

위성통신의 국내외 기술 동향

임 춘 식 / 한국전자통신연구소,
위성통신기술연구단 부장

□ 차 례 □

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| 1. 개 요 | 4. 주요 국가의 위성통신 기술 개발 현황 |
| 2. 위성통신 기술의 발전동향 | 5. 국내의 기술동향 |
| 3. 요소 기술 분야별 기술동향 | |

I. 개 요

범세계적인 상업통신망을 구성할 목적으로 미국을 비롯하여 19개 창설 회원국이 1963년 2월 국제 전기 통신위성 기구 협정 및 운영협정에 서명함으로써 국제위성통신기구(Intelsat)을 설립하였고, 1965년에 비로서 Intelsat I 호인 Early Bird 위성이 최초로 상용화 운용을 개시함으로써 본격적인 상

업용 위성 통신 시대가 열리게 되었다. Intelsat I 호는 발사후 처음 3년반동안 240개 전화 채널(또는 1개의 TV채널로 사용)로 대서양지역의 통신중계로 이용되었다. 우리나라에서는 1967년 Intelsat에 가입하여 현재 금산과 보은에 각각 인도양, 태평양 위성용 지구국 시설을 가지고 있으며 국제통신용으로 운용하고 있다.

그후 위성통신기술은 비약적인 발전을 통하여

〈표1〉 INTELSAT계 통신위성의 제원

시스템명	INTELSAT I	II	III	IV	IV-A	V	V-A	VI	K	VII	VII-A	
위성제작회사	Hughes	Hughes	TRW	Hughes	Hughes	Ford	Ford	Hughes	GE	Ford	Loral	
위성체수	2	5	8	8	6	9	6	5	1	5	2	
통신용량	전화급	240	240	1,500	4,000	6,000	12,000	14,000	24,000	0	18,000	22,500
	TV	1*	1*	4	2	2	2	2	3	32	3	3
중계기수	2	2	2	12	20	27	30	48	16	36	40	
안정방식	스핀	스핀	스핀	스핀	스핀	3축	3축	스핀	3축	3축	3축	
궤도상중량(kg) (운용 제작시)	38.6	86.4	151.8	731.8	862.8	1,012	1,160	1,910	-	1,425	-	
설계수명	18개월	3년	5년	7년	7년	7년	9년	10년	-	14년	14년	
발사체	Delta	Delta	Delta	Atlas	Atlas	Atlas/ Ariane	Atlas/ Ariane	Atlas/ Ariane	Atlas	Atlas/ Ariane	Atlas/ Ariane	
최초발사연도	1965	1967	1968	1971	1975	1980	1984	1989	1992	1993	1995/6	

주: The 1992/1993 World Satellite Almanac,

* 전화회선 또는 TV회선을 동시에 사용할 수 없음.

〈표2〉 주요 지역위성 시스템의 제원(1992년)

시스템명	ECS (Eutelsat I)	ECS (Eutelsat II)	PALAPA B2	ARAPSAT 1-B	ARAPSAT 1-C
위성체수	3	5	2	2	1
설계수명(년)	7	8~10	8.2	7	7
궤도중량(kg)	610	-	650	586	588
안정방식(축)	3	3	스핀	3	3
중계기수	9	16	24	25.1	25.1
사용 주파수대	Ku	Ku	C	C, S	C, S
위성 EIRP(dBW)	35	45.5-52	33	31.41	31.41
수신G/T(dB/K)	-5	-5	-	-4	-
최초발사연도	1983	1990	1987	1985	1992

여러국가들의 협력에 의한 위성통신의 활용을 증대하였을 뿐만아니라 위성통신만이 갖는 광역성, 동보성, 내재해성 등의 여러가지 이점으로 인해 국토가 광활하고, 도서가 많은 국가에서 국내통신용으로 이용하기 시작되었으며, 각국의 국내위성에 의한 서비스 수요를 유발시켰다.

1970년 후반부터는 위성통신 기술의 개발이 완속해짐에 따라 세계의 많은 국가들이 단독 또는 지역별로 인접 국가들끼리 협력하여 지역위성 기구들을 가지게 되었다. EC를 중심으로 한 유럽통신위성기구(European Communications Satellite), 인도네시아, 말레이시아, 뉴기니 등의 PALAPA 위성기구, 아랍연맹의 ARABSAT 기구, 싱가포르, 대만 등의 홍콩을 중심으로한 ASIASAT 등이 있다.

