

일본의 정지궤도위성 개발에 관한 조사

이호형*

A Survey on Japan's Geo-Stationary Satellite Development

Ho-Hyung Lee*

Abstract

This is a survey report of Japan's geo-stationary satellite development. Owing to Japanese government's ambitious space development efforts since 1950's, Japan became the fourth country that launched successfully its own satellite by using its own launch vehicle with the launch of Japan's first satellite, Ohsumi, in 1970. Since then Japan is maintaining a world leader's position in space development with continuous technology accumulation. Japan is injected 97 satellites into orbit (third in the world) by the end of 2003 including 18 science satellite series, 7 technology experiment satellite series, 5 meteorological satellites, and numerous telecommunication and broadcasting satellites, etc. With successful delivery of Optus C1 satellite to SingTel Optus Pty., Ltd. in Australia in June 2003 by MELCO, Japan is capable of competing in the international geo-stationary satellite market.

초 록

본 논문은 일본의 정지궤도 위성개발에 대한 조사 보고서이다. 1950년대부터 일본정부의 의욕적인 우주개발 덕분에, 일본은 많은 어려움을 극복하면서 1970년 일본 최초의 위성인 오수미를 발사하여 세계에서 네 번째로 자국 발사체로 위성을 성공적으로 발사하는 국가가 되었다. 그 이후 지속적인 기술축적이 이루어져 우주개발 선진국으로서의 위치를 유지하고 있다. 일본은 2003년 말까지 18기의 과학위성, 7기의 기술시험위성, 5기의 기상위성, 및 수많은 통신방송위성 등을 포함하여 총 97기의 위성을 궤도에 진입시킴으로써, 세계에서 3번째로 많은 위성 보유국이 되었다. MELCO사가 2003년 6월 Optus C1 위성을 호주의 SingTel Optus사에 성공적으로 납품함으로써, 일본은 국제 정지궤도위성 시장에서 경쟁할 능력을 갖추었다.

키워드 : 일본(Japan), 지구정지궤도위성(geo-stationary satellite), 기술시험위성(ETS), 통신위성(BS), 방송위성(BS), 일본통신위성(JCSAT), 정지궤도기상위성(GMS), 다기능운송위성(MTSAT)

* 통신해양기상위성사업단/hhlee@kari.re.kr

1. 서 론

일본은 일찍이 우주개발에 착수하여 1955년 동경대학에서 개발한 길이 23cm의 연필로켓을 고도 600m까지 시험 발사에 성공한 바 있으며, 이후 발사체 및 위성체의 개발을 거듭하여 1970년 일본 최초의 위성인 오수미 위성을 일본이 독자 개발한 람다 발사체에 실어 발사하였다. 이후 2003년 말 현재까지 97기의 위성을 궤도에 진입시켜 일본은 러시아, 미국에 이어 세계에서 세 번째로 많은 위성을 발사한 나라이다. 지난 2003년 일본은 ADEOS-2위성의 실패, H-2A를 이용한 정보수집위성 2기 발사의 실패, 및 화성 탐사선인 NOZOMI위성의 고장을 겪어 최악의 해를 맞은 반면, 중국은 유인우주선 발사 성공으로 기세를 올리고 있으나, 위성의 기술 수준이나 발사체의 기술 수준은 일본이 중국에 비해 앞선 것으로 평가된다. 일본은 3~4년 내로 해상도 50cm의 첩보위성을 배치할 계획이며, H-2A 발사체의 발사능력도 2005년까지 7.5톤으로 증강시킬 계획을 갖고 있다. 일본의 우주개발은 NASDA(National Space Development Agency)와 ISAS(Institute of Space and Astronautical Science)를 중심으로 이루어져 왔었는데, 2003년 10월 1일자로 두 기관과 NAL(National Aerospace Laboratory)의 세 기관이 통합된 JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency)가 출범하였다.

한국에서는 1992년 11월 과학위성인 우리별 1호가 아리안로켓에 의하여 발사됨으로써 최초의 위성을 보유하게 되었으며, 우리별 위성은 3호까지 발사되었고, 우리별 4호인 과학위성 1호가 2003년 9월 발사되었다. 미국의 제너럴일렉트릭사에 의하여 제작된 무궁화위성 1호가 델타로켓에 의하여 1995년 8월 발사되어 최초의 통신위성을 보유하게 되었고, 1999년 9월 무궁화위성 3호까지 발사되었으며, 무궁화위성 4호는 생략한 채 무궁화위성 5호가 현재 프랑스의 Alcatel사에 의하여 제작 중이다. 또한, 한국항공우주연

구원과 미국의 TRW사에 의하여 공동개발된 아리랑위성 1호가 1999년 12월 토러스로켓에 의하여 발사에 성공하여, 광학 지구관측 위성을 보유하게 되었으며, 실용급 위성의 개발기술 획득이 이루어졌다. 현재까지 한국은 8기의 위성을 발사하였다.

