

우리 나라 宇宙技術의 전망

羅 正 雄

(正 會 員)

韓國科學技術院 電氣 및 電子工學科 教授

I. 서 론

소련이 1957년 스푸트니크 1호를 발사 하였으며, 미국도 1958년 미 우주 항공국(NASA)를 설립하여 우주 과학 기술 시대를 펼치게 되었다.

로켓트 기술과 인공위성의 제작 및 시험 기술의 발달은 우주 공간에 위성체를 띄우고 이를 이용한 통신 중계, 방송, 첩보 수집, 자원 탐사등의 활동이 활발해졌으며, 앞으로는 우주 전쟁, 산업 기지화, 달 및 혹성의 개발등을 지향하게 만들었다. 즉 우주 과학 기술은 인류의 새로운 활동 영역으로 지구 이외의 공간을 이용할 수 있는 가능성을 제공하게 되었으며, 우주 개발을 위해 발전된 첨단 기술로 지구 자원의 파악 및 이용, 세계의 인구, 식량, 환경등에 관한 문제를 해결하려 하고 있다.

미국은 최근 전략 방위 계획^[1](SDI= strategic defense initiative)을 발표 하였으며 이 계획에 우방국들이 참여 하기를 제안하고 있다. 또한 원격 탐사 및 기상 관측 위성의 발사 및 운영 그리고 이들 중형 위성을 발사할 수 있는 로켓트(Delta, Atlas, Titan)의 민영화가 논의 되기도 하였다. 그러나 민영화 또는 상업성의 문제는 통신 방송 위성을 제외하고는 아직 회의적이며^[2] 특히 1986년 Space Shuttle, Challenger 호 발사의 실패(1월 28일), 이 뒤를 이어 미국의 Titan과 Delta 로켓트의 발사 실패(각각 4월 18일 및 5월 3일), 그리고 프랑스의 Ariane 2의 발사 실패(5월 31일)는 더욱 더 우주 발사체의 상업화에 어려운 여건이 되게 하고 있다.

우주 산업은 지난 5년간 년평균 약 25%의 성장을 지속하여 1983년에는 약 \$ 500억의 시장이 되었으며(미국: \$ 300억, 프랑스: \$ 100억, 캐나다, 일본, 독일등: \$, 100억) 향후 성장은 더욱 급속한 증가가 예상되어 1990년에 \$ 1000억, 2000년엔 \$ 2000억의 수준에 도달할 것으로 전망되고 있다.^[3]

미국이 우주 개발에서 많은 실패를 거듭하면서도 계속 우주 개발을 추진하겠다고 확인하고 있으며, 앞으로 계속 우주 산업의 규모가 증가 될 것이라는 주장은 무슨 까닭인지? 미국은 지난 28년간 년 평균 약 \$ 70억을 NASA 예산으로 사용하고 있으며^[4], 아직 600 kg 정도의 통신 위성용 지구 동기 궤도에 올리지 못하는 능력의 일본은 1984년의 우주개발 예산이 약 \$ 5억에 이르는데 그 이유를 어떻게 설명할 것인지? 이에 대한 합리적인 설명은 미국 대통령의 1985년도 연두교서에서 찾아 볼 수 있다.^[5] 즉 1) 최첨단 과학 기술의 개발에 의한 각종 산업 기술의 선진화, 2) 우주 개발 시장 진출에 따른 경제적인 이익, 그리고 3) 국방기술 확보 및 기여라는 점을 제시하고 있다.

미국의 반도체 기술과 컴퓨터 및 그의 소프트웨어 기술이 바로 우주 개발에서 요구하는 소형화 및 경량화 그리고 각종 계속 제어의 자동화 요구에 맞춰 발전되었으며,^[6] 로켓트의 설계 제작 기술, 발사체 및 인공위성의 추적, 유도 및 상호 통신 기술은 현대 방위 기술의 핵심 기술이 되어 있다. 프랑스의 드골 대통령이 프랑스 독자적으로 우주 개발을 하겠다고 결심하게 된 동기 또한 흥미롭다. 미국과 프랑스가 소련이 원자력 발전을 팔기 위해 경쟁을 하였었는데 결국 미국이 입찰에 성공하게 되었다. 그 원인 분석에서 미국은 첩보 위성에 의해 소련의 원자력 발전소에 대해 잘 알고 있는 반면 프랑스는 그 현황을 모르고 있었던 것이 그 원인이었음을 알고 독자적인 우주 개발을 결심하게 되었다고 프랑스의 한 관계자는 설명하고 있다.