1980년대 말부터는 지상계 통신망이 해결할 수 없는 부분에 대한 보완적 수단뿐만 아니라 최근에는 ISDN의 한 수단으로서 단순히 보조 수단 아닌 '정보화 시대'의 중요한 통신 수단으로 일익을 맡게 되었다.

국내에서도 2000년대의 우주산업의 첫걸음으로서 '우리별 I, II호'인 과학위성을 발사함으로써 새로운 위성시대를 개막하고, 1995년 위성통신을 목표로 통신방송인 '무궁화 사업'이 시작되었다. 이와같은 위성시대를 대비하여 국내 기술에 의한 데이터/음성 서비스인 지상장비가 개발 완성되어 실용화가 눈앞에 다달았다. 금년에는 Intelsat-VA의 트란폰더 일부를 임차하여 위성 기업통신망

(VSAT), 위성 비디오 서비스용으로 운용하고 있다.

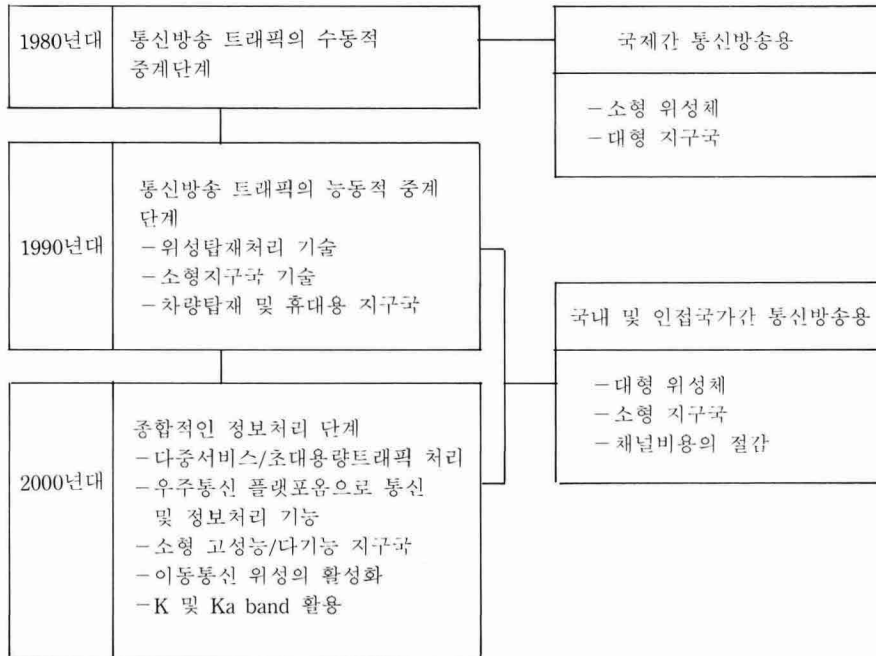
본고는 위성통신 기술의 발전현황을 살펴보고, 현재 국내 위성 기술들의 현주소를 비교하고자 한다.

II. 위성통신 기술의 발전동향

통신위성의 기술개발 초기에는 국방과학측면에서 미국, 구소련, 프랑스, 영국을 중심으로 위성을 보유운용하거나, 국제간의 통신을 위해 주로 활용하였다. Intelsat I 호에 의한 상업용 위성통신방식이 운용하므로써 위성통신 기술개발의 촉진제가 되었다. 위성통신기술의 개발 추세를 살펴보면 초기의 통신 방송 트래픽의 수동적인 중계단계로 소형 위성체 및 대형 지구국으로 운용되는 국제간 통신 방송용으로 활용되던 위성기술이 점차 통신방송 트래픽의 능동적인 중계단계를 거쳐(그림1)에서와 같이 다중 서비스/초대용량 트래픽 처리기능 및 소형 고성능/다기능 지구국시설 등을 갖는 종합적인 정보처리 할 수 있도록 적극 활용하는 추세이다.