위에서 알 수 있듯이 가까운 이웃인 일본에 비하여 우리의 우주개발은 비교할 수도 없을 정도로 초보 단계에 있다고 할 수 있다. 본 논문에서는 2003년 말까지 일본의 정지궤도 위성 개발 현황에 대하여 상세하게 알아보았다.

2. 본 론

2.1 정지궤도 기술시험위성

NASDA는 정지궤도 통신방송 위성 관련 기술 획득을 위하여 기술시험위성인 ETS-2(Kiku-2), ETS-5(Kiku-5), ETS-6(Kiku-6) 위성을 개발 및 발사하였다. Kiku는 국화를 의미한다.

ETS-2 위성은 일본 최초의 정지궤도 위성이며, 회전안정화방식의 위성으로서 정지궤도 위성의 발사, 추적, 및 자세제어 기술습득을 목적으로 제작되었다. 미국의 Ford Aerospace사에 의하여 제작되어 1977년 2월에 N-1 발사체로 동경 130도에 발사되었다. 위성의 초기 궤도상 무게는 130kg이고 설계수명은 1년이었으나 1990년 12월까지 작동하였다. 일본은 1977년에 3기의 정지궤도위성을 발사하였는데, ETS-2가 2월, 기상위성인 GMS-1이 7월 통신시험위성인 CS가 12월에 발사되었다.

ETS-5는 일본 고유의 Apogee Kick Motor를 사용하여 일본이 개발한 최초의 3축제어 위성으로서, 미쓰비시전기사에 의하여 제작되었다. 태평양 상공 항공기 제어, 통신 및 항행 보조, 배 탐색 및 구난이 주입무이다. ETS-5는 1987년 8월 H-1 발사체로 동경 150도에 발사되었다. 이 위성은 1997년 10월까지 작동하였다.

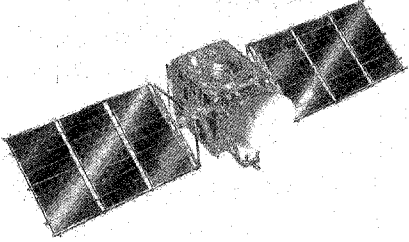


그림 1. 기술시험위성 5형(ETS-5)

ETS-6는 Ka 밴드, S 밴드, O 밴드를 이용한 위성간의 자료전송 및 이온추력기 시험을 목적으로 1994년 8월 H-2 로켓으로 발사되었다. 발사는 성공하였으나, 액체 아포지 추진계의 오작동으로 목표 궤도에 진입하지 못하여, 위성간 자료전송과 이동통신 임무는 완수하지 못하고, 이온추력기 시험임무만 수행하였다. 이 위성은 Toshiba에 의하여 제작되었는데, 발사중량은 3.8톤, 궤도상 초기 무게가 2톤, 위성체 바스의 크기가 2m x 2.8m x 3m에 달하며, 발생 전력이 4.2kw에 달한다. 설계수명은 10년이었으나, 1996년 7월까지 약 2년밖에 작동하지 못하였다.

현재 대형 안테나 전개, 이동통신 기술 시험 및 디지털방송 기술시험을 위하여 ETS-8 위성이 개발되고 있다.

표 1. 정지궤도 기술시험위성

위성	임무	궤도무게	발사일	궤도
ETS-2	정지궤도 발사, 자세제어 기술 습득 목적	130 kg	1977. 2. 23	130E
ETS-5	태평양 상공 항공기 제어, 이동통신 및 배 및 구난	550 kg	1987. 8. 27	150E
ETS-6	위성간의 자료전송 및 이온추력기 시험	2000 kg	1994. 8. 28	궤도진입실패

2.2 통신방송위성

2.2.1 CS 위성

일본의 정지궤도 통신시험위성인 CS (Communication Satellite) 시리즈는 일본이 최초의 정지궤도위성인 ETS-2를 발사한 것과 같은 해인 1977년 등장 이후 매우 성공적이었다. 일본 내의 위성통신시스템의 실용화를 목표로 여러 가지 통신 실험을 위하여 NASDA에 의하여 개발된 프로토타입 위성인 CS(또한 'Sakura - 벚꽃'으로 알려짐)는 미국의 포드항공우주사와 일본의 미쓰비시전기사에 의하여 제작되었으며, 1977년부터 1985년까지 운영되었다. 2세대 실용 위성인 CS-2a 및 CS-2b는 1983년에 발사되어 각각 1991년과 1990년까지 공공통신 및 재난시의 응급 전송 및 원거리 섬과의 통신을 위하여 운영되었다. CS-2a 및 CS-2b도 역시 포드항공우주사와 미쓰비시전기사에 의하여 제작되었다. 1988년에 발사된 CS-3a와 CS-3b 위성은 각각 동경 132도와 동경 136도에 위치하였다. 이들 위성은 회전안정화 방식이며, 550kg의 궤도상 초기 무게를 갖고 있으며, 미국의 포드항공우주사의 설계에 기초를 두고 있으나, 일본의 미쓰비시전기사에 의하여 제작되어졌다. CS-2 위성들이 350kg의 궤도상 초기무게를 갖고 있던 것 보다는 많이 증가하였다. 탑재체로는 Ka 밴드의 30/20GHz transponder를 작동용 10개, 예비용 5개를 갖고 있으며, C 밴드의 6/4GHz transponder를 작동용 2개, 예비용 2개를 갖고 있다.