1988년 우리 나라에서 개최될 세계 올림픽을 앞두고 통신망 증가 및 텔레비전 중계망, 그리고 직접 위성 방송등을 목표로 통신 방송 위성 보유에 대한 타당성 연구가 있었다.^[6-7] 이들 조사 보고서에서 위성 보유 및 운용의 직접적인 경제성 보다는 장래 지상 송수신 시

설과 위성 방송용 수상기의 변환기 시장의 창출등, 그리고 위성의 보유에 따른 기술 소득에 큰 의의가 있음을 주장 하였다. 체신부를 중심으로 한 이러한 활동은 1992년 이후 통신 방송 위성을 보유한다는 계획을 정하게 되었다.

통신방송 위성의 보유가 우리나라의 기술 수준의 도약에 큰 영향을 미칠 수 있으며, 우주의 탐구 및 개척 시대로 부터 광범위한 응용시대로 들어가고 있는 세계적인 추세와 이에 따른 전 인류적 협력 분위기는 우리로 하여금 우주 개발에 참여할 수 있는 좋은 기회를 만들어 주고 있다. 종합적이며 첨단적인 우주 과학 기술에의 참여는 우리의 과학기술 수준을 선진국 수준으로 도약 시킬 수 있는契機이 될 것으로 판단되며, 특히 국방 기술의 현대화에 직접적인 영향을 줄 것이다.

이러한 시점에서 우리 나라가 우주 과학 기술분야에 어떻게 참여함이 효율적일까에 대한 조사연구가 실시 되었으며⁽⁸⁾ 이 보고서 내용을 중심으로 우리 나라 우주 과학 기술을 전망해 보려 한다.

II. 30여년의 우주 개발

미국의 우주 개발은 미지의 영역을 탐험하며, 이해하고 그를 극복하려고 노력했다는 점에서 선두 주자로서의 특성을 엿볼 수 있다. 1960년대 미국의 우주 개발은 주로 우주 공간의 작업에 필요한 추진력, 각종 구조물, 동력, 조정 장치, 그리고 전자기기의 기술 개발과 우주 비행이 공학적으로 가능하며 미래에 대단히 중요함을 증명하는데 중점을 두었다. 1970년대는 우주 왕복선의 초기 개발과 우주 과학연구 및 응용을 추진하는 방향 설정의 시기라고 말한다. 목성, 토성, 천왕성, 해왕성 등 태양계의 먼 혹성의 무인탐사와 위성에서의 천체 관측을 통한 우주 과학의 발전에 크게 공헌 하였다.

1980년대에 들어 오면서 우주 왕복선의 성공적인 시험을 보게 되었으며 1986년 1월 비극적인 폭발에 이르기까지 많은 기대와 계획들이 세워졌다. 이들 미래 계획중 그 방향 결정에서 문제가 제기되고 있는 몇 가지 점⁽⁹⁾을 살펴보는 것은 개척자적인 입장의 어려움을 느끼게 해 준다.

그 첫째 질문은 사람이냐 기계냐 하는 질문으로서, 우주 공간에 인간이 머무를 수 있는 우주 정거장을 들 것인지 아니면, 인간이 주거할 수 있는 곳은 달등 혹성에 두고, 될 수 있으면 많이 무인 위성을 이용한 각종 과학 현상의 연구에 중점을 둘 것인가의 문제이다. 물론 어떻게 인간과 기계의 장점을 살려 적절한 배합

으로 임무를 완성 시키느냐가 관건이 될 것이다.

둘째 질문은 미국의 전략 방위계획⁽¹¹⁾이 말해 주듯이 군사적인 목적으로 우주개발을 이용할 것인지 아니면 적당한 선에서 군사적인 이용을 제한할 것인지의 문제이다. 자칫 잘못하면 우주기술을 크게 잘못 이용하는 것이 될 것이므로 이 잘못 사용은 최소화 시켜야 할 것이며 그러기 위해서는 어떻게 해야 할 것인지?