가. 위성의 대용량화 광대역화

최초의 상업용 위성통신인 Intelsat I 호는 2개의 중계기를 실장하여 전체 대역폭이 50MHz로서 음성 전화급 240회선의 전송용량에 불과 하였으나, Intelsat VII호(1989년 발사)의 경우 48개의 중계기를 실장하여 전체 대역폭이 3200MHz로서 음성전화 2



(그림1) 위성통신기술의 개발 추세

만 2,000회선과 TV 3회선을 전송할 수 있게 대용량화가 되어 가고 있다.

나. 위성의 고출력화

전송용량의 대용량화와 아울러 지구국 안테나의 소형화를 위해서는 위성의 고출력화가 요구된다. 태양전지 효율증대 및 대형화, 고출력 증폭기술의 발전, 고출력 증폭기의 DC전력대 RF 전력 변환 효율 증대 등을 통해, 현재에는 직경 40cm 정도의 지상 안테나로 위성방송 수신할 수 있을 정도로 위성의 고출력회화(채널당 100~250W)가 이루어져 있다.

다. 위성의 장기 수명화

위성 수명 측면에서는 Intelsat I 호의 경우 1.5년의 수명을 가졌으나, 위성관제 기술의 발전을 통해 지속적인 증가가 이루어져 1960년대에는 3~5년, 1970년대에는 7년, 현재 Intelsat VII호의 경우 10~15년의 설계 수명을 갖고 있다.

라. 고주파수대 이용

초기의 위성통신 주파수대 이용에서는 V/UHF대를 사용하고, 1960년도 중반부터 6/4GHz, 14/11GHz대가 가장 널리 이용되고 있으나, 1980년도 이후에는 ISDN망과 더불어 이용 가능한 대용량통신을 위해서는 30/20GHz대 주파수 이용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

마. 복합 서비스 초대형 위성기술

복합 서비스 초대형 위성은 육상과 해상 및 항공이동통신업무, 고정 통신업무, 고출력방송업무, 저중궤도 위성들간의 통신 중계업무, 항법/항행업무 등 여러 서비스를 대형의 위성체를 통해 제공하는 것으로서 Ka 대역 전송기술 광무선통신기술, 다중빔 안테나 기술, 위성 탑재 처리기술이 사용되며, 현재 선진 각국들은 많은 실험 위성을 개발하고 있으며 2000년대 초반에 실용화가 될 전망이다.

이와같이 상용 위성통신분야는 데이터/음성 서비스에서 방송위성서비스, 고정 위성통신에서 이동

〈표3〉 위성통신 시스템의 변천과 장래 예측

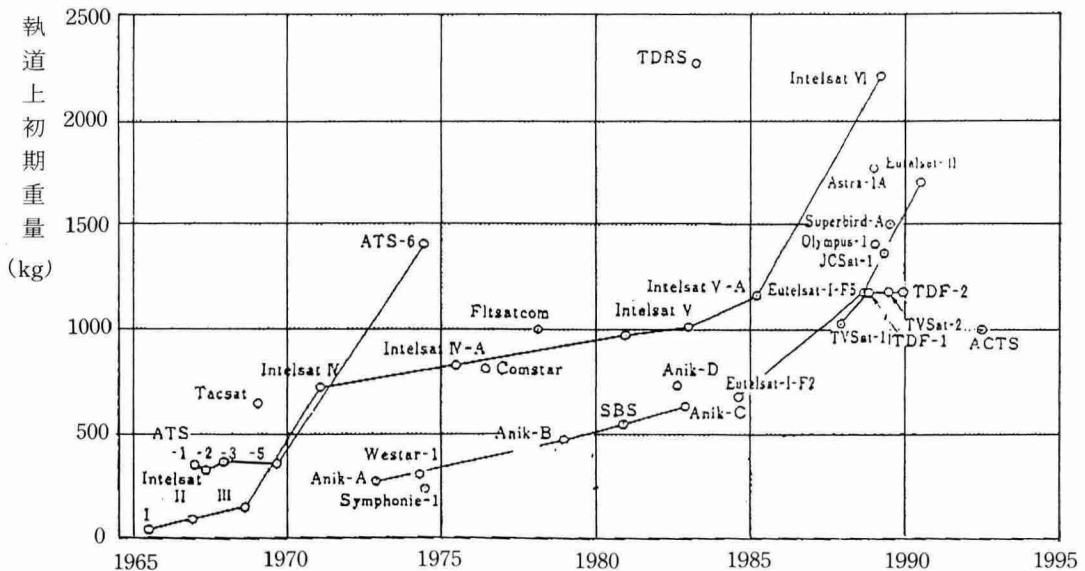
연 도	구 분	위 성 의 규 모		지구국의 규모 안테나의 크기	위성통신 서비스 이용자
		중 량	전 력		
1960년대		수 10~300kg	수 10~300W	20~30mφ	일반용 서비스(공중 통신) ● 공공기관 등 ↓ 특수용 서비스(전용 통신)
1970년대		300~800kg	300~800W	10~20mφ	
1980년대전반		600kg~1ton	600~1.5kw	3~10φ	● 기업, 방송 사업자 등 ● 중소규모 User등(소용량통신)
1980년대후반		1~2ton	1~2kw	1~3φ (SNG, VSAT등)	
1990년대		2ton 이상	2kw 이상	수 10cm~1m	↓ 개인용 서비스 ● 개인(Personal 통신)
2000년대		정 지 플랫 폼		손목시계크기	