CS-3a 및 CS-3b 위성의 후속으로 Nstar(CS-4) 위성이 Nikon Telegraph and Telephone (NTT)사 및 NTT Mobile Communication Network(NTT DoCoMo)사에 의하여 미국의 Space Systems/Loral사로부터 구매되어 Nstar-A 위성은 1995년 8월, Nstar-B 위성은 1996년 2월에 각각 발사되었으며, 이는 Loral사의 LS-1300(FS-1300) platform에 기초를 두고 있다. 이들 위성은 일본 내에서의 가정용 및 이동통신서비스를 제공한다. Nstar위성의 탑재체는

Ku밴드의 14/11 GHz Transponder 8개, Ka 밴드의 30/20GHz transponder 11개, 및 C밴드의 6/4GHz transponder 6개로 구성되어 있고, 설계수명은 10년이다.

CS 위성들은 모두 회전안정화방식이며, Nstar 위성들은 3축제어방식이다.

표 2. CS(Sakura) 시리즈

위성	발사일	궤도	제작사	발사체
CS	1977. 12. 15	135E	Melco/ Ford	Delta
CS-2a	1983. 2. 4	132E	"	N-2
CS-2b	1983. 8. 5	136E	"	N-2
CS-3a	1988. 2. 19	132E	Melco	H-1
CS-3b	1988. 9. 16	136E	"	H-1
Nstar-A	1995. 8. 29	132E	SS-L	Ariane
Nstar-B	1996. 2. 5	136E	"	"

2.2.2 BS 위성

CS 위성이 발사된 1년 후인 1978년 4월 7일, 'Yuri - 붓꽃'이라고 명명된 BSE(Broadcasting Satellite Experimental) 위성의 발사와 함께 BS 프로그램이 출범하였다. 이름이 내포하듯이 BS 시리즈 위성은 텔레비전 방송용 위성으로서, BS 위성과 같이 NASDA가 구매 및 발사하여 Telcommunication Advancement Organization of Japan(TAO)에 운영을 인계하였으며, 일본의 Ministry of Posts and Telecommunications 및 NHK 방송국을 위하여 만들어졌다. 모든 BS 위성은 동경 110도에 위치하고 있고, 직사각형구조의 몸체에 3축 안정화 방식 및 두개의 태양전지판을 갖는 동일한 기본 형상을 갖고 있다. 350kg인 BSE에 이어 1984년과 1986년 기본적으로 동일한 두 위성인 BS-2a와 BS-2b가 각각 발사되었다. 각각의 위성은 100W 14/12 GHz의 두개의 작동용 transponder와 한 개의 예비용 transponder를 갖고 있다. BS-2 시리즈는 General Electric사의 도움 하에 도시바사에 의

하여 제작되어 NASDA에 의하여 운영되었으며, 5년의 설계수명을 갖고 있다.

1990년 아리안, 1991년 아틀라스 발사 사고로 2개의 BS 위성을 잃은 후, BS 위성망은 1990년 8월 발사된 BS-3a 위성과 1991년 8월 발사된 BS-3b 위성으로 재구성되었다. BS-3 시리즈는 궤도상 초기 무게가 550kg이며, 펼친 길이가 15m인 태양전지판은 1.5kw가 약간 못미치는 전력을 제공한다.

탐재체로는 Ku밴드의 14/12GHz transponder를 작동용 3개, 예비용 3개 갖고 있다. 세 번째 BS-3위성인 BS-3N이 1994년 7월 8일 아리안에 의하여 발사되었다. BS-3N은 궤도상 초기 무게가 700kg으로서 다른 BS-3 위성보다 무겁다. BSE에서부터 BS-3N까지는 3축안정화방식인 AS-3000 버스를 기본으로 하고 있는데, 미국의 제작회사는 인수/합병에 의하여 RCA에서 General Electric, Lockheed Martin으로 바뀌어왔다.