세번째 질문은 이제 우주 개발은 미국과 소련만의 전유물이 아니며, 유럽 공동우주국(ESA=europian space agency), 일본, 캐나다, 인도, 중공등도 위성 제작 및 발사의 부분적인 능력을 보유하게 되었다. 이러한 가운데 선진국들과 개발 도상국간의 통신방송 위성의 궤도 위치 확보 문제등 상치되는 이권에 대한 불화 및 해결방법, 그리고 어떻게 서로 협조할 수 있도록 하느냐의 문제가 된다.

네번째 질문은 우주산업의 기업화 문제이다. 우주 개발이 국가의 안보에 기여하고, 기초 과학의 발전 및 경제 발전에 크게 기여한 것에 동의 하지만, 통신 위성의 응용을 제외하고는 직접적으로 경제적인 이익을 주지는 못하고 있다. 개인 기업체의 발사체 분야의 참여 문제, 원격 탐사 위성과 탐사 자료 시장문제, 우주 공간 특히 무중력 지대에서의 각종 재료 및 의약품의 제조에 대한 경제성등 아직은 위성 및 실험실 제작비와 물체를 위성궤도까지 발사시키는 비용이 너무 비싸다는 문제이다.

이상의 질문에서 사용된 발사체, 인공 위성, 통신 위성, 원격 탐사등 단어에 대한 간단한 설명을 부가하려 한다.

로켓트 또는 발사체는 1950년대에 무거운 원자탄을 대륙을 횡단하여 운반시킬 수 있도록 개발된 대륙간 유도탄(ICBM : inter continental ballishe missile) 을 약간 변경시켜 인공위성을 지구 주위에 회전 할 수 있는 궤도까지 진입시킬 수 있도록 만든 것이다. 이 로켓트를 추진시키는 연료로는 고체 연료와 액체 연료가 있으며 인공위성 발사를 위해서는 연료의 연소를 적절

표 1. 유럽 우주국 공동(ESA)의 참여율(%)

Country	To ESA (in 1983)	To Ariane (since 1973)	To Spacelab (since 1973)
France	28	64	10
West Germany	22	20	55
Great Britain	16	3	7
Italy	14	2	16
Others*	20	11	12

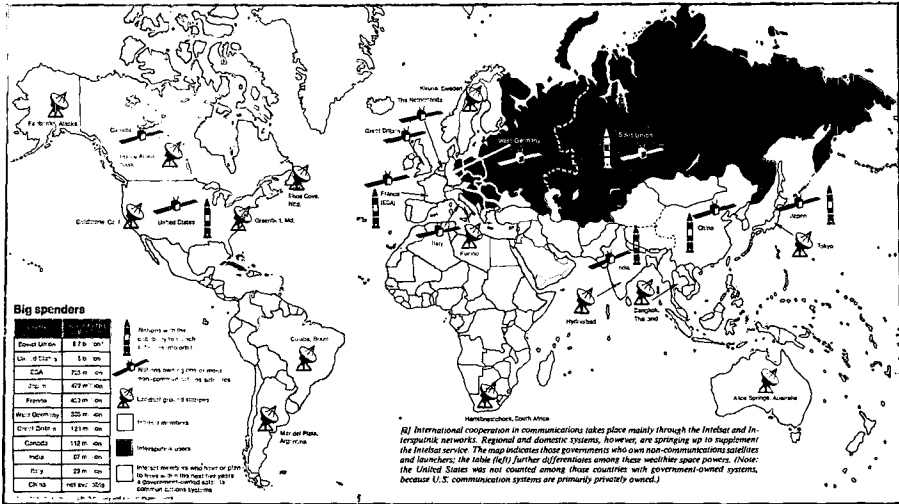


그림 1. 세계의 우주개발 능력

히 조절할 수 있는 것이 바람직하여, 액체연료가 이 목적에 부합되며 추진력도 증가 되어 왔다.