자료 : 일본 ITU협회

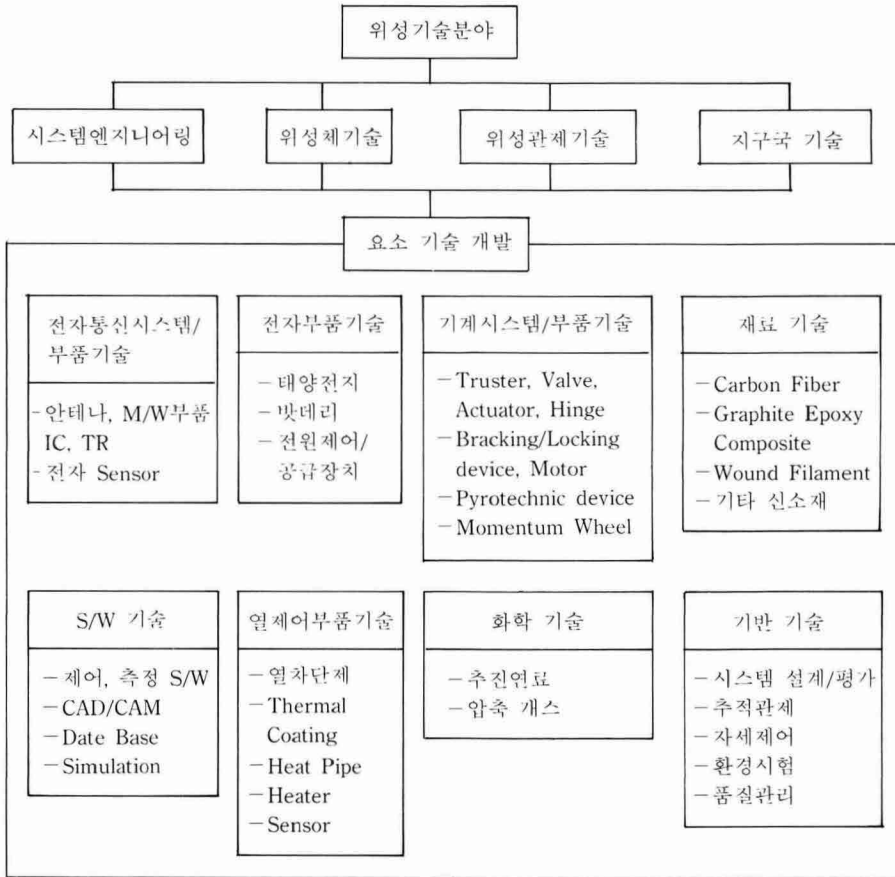
위성통신 서비스에 이르기까지 급속한 기술상의 진전을 보여왔으며, 대형화, 다목적화 및 대용량화 추세에 있으며, 가장 눈에 띄게 달라진 것으로서 위성체의 대형화(그림2)와 이와는 달리 지상시설의 규모는 위성 규모의 증가에 반비례하게 점차 소형화되고 있다. 위성통신 시스템의 변천과 장래의 예측을 살펴보면 〈표3〉과 같다.