1993년 일본의 NHK사를 중심으로 BSAT(Broadcasting Satellite System Corporation)사가 설립되었다. BSAT사는 위성방송을 위하여 좀더 강력한 BSAT-1a 및 BSAT-1b (BS-4)위성을 Hughes에 주문하여 1997년 4월 16일과 1998년 4월 28일 각각 아리안에 의하여 발사되었다. BSAT 위성은 1230kg 이다. BSAT-1a와 BSAT-1b는 다른 BS 시리즈 위성이 3축안정화방식인 것과 달리 회전안정화방식을 채택하였다.

1998년 11월 BSAT사는 공개경쟁 입찰을 통하여 2대의 Direct-To-Home 위성을 미국의 Orbital Sciences Corporation(Orbital)사에 주문하였다.

이들 BSAT-2a, BSAT-2b 위성은 중전의 아나로그 체계보다 높은 해상도로 전송을 하고, 넓은 화면으로 일본에 Direct-To-Home digital high-definition TV 서비스를 제공하도록 설계되었다. 위성무게는 1290kg이며, OSC사의 Star-1 버스를 기본으로 하고 있다. BSAT-2a는 2001년 3월 아리안 5로 발사되어 정상운영되고 있으나, BSAT-2b는 2001년 7월 아리안 5로 발사되었으나 목표궤도에 미치지 못하여 사용이 불가하여 2001년 9월부터 대체 위성인 BSAT-2c가 제작되어 2003년 6월 발사되었다.

표 3. BS(Yuri) 시리즈 위성

위성	발사일	방식	제작사	발사체
BSE	1978. 4. 7	3축	도시바 /GE	Delta
BS-2a	1984. 1. 23	"	"	N-2
BS-2b	1986. 2. 12	"	"	N-2
BS-3a	1990. 8. 28	"	도시바 /LM	H-1
BS-3b	1991. 8. 25	"	"	H-1
BS-3N	1994. 7. 8	"	"	아리안
BSAT-1a	1997. 4. 16	회전	Hughes	아리안
BSAT-1b	1998. 4. 28	회전	Hughes	아리안
BSAT-2a	2001. 3. 8	3축	Orbital	아리안
BSAT-2c	2003. 6. 11	3축	Orbital	아리안

* 1990. 2. 22 BS-2x, 1991. 4. 18 BS-2h 발사실패

* BSAT-2b 발사실패

2.2.3 JCSAT

1989년 미국에 의하여 제작된 2개의 위성을 이용한 상업적인 일본 통신방송 네트워크가 시작되었다. 1985년 미국의 Hughes, 일본의 미쓰이와 C Itoh에 의하여, 정부에 의하여 통제되는 CS 및 BS 위성에 대응하여, 순수 상업적 목적으로 일본통신위성(Japanese Communications Satellite Company)사가 탄생하였다(Hughes는 후에 탈퇴함). 1989년 3월과 1990년 1월에 JCSAT-1과 JCSAT-2가 아리안과 타이탄 3에 의하여 각각 발사되었다. 두개의 위성은 동일하며, Hughes 사의 HS-393 platform에 기초를 두고 있다. 이들 위성은 일본 내의 음성, TV 방송화면, fax, 및 고속 자료전송을 위한 신호를 중계한다. 이들 1.4톤 회전 안정화 방식의 위성들은 직경이 3.7m이고, 접혀진 상태에서는 높이가 3.4m이고, 태양전지판이 펼쳐졌을 때는 높이가 10m이다. 탑재체로는 8개의 예비용을 포함하여 40개의 14/12GHz transponder를 갖고 있고, 한 개의 직경 2.4m 크기의 안테나를 통하여 작동

된다. JCSAT-1과 JCSAT-2 위성들은 각각 동경 150도와 154도에 위치하고 있으며, 수명은 10년이다.

통신산업의 성장을 예견하고, 일본통신위성사는 미국의 Hughes사와 HS-601에 기초를 둔 JCSAT-3위성과 JCSAT-4 위성을 1993년과 1995년에 각각 계약하였다. 이들 위성은 3축 안정화 방식이며, Ku 밴드는 아시아, 호주, 뉴질랜드 및 인도까지 서비스제공이 가능하고, C 밴드는 동남아시아와 하와이까지 서비스 제공이 가능하다. 이들 위성은 1995년 8월과 1997년 2월에 각각 Atlas-IIAS에 의하여 발사되었다. HS-601은 두개의 모듈로 구성되어 있다. 주구조물은 발사하중을 감당하고, 추진계, 버스 전자장비, 및 배터리를 장착하고 있다. 탑재체모듈은 통신장비 및 히트파이프를 장착하고 있다. Reflectors, antenna feed 및 태양전지판은 주구조물 모듈에 직접 부착된다. 이들 위성은 4장의 태양전지판으로 구성된 태양전지판 날개를 두개 갖고 있으며, 태양전지판을 전개했을 때의 길이는 26.2m이다. 이 태양전지판은 5kw의 전력을 제공한다. 접혀진 상태의 크기는 폭 2.8m, 깊이 4.9m, 높이 3.8m이다. 궤도상 초기 무게는 1841kg이고, 수명은 12년이다. JCSAT-3는 동경 128도, JCSAT-4는 동경 141도에 위치한다.