지구 주위를 도는 위성은 궤도의 높이에 따라 지구 동기 궤도, 고궤도, 그리고 저궤도 위성으로 크게 나눌 수 있다. 지구 동기 궤도란 위성이 적도 상공 37,165km에서 지구의 자전 속도와 똑같이 회전하므로써 지상의 관측자가 보기에는 항상 한 점에 정지되어 있는 것으로 보인다. 고궤도 위성이란 고도가 833km에서 37,000km까지의 타원형 궤도를 가지며, 저궤도 위성은 833km 보다 낮은 궤도를 가지는 위성을 말한다. 표 2에 각국이 발사한 위성을 이 분류에 따라 보았다. 위성의 사용 목적에 따라 통신위성, 선박 및 항공기의 항법보조 위성, 군사 위성, 기상 위성, 원격 탐사 위성, 과학 위성등으로 분류 할 수 있음도 표 2에 보였다. 일반적으로 과학 위성은 소형이며 남북향 타원 궤도를 많이 이용하고 있으며, 원격 탐사 위성은 모두 남북 궤도이며 될 수 있으면 지구 가까이 접근 할 수 있는 저궤도 위성이다. 이는 항법보조 위성도 마찬가지이다. 통신 위성으로는 지구 정지궤도 위성이 잘 알려져 있으며, 기상위성은 남북타원궤도 또는 정지궤도 둘 다 이용하고 있다. 이 표에 들어 있지 않지만 태양계의 달 및 행성을 관찰하기 위한 원거리 관측 위성 (deep space probe)도 있다.

로켓 및 인공 위성의 제작에는 대규모의 세계적인 기업체가 참여하고 있다. 위성 발사를 위해 사용되는 로켓과, 위성은 조립시 그리고 발사전 실제 동작 환

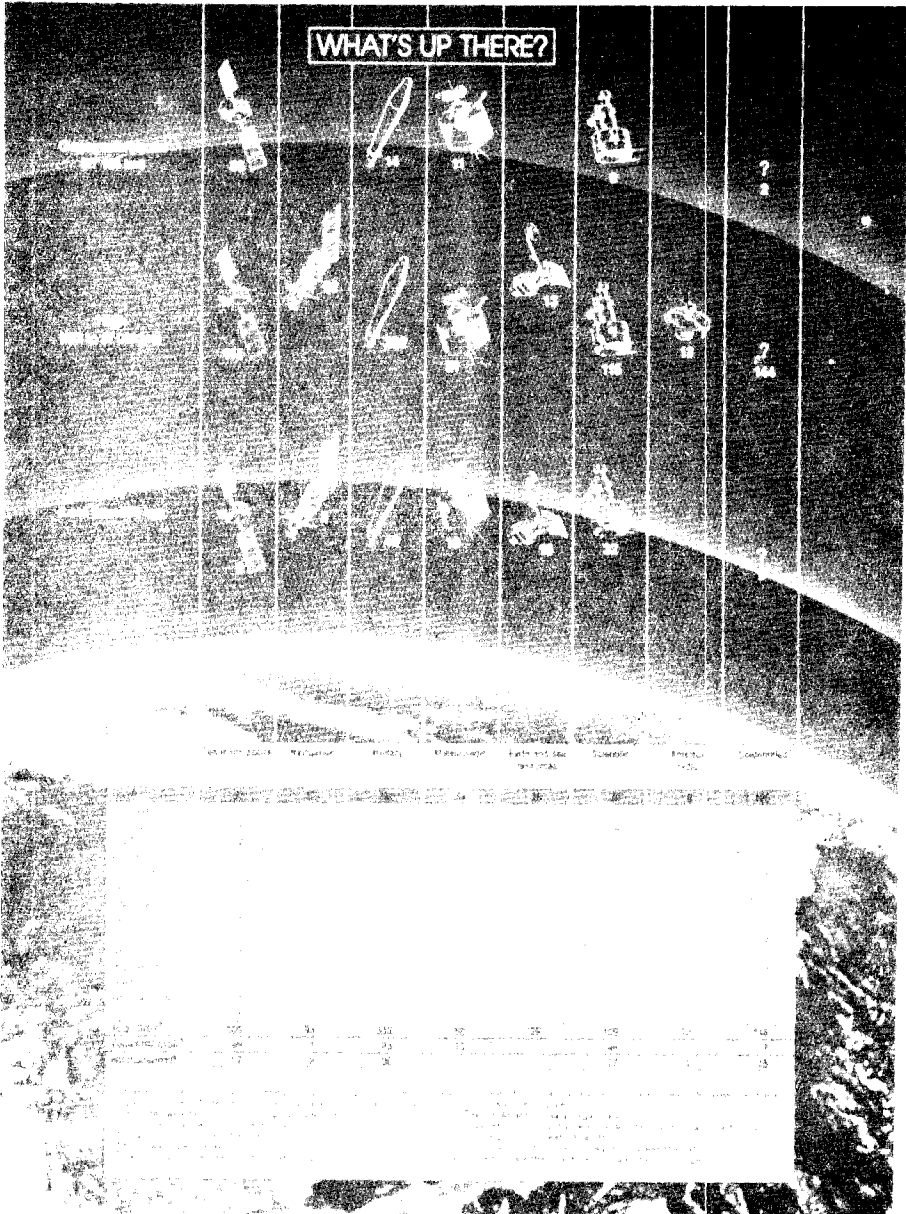
경과 같은 특수 환경 시험실에서 모든 동작 상태를 하 나도 빠지않고 시험하며 확인되고 있다. 위성의 조립도 여기 사용되는 모든 부품의 신뢰도 검사는 물론 clean room에서 특수한 동작 시험을 통하여 장기간에 걸쳐 정밀 조립되고 있다.