III. 요소기술 분야별 기술동향

위성통신기술에 관련된 요소기술분야는 (그림3)에서와 같이 시스템 엔지니어링, 위성체기술, 위성관제기술 및 지구국 기술 등의 분야로 구분할 수 있으며, 요소기술별 향후 전망을 살펴보면 다음과 같다.



(그림2) 세계 위성체의 대형화 추세



〈표3〉 위성통신 시스템의 변천과 장래 예측

가. 위성체 기술

1) 다중 빔 안테나 기술

종래의 위성 안테나는 전체 서비스 지역을 1개의 빔으로 주사 single beam 방식이었으나 복수개의 협소한 빔으로 주사시켜 지구국으로의 복사전력을 증대시키므로 전송용량의 향상 및 지구국의 소형화 등을 통하여 경제화가 가능하게 한다.

최근 각선진국의 Multi-beam을 보유한 위성을 살펴보면 다음과 같다.

- Olympus위성(유럽) : 6개 빔
- ACTS위성(미국) : 24개 빔
- Italsat(이탈리아) : 6개 빔

2) 위성 탑재 처리 기술

위성탑재처리 초기 기술은 수동형중계기로서 RF 대역에서 단순중계기능만을 가진 중계기를 이용하였으나, 위성체 내부에서 신호를 처리할 수 있는 기능인 OBP(On Board Processing)가진 능동형 중계기 처리기술로 발전하고 있다. 미국의 ACTS위성은 20×20 스위칭 매트릭스 및 기저대역 처리장치 탑재를 하고 있다.

나. 지구국 기술

지구국은 사용목적, 제공서비스, 통신방식 등에 따라 분류할 수 있으며, 규모는 안테나 크기 및 사용 주파수에 따라 구분되고 있다. 최근 통신 위성체가

대형화되고 저잡음 증폭기술의 발전으로 안테나 직경이 1m인 VSAT(Very Small Aperture Terminal)가 사용되고 있으며, 또한 직경이 30cm 정도인 안테나로도 위성으로부터 직접 신호를 수신할 수 있는 기술로 발전되어 가고 있다. 현재 통신 위성체 기술과 더불어 위성통신을 이용한 휴대용 전화기가 널리 확산되고 있다.

초소형 지구국 요소기술들을 살펴보면 다음과 같은 기술들이 요구된다.

1) 저잡음 증폭기

HEMT(High Electron Mobility Transistor) : 종래의 저잡음 증폭기에 비해 냉각 장치가 불필요하며, 소형화 및 고신뢰도화를 가능하게 함.

2) 고체형 고출력 증폭기

기존의 진공관형태의 증폭기에 비해 소형의 높은 출력을 갖는 고체형 증폭기의 개발

3) 고효율, 저잡음

송수신 전파의 효율적인 이용

4) 안테나 방사 패턴의 개선

인접위성으로부터의 간섭 및 피간섭량 감소

5) 교차편파분리도의 개선

주파수 이용효율의 증대 및 타회선 간섭량 감소

6) 위성 추적기능의 개선

추적하지 않는 동안 안테나 이득 저하량의 감소 및 직교 편파 사용시 교차편파 분리도의 저하량 감소

7) 안테나의 다기능화

지구국 설치장소의 효율적인 이용을 위해 지구국의 복수위성간의 통신이 다중빔 안테나의 개발

〈표4〉 주요 국가의 위성기술 연구개발 현황

국가명	주관기관	연구개발계획	주요내용	개발기간 및 예산
미국	NASA	ACTS 개발계획	○차세대 위성통신 기술개발 - 위성탐재신호처리기술 - 위성체간 통신기술	○'85-'91년 ○년간 10억\$
	국방성	C ³ I 계획	○지휘, 통제, 통신 및 정보 종합체제 개발 - 방송위성시스템 - 전략, 전술 위성시스템	○'87-'96년 ○'87년 : 200억\$
	민간기업	RDSS 개발 계획	○위성방식의 이동체위치 결정시스템 개발	○'87-'93년 ○2억 8천만\$
일본	NASDA	우주개발계획	○기상/과학/이동항행/통신 위성체 및 발사체 개발	○'69년 착수 ('87년-'90년간 1조9천억엔)
EC 국가	ESA	유럽형 ACTS 개발계획	○차세대 통신위성개발	○'91년까지 3억\$
	프랑스	SPOT 위성 개발계획	○지구위적 및 탐사위성개발	-
캐나다	Telesat Mobile	MSAT 개발계획	○이동체 위성통신 시스템 개발	○'87-'93년 ○5억4백만\$