JCSAT-5와 JCSAT-6는 JCSAT-3와 JCSAT-4와 같이 HS-601에 기초를 두고 있어 거의 동일 형상이며, JCSAT-5는 1997년 12월 아리안에 의하여, JCSAT-6는 1999년 2월 Atlas-IIAS에 의하여 발사되었다. JCSAT-5와 JCSAT-6 위성은 멀티미디어와 인터넷 서비스까지도 제공한다.

JCSAT-8 위성은 JCSAT-2를 대체하기 위한 위성으로서 Hughes가 Boeing에 합병된 후 HS-601의 명칭을 바꾼 BSS-601에 기초를 두고 있어 이전 위성들과 거의 같은 형상이다. JCSAT-8 위성은 2002년 3월 아리안에 의하여 발사되었다. JCSAT-8 위성은 16개의 Ku 밴드 transponder와 16개의 C-band transponder를 갖고 있다.

표 4. JCSAT 위성

위성	발사일	궤도	방식	발사체
JCSAT-1	1989. 3	150E	회전	아리안
JCSAT-2	1990. 1	154E	"	타이탄-3
JCSAT-3	1995. 8	128E	3축	ATLAS-IIAS
JCSAT-4	1997. 2	141E	"	"
JCSAT-5	1997. 12	150E	"	아리안
JCSAT-6	1999. 2	124E	"	ATLAS-IIAS
JCSAT-8	2002. 3	154E	"	아리안

2.2.4 SUPERBIRD

일본의 또 하나의 상업적 통신방송 네트워크로서 일본우주통신 (Japanese Space Communications Corporation)사는 1985년에 JCSAT보다 1개월 먼저 설립되었으나, 첫 번째 위성인 Superbird는 JCSAT보다 3개월 늦게 발사되었다. 일본우주통신사의 Superbird는 3축안정화방식인 Space Systems Loral(전에는 Ford Aerospace)의 LS-1300(FS-1300) 버스에 기초를 두고 있다. 1.5톤의 Superbird 위성은 26개의 transponder를 갖고 있는데, 23개는 Ku밴드(14/12GHz), 3개는 Ka밴드(29/19GHz)이다.

Superbird A는 1989년 6월에 아리안에 의하여 동경 158도에 발사되었으나, 작동을 정상적으로 하지 못하여, 1991년 폐기되었다. 두 번째 위성인 superbird B는 1990년 2월 아리안 발사실패로 인하여 상실되었다. 정상적인 위성망은 1992년 12월 발사되어 동경 158도에 위치한 Superbird A1과 1992년 2월 26일에 발사되어 동경 162도에 위치한 Superbird B1에 의하여 형성되었다. Superbird C는 Hughes의 HS-601에 기초를 두고 있으며, 1997년 7월 28일 발사되었다.

Superbird 4는 HS-601HP에 기초를 두고 있으며, 2000년 2월 아리안에 의하여 발사되었다. Superbird 4는 23개의 Ku밴드 및 조정 가능한 Ku-band spot beam을 통하여 일본 및 아시아

태평양지역에 통신서비스를 제공하고, 6개의 Ka 밴드 transponder를 통하여 광대역 및 고속 자료전송 서비스를 제공한다. Superbird 4는 실리콘 태양전지를 이용한 3개의 판과 dual-junction 갈륨아세나이드 태양전지를 이용한 1개의 판으로 구성된 날개 두개를 갖고 있어 5.5kw의 전력을 제공한다.

Hughes 사의 HS-601 버스는 기본형과 고전력의 'HP' 모델이 있는데, 1987년 등장 이후 전세계적으로 70여개 이상 주문되어 가장 인기있는 모델이 되었다.

Superbird 5는 일본의 일본우주통신사와 일본통신위성사가 공동으로 록히드마틴에 주문하여 제작된 위성으로서 NSAT-110으로 더 알려져 있으며, 2000년 10월 6일 아리안에 의하여 발사되었다. 버스는 록히드마틴의 A2100AX이다. 이 위성은 동경 110도에 위치하고 있으며, 24개의 Ku 밴드 transponder를 탑재하고 있고, direct TV 방송 적용도 포함하고 있다.