통신 위성이란 하나의 중계소로서 안테나, 감도가 높은 수신기 그리고 주파수를 바꾸고 다시 증폭하여 보내는 송신기 및 송신 안테나로 구성되어 있다. 위성이 받는 신호 주파수는 6GHz, 보내는 주파수는 4GHz가 많지만 14GHz와 12GHz 또는 30GHz와 20GHz등이 각각 사용된다. 국제 통신을 위해 사용되는 통신 위성은 Intelsat 회사에서 관장하게 되며 최근 어느 특정 지역의 중계는 Intelsat 회사의 승인을 얻어 위성을 보유 사용할 수 있게 되었다. 따라서 우리 나라가 통신방송 위성을 보유한다 하여도 국내의 일정지역 중계만이 가능하며 국제적인 중계망을 구성할 수 없다.

원격 탐사 위성 또는 기상 위성은 위성에 적외선 및 가시광선 파장대등 7개 대역을 사용하여 지상, 해상 또는 구름등을 관찰하여 그 자료를 지상으로 송신하는 위성을 말한다. 미국의 Landsat 위성이 줄 수 있는 지상의 해상도는 초기에는 80m×80m이던 것이 30m×30m까지 좋아졌으며, 1985년에 발사된 프랑스의 SPOT 위성은 지상의 해상도가 10m×10m 정도로 개선되었다. 물론 군사용 첩보 위성의 해상도는 이보다 훨씬 좋은 것으로 추측되고 있다.

위성에서 지상을 보는 sensor 또는 위에서 소개한

표 2. 1983년 현재 인공위성 현황



MSS(multi-spectral scanner) 또는 thematic mapper가 비가 오거나 구름이 많이 끼면 이를 통하여 지상을 볼 수 없는 반면, 전천후 sensor로서 마이크로파대의 전자파를 사용하는 SAR(synthesized aperture radar)가 점점 각광을 받고 있다.

원격 탐사 위성의 지상 자료는 지상의 수신 장치로 수신된 후 그 많은 자료를 계산기에 의해 영상처리 되

어 실제 응용자에게는 지도, 기상정보, 농작물 작황 현황등으로 보여지게 된다.

Ⅲ. 우리의 선택

우리 나라는 국방과학 연구소에서 고체 연료를 사용한 단거리 로켓트를 개발 하였으며, 우주 개발에 적합하다는 액체 연료를 사용한 로켓트 개발은 없었다. 통

신 위성의 지상 수신소에 운영 경험 및 위성 방송용 수신기의 변환기를 개발, 제작 수출이 부분적으로 이루어지고 있다. 그러나 종합적인 첨단 기술로 이루어진 우주 기술은 장기간에 걸쳐 수행되어야 하며, 성공적인 결과를 내기 위해서는 대형 투자가 필요하다. 본격적인 참여가 없는 부분적인 노력으로는 해결되어 질 수 없는 기술로서 현재 우리의 참여도는 거의 없는 상태인 것이다.