*참고문헌 : SPACE Directory '89-'90년

IV. 주요 국가의 위성통신 기술개발 동향

위성기술 분야에 대해 선진국으로 불리우는 미국을 비롯하여 일본, 유럽 및 캐나다의 위성기술분야의 주요 연구개발 현황을 살펴보면 <표4>에 나타냈다.

가. 미 국

- NASA를 중심으로 민간부문의 우주산업(Shuttle, Space Station) 참여가 활발히 요구되며, 위성운용 및 서비스 제공산업의 완전 민영화 이룩(약 18 개사 운용중) 하였음.
- 정부 및 민간 부문의 높은 위성 시스템 수여로 위성분야 산업화를 촉진하고 우주 산업의 규모 및 기술 수준에서 우위 유지
- 년 개발비 250억불

나. 일 본

- 국가 주도로 과학, 통신, 기상, 탐사 위성 프로젝트, 발사체개발 프로젝트, 우주정거장 개발 프로젝트 등 대형 프로젝트를 통해 자국의 우주 분야 기술 축적 및 산업화 능력 배양
- 우주기기 산업(인공위성, 발사체 제조)
문부성의 우주과학연구소에서는 우주과학기술분야를 담당하고 실용화 기술분야는 과학 기술청과 우주개발 사업단이 담당하여 산업체와 함께 시스템 구성 능력과 기기의 국산화를 제고

다. 유 럽

- ESA 계획과 유럽 각국 계획의 경제적 정합성 유지
- ESA 주도하에 각국의 기술 분담으로 우주산업 기술의 수준 향상시켜, 우주산업에 대한 자립능력확대 및 국제경쟁력 강화
- ESA 주관 우주 프로젝트를 추진하고 각국별로 자국 위성개발 프로젝트를 수행하여 위성, 관제 시설, 발사체, 지구국분야의 자국 우주산업 능력 향상

라. 중 국

- 향천공업부 산하의 중국 과학기술원, 중국 공간

기술연구소 등을 중심으로 기술개발 위성, 과학 위성, 지구관측 위성 및 통신위성에 대한 국가 주도의 기술 개발을 적극 추진하고, 중국 과학기술에서는 기초이론 연구, 중국 공간 기술연구소에서는 실험, 설계, 생산

- 저궤도 및 정지궤도 발사체를 독자 기술로 국산화 개발 완료하고 상용 발사 서비스를 개시함.

마. 인 도

- 1969년에 설치한 인도 우주연구기구(ISRO)를 중심으로 국가 주도의 기술 개발 및 상업화 추진을 본격화함

V. 국내의기술 동향

우리나라의 위성통신 시작은 1967년 2월에 Intelsat에 가입하고 1970년 6월에 금산지구국을 개국함으로써 국제 통신위성 회선이 개통하였으나, 위성 관련분야에 대한 기술연구개발 투자가 1990년 전까지 거의 없는 상태이다. 현재 우리나라 기술 수준은 일부 지상시스템을 제외하고는 타분야에 비해 낙후된 상황에서 국제 경쟁력이 거의 없는 상태이다. 다행히도 1995년 발사 예정인 통신방송 복합위

<표5> 국내위성기술의 단계별 목표

단계(기간)	단 계 별 목 표
제1단계 (1990-1994)	○ 지상시설의 국산화 단계 - 제1세대 통신방송 지상시설의 국산화 기술 확보 - 위성체 및 관제시스템 기술 습득(OJT)
제2단계 (1995-1997)	○ 위성통신 기술 정착 단계 - 시험위성 1호설계, 조립 및 시험기술의 확보 - 시험위성용 관제시설 개발 - 새로운 서비스방식 및 차세대 지구국 개발
제3단계 (1998-2001)	○ 위성통신 기술 확인 단계 - 시험위성 2호설계, 조립 및 시험기술의 확보 - 시험위성용 관제시설 보완 개발 - 새로운 서비스방식 및 차세대 지구국 개발
제4단계 (2002-2005)	○ 실용위성 시스템의 독자 개발 - 제2세대 무궁화 위성시설의 독자 개발 - 제2세대 관제시설 국내 개발 - 제2세대 지상시설 국내 개발