표 5. Superbird 위성

위성	발사일	궤도	제작사	발사체
Superbird A	1989.6.5	158E	Ford	아리안
Superbird B1	1992.2.26	162E	SS-L	아리안
Superbird A1	1992.12.1	158E	SS-L	아리안
Superbird C	1997.7.28	144E	Hughes	Atlas
Superbird 4	2000.2.18	140E	"	아리안
Superbird 5 (NSAT-110)	2000.10.6	110E	LM	아리안

* 1990. 2. 22 Superbird B 발사실패

2.3 기상위성

2.3.1 GMS 위성

일본은 1960년대부터 일본기상청에서 기상위성개발에 대한 기초연구를 하였는데, 기상위성

개발 초기에는 위성개발능력 및 일본 발사체의 발사능력을 고려하여 극궤도 기상위성을 심각하게 고려하였다. 그러나, 이 당시 미국과 유럽은 정지궤도위성을 이용한 세계기상감시체계 구축 계획을 구상하고 있었는데, 이의 일환으로서 동태평양지역의 정지궤도 기상위성의 필요성이 절실히 요구됨에 따라, 미국과 유럽의 권유에 의하여 정지궤도 기상위성의 개발로 급선회하게 되었다. 따라서, 정지궤도 기상위성 개발을 위한 미국 및 유럽과의 기술협력도 자연스럽게 용이하게 할 수가 있었다. 일본기상청이 기초연구를 끝내고, 1973년부터 개발의 주체가 NASDA로 인계되면서 1976년 발사를 목표로 본격적으로 개발이 추진되었다.

일본의 정지궤도 기상위성인 GMS (Geostationary Meteorological Satellite, 일본명 Himawari - 헤바라기) 위성은 1호에서부터 5호까지 미국의 Hughes사의 기술협력 하에 NASDA에 의하여 개발되었고, NASDA와 일본 기상청에 의하여 운영되었다. 위성 본체는 HS-335가 기본모델로서 회전안정화방식이다. GMS-1은 그 당시 일본 발사체의 발사능력이 정지궤도 위성을 발사하기에 부족하여 불가피하게 미국의 델타로켓으로 발사하게 되었다. 1977년 GMS-1이 발사된 이후, 현재까지 5기의 GMS 위성이 발사되었으며, GMS-5를 끝으로 GMS 시리즈는 끝을 맺고, MTSAT-1R이 역할을 이어받는다. GMS 위성들의 운영 궤도는 동경 140도이다. 아래의 표 6은 GMS 위성들의 발사일과 발사체를 보여준다.

표 6. GMS 시리즈 위성

위성	발사일	발사체
GMS-1	1977. 7. 14	Delta 2914
GMS-2	1981. 8. 10	N-2
GMS-3	1984. 8. 2	N-2
GMS-4	1989. 9. 5	H-1
GMS-5	1995. 5. 18	H-2

GMS는 발사무게 670kg, 초기 궤도상 무게가 350kg, 직경 2.1m, 높이 3.4m이다. 태양전지판은 300w의 전력을 제공하고, 설계수명은 5년이다. 주요 탑재체는 VISSR(Visible and Infrared Spin Scan Radiometer)로서 지구와 구름에 대한 가시대역 및 적외선 대역에서의 스펙트럼 mapping을 획득한다. GMS-4까지는 2개의 band만을 갖고 있었는데, 가시대역 영상은 1.25km의 해상도로 0.5-0.75미크론 밴드에서 획득되고, 적외선 대역은 10.5-12.5 미크론 밴드에서 5km 해상도로 획득된다. 2500개의 가는 띠로 구성된 전지구 영상을 획득하는 데는 30분이 소요된다. 별도의 SEM(Space Environment Monitor) 탑재체는 solar proton, 알파입자, 및 전자 플럭스를 측정한다. GMS-5는 외관상으로는 GMS-4와 거의 동일하나, 하나의 가시대역(0.55-0.9미크론)과 3개의 적외선대역(10.5-11.5미크론, 11.5-12.5미크론, 6.5-7.0미크론)을 갖는 좀 더 정교한 VISSR을 탑재하고 있다. 가시대역과 적외선대역의 해상도는 GMS-1 ~ GMS-4와 같이 각각 1.25km와 5km로서 변함이 없다.

2.3.2 MTSAT 위성

MTSAT(Multifunctional Transport Satellite)는 일본의 기상위성인 GMS 시리즈 위성의 뒤를 이어 호주와 뉴질랜드를 포함하는 전 아-태지역에 기상자료를 제공하고, 항공기를 위한 통신 및 항행 서비스를 제공하기 위한 지구정지궤도 다기능운송위성이다. GMS 위성들이 회전안정화방식의 위성이었던 것에 비하여, MTSAT 위성은 3축제어방식의 위성이다. MTSAT-1은 Space Systems/Loral에 의하여 제작되어 1999년 H-2 발사체로 발사되었으나, 발사실패로 위성이 상실되었다.