이 분야의 기술 습득 및 인력 양성을 위해서는 국제 협력을 통한 공동 과제를 만들고 공동 과제에 같이 참여 함으로서 기초 기술의 습득을 이룩해야 할 것이다. 이 공동 과제로는 과학 위성 또는 관측 위성 과제가 적절 할 것이며, 이 위성의 설계, 제작, 시험을 통하여 위성의 제작 및 project management 경험을 쌓게 될 것이며, 발사체의 특성도 배우게 될 것이다. 장래 우리의 기술로 위성을 설계 제작하고 우리의 기술로 발사체를 발사할 수 있는 능력을 보유하기 위해서는 sounding rocket의 개발 및 발사 시험이 필요할 것이다. 우주 개발은 평화적이며 과학의 발전에 목표를 두고 있으며, 따라서 평화적이며 과학적인 연구 목적의 발사체 연구에는 로켓트에 관한 각종 기초 기술의 습득 및 기술 도입이 군사용이 아니기 때문에 훨씬 용이 함에 유의할 필요가 있다. 물론 소화된 발사체의 각종 기술은 곧 바로 군사용 로켓트의 기술이 될 것이며 그 직접적인 응용이 가능케 될 것이다.

통신 위성은 국내 통신 수요를 만족시켜 줄 수 있으며 무선 통신의 특성인 어느 곳에서나 쉽게 설치하고 연결 할 수 있음은 물론, 이동 통신 및 특수 통신에 용이하여 가까운 장래에 국내 보유 될 것으로 전망된다. 그러나 이를 위한 위성 자체의 개발 제작이나, 정지궤도까지 진입시킬 수 있는 발사체의 개발은 타당성이 없다고 판단된다.

통신 위성체는 크게 두개 부분으로 나뉘어 설계되어 있는데 그 하나는 위성체의 궤도 유지 및 자세 유지를 위해 질소를 분사할 수 있는 소형 로켓트와 이를 동작시키기 위한 명령신호를 주고 받는 telemetry 및 command module이 있는 platform이며, 다른 하나는 통신 증계기 및 안테나등이 달려 있는 증계기 부분이다. 통신 위성의 안테나는 항상 지표면을 향해 있어야 하므로 위성체의 자세 제어가 중요하며(3축 안정화 또는 회전 안정화), 일정기간 후 궤도의 오차 보정 등이 필요하게 된다.

통신 위성은 실용화 및 상품화의 대표적인 위성으로써 현재 사용되는 위성으로는 가장 수명이 길어 7년

~10년이라고 한다. 위성의 수명은 위성내의 축전지의 수명으로써 현재의 기술로는 축전지의 수명을 10년 이상 늘리지 못하고 있다. 따라서 통신위성의 신뢰도는 다른 어떠한 위성보다 요구 조건이 엄격하며, 이 위성의 정지궤도 진입도 과학 위성이나 원격 탐사 위성에 비해 훨씬 어렵다. 즉 처음 장축이 약 37,000km나 되는 타원 궤도에 진입시킨 다음(원격 탐사 위성은 약 800km) 원지점에 이르렀을 때 다시 로켓트(apogee rick motor)를 발사시켜 지상에서 37,000km 고도의 원궤도를 적도상에 그리게 된다.

이러한 신뢰성을 요구하는 위성 제작과, 위성의 무게가 중형으로 600kg 이상은 되어야 하므로 통신위성의 제작 및 발사는 아직 미국에 국한되어 있다. 미국 소련을 제외하면 프랑스의 Ariane 로켓트가 위성 발사에 몇번 성공하였다. 일본은 아직 350kg 정도의 위성을 정지궤도에 진입시킨 정도이며 곧 1kg정도를 올릴 수 있는 로켓트 개발에 박차를 가하고 있다.

1992년에 제 1대 통신 위성은 외국 기술에 의존하여 제작발사 된다 하더라도 2000년대의 제 2대 위성에는 시스템 설계등 많은 부문에서 국내 기술의 참여가 요구되며, 이를 위한 기술 습득 및 개발 활동이 제 1대 위성 발사를 계기로 활성화 되어야 할 것이다. 통신 위성 보유에 따른 지상 추적 및 관측 장치 그리고 안테나를 포함한 지상 송수신 장치는 우리 나라 기업체가 쉽게 시작할 수 있는 중요한 실용 기술분야로서 개발되어야 할 것이다.

