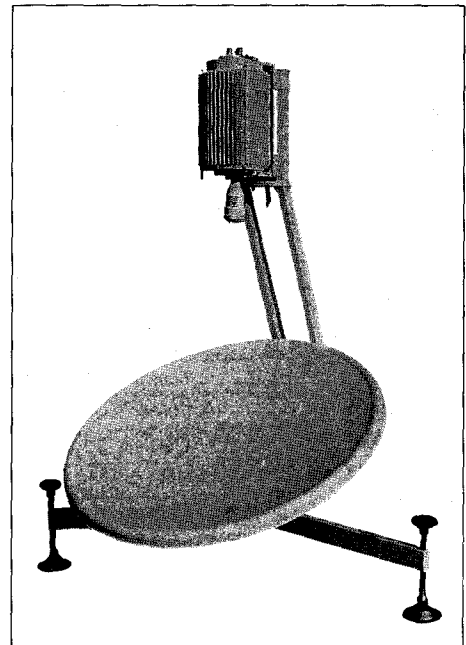
일본에서 위성통신이 독자적인 특성을 살려 지상네트워크를 보완·강화하는 것으로 주목을 받기 시작한 것은 '85년의 통신자유화 후에 우주통신(주) 외 1개사가 순수 민간의 제1종통신사업자로 설립되어 활발한 용도개발을 시작한 이후라고 할 수 있다(그림 11 참조). 그때까지의 위성통신은 일반 유저에 직결되는 것이 아니고 주로 비상용, 벽지용으로 대형안테나를 局內설치하는데 사용되는 것이 주류였다. 현재는 위성통신은 방송



〈그림 11〉 슈퍼버드-C의 상상도

국의 뉴스취재, 기업의 사내교육, 대학이나 예비교의 원격수업, 자치단체의 방재통신 및 방위통신 등에 널리 사용되며 초소형안테나로 宅內설치가 가능하도록 되어가고 있다. 또한 디지털영상 압축기술의 급속한 진보에 따라 종래의 아날로그방송보다도 고품질이면서

트랜스폰더帶域의 유효이용이 가능하게 되어 트랜스폰더 이용요금의 저하에 따라 이용이 증가하고 있다. 이 결과가 가장 현저한 것이 디지털다채널 CS방송의 보급으로, 일본에서는 요 1~2년 사이에 약 300채널의 각종 프로그램이 등장하여 텔레비전프로그램 그 자체를 바꿀 정도가 되었다. 기존의 BS방송도 서서히 디지털로 전환하는 방침이 나오고 있다. 고품위 TV용코덱기



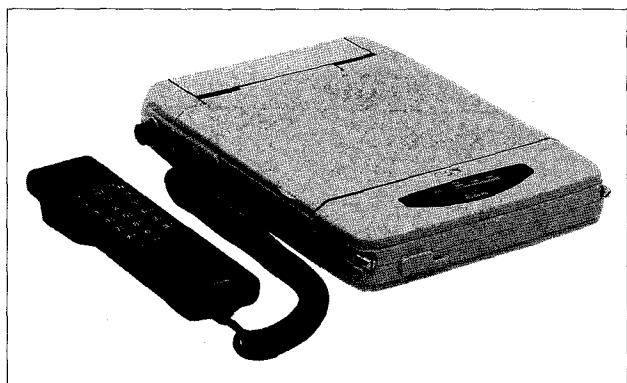
〈그림 12〉 USAT의 외관

술에 대하여도 일본의 개발성과가 미국의 ATV규격용으로 높은 평가를 받기 시작하였다.

통신위성의 이용은 일본에서는 종래, 영상 특히 방송 모드에 의한 것이 다수를 점하여 왔으나 최근에는 소위 초소형지구국(Very Small Aperture Terminal: VSAT, Ultra Small Aperture Terminal : USAT, 그림 12 참조)의 저가격화의 급속한 진행에 따라 소위 멀티미디어 통신용의 인프라로서 動畫 등의 고속데이터에 이르기까지 커버하는 네트워크로서의 중요성이 급속히 높아지고 있다. 특히 디지털多채널 CS방송의 수신계와 조합하면 2010년경으로 예정되어 있는 지상광통신네트워크의 정비를 기다리지 않고 지금 곧 멀티미디어 네트워크를 실현할 수 있는 메리트는 크다고 할 수 있다.

이상은 고정통신의 상황이나 이동체통신분야에서도 일본의 독자적인 서비스가 개시되고 있다(그림 13 참조). NTT이동통신망(주)(NTT도코모)의 서비스에서는 연안선박을 중심으로 하고 자동차 등의 육상유저도 대상으로 하여 현재 위성통신으로서는 세계 최소의 노트북퍼스컴사이즈의 휴대단말이 이용되고 있다. 핸드헬드 유저단말로서는 이미 ICO Global Communications社용으로 일본의 유력메이커가 중심이 되어 개발이 진행중에 있다.

차세대 대형시스템으로서 2.1절에서 기술한 GMMSS계획이 일본 특유의 신규성이 풍부한 것으로



〈그림 13〉 J-MSAT의 외관

서, 그 개발의 급속한 진전으로 세계의 통신인프라에 주는 공헌과 인팩트가 기대된다.

이상과 같은 일본의 독자적인 시스템과 서비스 전개에 따라, 사용되는 통신위성도 종래의 미국제 일변도에서 일본 메이커가 가격경쟁력을 키움으로써 국내제품으로 서서히 대체되고 있으며, 보다 높은 운용상의 신뢰성요구에 응하여 만일의 경우 궤도상에서의 고장에 대해서도 즉각 만전의 조치를 취할 수 있게 될 것이다. 구미의 위성통신회사와 같이 다수의 위성을 갖지 않아 즉시 대체위성으로의 전환이 곤란한 사업자에 대하여는 가격만 구미 정도로 내려가면 운용상의 최대한의 신뢰를 얻을 수 있는 국산위성의 메리트는 커질 것이다.

4. 맺음말

극히 제한된 페이지수이지만 주로 일본과 세계의 우주개발과 위성통신의 현황 그리고 전망의 일면에 대하여 기술하였다.

국가나 국민의 중요인프라를 위한 우주이용은 넓어지고 있는 실정이며, “히마와리”의 天氣圖, BS방송, CS디지털텔레비전, CS에 의한 뉴스취재, 카네비게이션의 보급 등을 생각하면 이미 우주없는 국민의 생활이 성립되지 않는 단계에까지 달하였다고 할 수가 있다. 이런 경향은 앞으로 더욱 확대될 것으로 보이며, 우주가 국민생활에 보다 큰 공헌을 하기 위하여 국가에 의한 유효한 대형선행개발, 나아가 이것을 상업화하는 민간의 노력이 밸런스있게 실행되는 것이 필수적이다.

과거에는 우주이용에 뒤떨어졌던 일본이 21세기를 향하여 제외국을 리드하여 국제적으로도 우수한 기술로 공헌할 수 있도록 국민의 노력이 한층 더 요망된다. ◻

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.