이의 대체위성인 MTSAT-1R이 Space Systems/Loral에 의하여 제작되어 2004년 초 일본에 인도되었으며, H-2A 발사체의 2003년 11월 2기의 정보수집위성 발사 실패에 대한 대책이 수립되는 대로 금년 내로 H-2A 발사체로 발사될 예정

이다. 또한, MTSAT-2 위성이 외국의 기술지원 없이 일본 독자기술로 미쓰비시전기(MELCO)에 의하여 제작되고 있다. MTSAT-1R은 GMS위성과 같이 동경 140도에 위치할 예정이다.

MTSAT-1R은 SS/L의 LS-1300 버스를 기본으로 하고 있으며, SS/L이 주계약자였던 미국의 기상위성인 GOES I-M 위성에서 사용되었던 첨단 기술들을 사용하고 있고, 기상탐재체는 GOES 위성과 달리 Raytheon사에서 개발한 JAMI(Japanese Advanced Meteorological Imager)를 탑재하고 있다. MTSAT-2에는 ITT사가 제작한 GOES 위성에서 사용했던 기상탐재체와 유사한 MTSAT Imager가 탑재되었는데, MTSAT-1R에 탑재된 JAMI는 해상도 등 다른 기술적인 면에서 앞선 성능을 갖고 있고 능동적인 냉각방식을 채용하고 있다. MTSAT Imager는 가시채널의 해상도가 1km, 적외선채널의 해상도가 4km인데 비하여 JAMI는 가시채널 해상도가 0.5km, 적외선채널 해상도가 2km이다. 그러나, JAMI를 탑재한 MTSAT-1R의 영상은 통신주파수대역폭의 제한 및 지상시스템에서의 자료처리능력 한계로 최종 영상은 MTSAT-2와 동일한 해상도 밖에 얻지 못한다. 아래의 표 7은 MTSAT Imager와 JAMI의 특성을 비교한 표이다.

표 7. MTSAT Imager와 JAMI의 특성 비교

항목	MTSAT Imager	JAMI
탑재위성	MTSAT-2	MTSAT-1R
제작사	미국 ITT	미국 Raytheon
Aperture	31.1cm	20cm
크기	79x76x114cm	120x90x100cm
무게	135kg	100kg
소비전력	195W	85W
자료전송속도	<2.62Mbps	2.5Mbps
가시대역 S/N (100% Albedo)	190:1	1265:1
Quantization	10 bit	12 bit
해상도 능력	Vis 1km IR 4km	Vis 0.5km IR 2km
최종영상해상도	"	Vis 1km IR 4km

MTSAT-1R는 항공통신 및 항행 임무에 10년간 사용되고, 기상임무에는 5년간 사용될 예정이다. MTSAT-1R 위성은 발사시 무게는 2900kg이고, 궤도상 초기무게는 1250kg이다. 태양전지판은 한 쪽 날개만 갖고 있다. 태양의 복사에 의한 태양전지판에 가해지는 압력에 의한 모멘트를 보상하기 위하여 반대 쪽에 Solar Sail을 갖고 있는데, 이 Solar Sail은 약 15m 되는 boom의 끝에 달려있고, 직경이 약 2m, 길이가 약 4m 정도 된다. 면적 약 20m²의 태양전지판은 3KW의 전력을 제공한다.

기상탐재체의 관측 스펙트럼 밴드는 GOES 위성에서 사용되었던 것과 유사하다. 총 5개의 밴드가 사용되는데, 4개는 적외선 밴드이고, 1개는 가시광 밴드이다. IR4 밴드는 GMS-5에는 없었으나, MTSAT에서 새로 추가된 밴드로서, 밤에 낮은 수준의 구름을 감지하는데 유용할 것으로 기대된다. 광학부의 직경은 310mm 이고, detector는 북쪽 판넬에 설치된 heat sink에 의하여 97°K로 냉각된다. 지구 전체의 영상은 30분에 촬영되어 전송될 수 있다.

MTSAT-2는 외국의 기술지원 없이 미쓰비시전기(MELCO)사에 의하여 제작되고 있으며, MTSAT-1R이 발사된 이후에 발사되어 MTSAT-1R 기상탐재체의 수명이 다하는 때까지 (2008년경까지) 대기상태로 있을 예정이다.