성인 '무궁화 위성 사업'을 통하여 선진국으로부터 위성기술 습득할 기회를 맞이하고, 차세대 위성통신 시스템을 독자적으로 개발 목표로 우리나라에도 독자적으로 보유한 위성시대가 도래될 것이다. 이를 기반으로 장기적인 안목에서 국내 위성기술 개발의 단계별 기술개발 추진 목표는 <표5>와 같다.

위성통신의 이용범위가 넓은 분야에서 활용되어 사회경제, 국민생활에 필요 불가결한 것에 의한 기술의 중요성을 인식하고, 미국을 비롯한 선진국의 위성기술의 발전은 단순한 음성/데이터 서비스를 위한 위성통신의 이용 뿐만아니라, 위성기술의 특성을 감안하여 우주개발분야의 산업화에 전략적인 역점을 두고 있는 상황과 최근 각광을 받고 있는 이동통신 서비스까지 기능을 수행할 수 있는 소형 저궤도 위성의 필요성은 세계 각국에서 주목을 받고 있는 위성통신의 다음 시대를 예고하고, 저/중 궤도 주회위성 시스템을 중심으로, 자동차, 열차, 선박 등의 이동체에 대한 위성이동통신 서비스의 확대가 국제적 정세변화와 정보화사회의 진전 속도가 빨라짐에 따라 더욱 크게 부상되어 소형 위성통신기술 개발에도 더욱더 요구되어질 것이다. 이에 대하여 본고는 국내의 위성통신의 발전을 위한 기술확보를 준비하는 과정의 하나로 국내외 위성기술 동향을 정리하였다.

이상에서와 같이 위성기술은 타기술분야와는 달리 자립 확보함으로서 자체 능력에 의한 위성체 및 지구국 시스템의 설계, 조립 및 시험이 가능케 하고, 통신 방송 뿐만아니라, 군사, 자원 탐사 및 과학기술 발전의 효과와 국가의 위성을 제고시키므로, 국가적인 차원에서 국내기술과 인력 그리고 연구개발 체계가 구성되어 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. "위성통신년보", 1992년, 국제 위성통신협회(일본)
2. "정보통신년감", 1993, 전자신문사
3. "The 1992/1993 World Satellite Almanac", Mark Long Inc.
4. "Satellite communications", Nov. 1992

5. "우주 개발 신시대", 1991, 일간 공업신문사 (일본)
6. "Via Satellite", Jan. 1993
7. "Space Directory '89~'90"
8. "이제까지 알려진 세계 위성", 1991. 4, 일본 ITU 협회
9. "국내위성통신 중장기 수요전망 및 차세대 국내위성 사업추진 방안에 관한 연구", 1992, 통신위성 우주산업연구회 보고서
10. "위성통신 기술개발", 1993, 한국전자통신연구소 보고서
11. "위성통신기술개발 전략 수립에 관한 연구", 1993. 3. 통신위성 우주산업연구회 보고서
12. "위성통신 산업동향", 1993. 7, 한국전자통신연구소 보고서
13. "일본의 전파 고도 이용 기술 개발에 관한 연구", 1992, 기반기술 연구촉진 센터(일본)
14. "전파진흥 중장기 기술개발 세부실천 계획(안)", 1993. 4, 한국전자통신연구소
15. "주간 기술동향", No.550, 1992. 6, 한국전자통신연구소
16. "주간 기술동향", No.586, 1993. 3, 한국전자통신연구소

筆者紹介

▲ 임 춘 식

- 1975년 2월 : 한국항공대학 통신공학과 학사
- 1978년 6월 : 국방과학연구소 연구원
- 1980년 8월 : 전자통신연구소 입소
- 1986년 2월 : 한국항공대학 대학원 전자공학과 석사
- 1992년 3월 : 요코하마 국립대학(일본) 전자정보공학 박사
- 1993년 10월 현재 : 한국전자통신연구소
위성통신기술연구단 부장