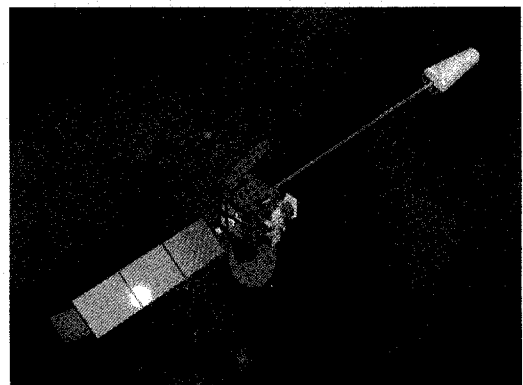


그림 2. MTSAT 위성

표 8. 일본 기상탑재체 및 GOES 위성의 관측
대역(단위: μm)

Channel	GOES	MTSAT	GMS	
			GMS-5	GMS-4
VIS	0.55 - 0.75	0.55 - 0.80	0.55 - 0.80	0.50 - 0.75
IR1	10.20 - 11.20	10.3 - 11.3	10.3 - 11.3	10.3 - 12.5
IR2	11.5 - 12.5	11.5 - 12.5	11.5 - 12.5	
IR3	6.5 - 7.0	6.5 - 7.0	6.5 - 7.0	
IR4	3.8 - 4.0	3.5 - 4.0		

3. 국제시장납품실적

일본이 저궤도위성을 독자적으로 개발한 실적은 많이 있으나, 정지궤도위성을 국제시장에서 주문받아 독자적으로 위성을 개발하여 국제시장에 납품한 실적은 한 건이 있다. 그것은 미쓰비시전기(MELCO)사가 호주의 SingTel Optus 사로부터 주문받아 제작하여 2003년 6월 11일 아리안 5G 발사체로 발사에 성공한 Optus C1 위성이다. Optus C1 위성은 발사시 중량이 5톤이고, 궤도상 초기무게가 2톤이며, 발생전력이 9500kw인 대형 통신방송위성이다. 호주, 뉴질랜드, 동남아시아, 및 하와이에 Direct-to-Home TV, 초고속 인터넷, 음성 및 자료통신 서비스를 제공하기 위한 위성이다. 이로써 일본은 수많은 위성개발 실적을 바탕으로 이제 정지궤도위성도 국제시장에서 경쟁할 수 있는 능력도 갖추었다고 할 수 있다.

4. 결 론

지금까지 가까운 이웃인 일본의 정지궤도 위성 개발 현황에 대하여 알아보았다. 일본은 1960년대 이후 발사체 개발 시 탑재위성으로서의 시험 위성, 과학위성, 및 기술시험위성 등 많은 위성들을 독자기술로 또는 외국과의 협력에 의하여 개발하였으며, 러시아와 미국에 이어 세계에서 세 번째로 많은 위성을 발사하였다. 정지궤도 위성에 있어서는 외국과의 지속적인 협력을 통하

여 38기의 정지궤도 위성을 성공적으로 목표궤도에 진입시켰다. 2003년 6월에는 일본의 MELCO사가 Optus C1 위성을 개발하여 호주의 SingTel Optus사에 납품함으로써, 정지궤도 위성의 국제시장에도 성공적으로 등장하여 국제 경쟁력을 갖추었다고 할 수 있다.

우리 한국은 정지궤도 위성에서 무궁화 1, 2, 3호를 발사하였고, 5호가 현재 제작 중이다, 이는 모두 외국의 위성 제작업체로부터 구매하는 위성들이다. 한국의 기술자들이 참여하여 외국의 위성제작업체와 공동으로 정지궤도위성을 개발하기 위한 통신해양기상위성사업이 2003년 9월 본격적으로 착수되었다. 통신해양기상위성은 한반도 및 서태평양지역의 기상관측, 한반도주변의 해양관측, 및 전자통신연구원에서 개발한 통신탑재시스템의 우주환경에서의 검증을 위한 위성으로서 과학기술부, 정보통신부, 해양수산부, 기상청의 지원 하에 한국항공우주연구원이 총괄주관기관이 되어 개발하고 있다. 참여 기관별 개발내용을 살펴보면, 한국항공우주연구원은 사업총괄 및 위성체, 지상국 개발을 담당하고, 기상연구원은 기상자료처리시스템, 해양연구원은 해양자료처리시스템, 전자통신연구원은 통신탑재체 및 관제시스템의 개발을 담당하고 있다. 일본에 비하여 매우 늦은 감이 있으나, 본 사업 및 후속기의 개발을 통하여 정지궤도 위성개발을 위한 기술축적을 하루 빨리 이루어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 세계 우주 개발 현황 및 전망, 한국항공우주연구원, 2003년 1월, pp.36-37.
2. <http://hea-www.harvard.edu/~jcm/space/log/launch.html>.
3. <http://www.iaxa.jp>
4. <http://www.astronautix.com>
5. <http://global.mitsubishielectric.com/>
6. 통신방송기상위성 개발 기획연구, 한국항공우주연구원, 2002년 4월.
7. 통신해양기상위성 시스템 및 본체 개발 선행연구, 한국항공우주연구원, 2003년 5월.