기상 및 원격 탐사 위성의 관측 자료는 기상 정보는 물론, 각종 자원 탐사, 국토개발 정보의 파악, 농산물 작황 현황 파악, 해수면 온도 및 어군 탐지등 그 응용 분야가 넓다. 또한 많은 자료의 저장 및 처리 기술이 필요하며, 이는 지상 추적 및 관측, 그리고 발사체 시험에 필요한 각종 자료의 동시 처리와도 관련이 깊은 컴퓨터 사용 기술이 포함된다. 원격 탐사 분야는 통신 분야와 같이 평화적이며 실용적인 분야로 생각되지만, 이 분야 기술이 곧 첩보 위성을 제작 이용하는 중요한 국방 기술이 됨에 유의할 필요가 있다. 과학 위성을 통한 기술 습득과 sounding rocket 기술이 어느 수준에 도달하면 소형의 저고도 관측위성 발사가 가능할 것이며, 관측위성의 개발 및 보유는 우리 나라 우주 개발의 중요한 중간 목표로 생각될 수 있을 것이다.

우주 개발은 종합적이며 첨단적인 기술로서 어느 나라건 국가의 거의 모든 기관이 우주 개발에 협조하거나 참여하고 있다. 이러한 사업을 종합하고 또한 강력히 추진하기 위해서는 국가 주도의 우주연구소 (미

표 3. 일본의 GNP, 총연구비, 우주개발비 및 NASDA의 인원수

년 도	¥/S	GNP(¥억)	연 구 비 (¥백만)	연 구 비 /GNP	우 주 개 발 비(¥억)	우주개발비 /연구비	인원수(명)
1968	360.6	546,892	767,834	1.4 %	72.4	0.94%	
1971	349.3	828,063 (\$ 2,370.64억)	1,345,919	1.63%	153.5	1.14%	346
1972	303.2	965,391	1,586,708 (\$ 52.3억)	1.64%	239.6	1.51%	446
1973	271.7	1,166,792	1,980,896 (\$ 72.91억)	1.70%	365.6	1.85%	527
1974	292.1	1,381,558	2,421,367	1.75%	574.7	2.26%	619
1975	296.8	1,522,094	2,621,827	1.72%	770.3	2.94%	696
1976	296.6	1,711,525	2,941,373	1.72%	880.2	2.99%	751
1980	226.7	2,451,627	4,683,768	1.91%	1,020.1	2.18%	880
1983	237.5	2,839,176 (\$ 1,1954억)	6,503,737 (\$ 273.8억)	2.29%	1,133.9	1.74%	912

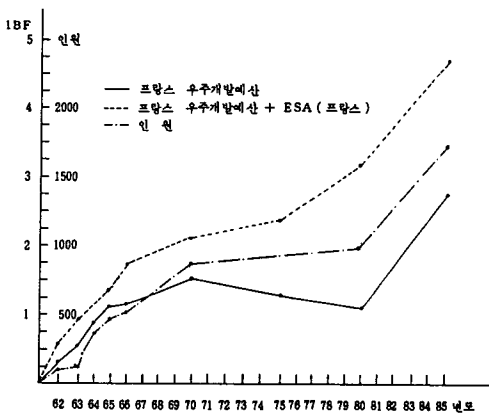


그림 2. 프랑스 우주개발 예산 및 인원

국의 NASA, 프랑스의 CNES, 일본의 NASDA등) 국내의 연구소, 학계 및 산업계의 지원을 조직화 하고 정부 부처간의 협력을 도모 하도록 하여야 한다.

우주 과학기술의 개발 및 산업화는 범국가적인 차원에서 장기적인 계획하에 추진되어야 할 것이다. 이를 효과적으로 수행하기 위하여 우주 개발 육성법의 제정을 제안한다. 우리나라의 2001년의 GNP를 약 \$ 2,400 억로 볼 때 일본의 1971년 GNP와 비슷하며 이때 일본이 얼마나 우주개발에 투자하였는가를 표 3에 보인다. 또한 프랑스의 초기 우주 개발 투자 및 CNES의 전문 인력을 그림 2에 보인다. 표 3에서 볼 수 있는

바와 같이 일본의 우주 개발에 투자한 연구비는 일본 총 연구비의 1.5% 이상 2.99% 까지 에 이름을 참고 할 필요가 있으며 그만큼 투자가 없이는 의미있는 우주 기술 개발이 되지 못할 것임에 유의해야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] J.A. Adam and M.A. Fischetti, "Star Wars, SDI: The Grand Experiment," *IEEE Spectrum*, pp. 34-64, Sept., 1985.
- [2] T.S. Perry, "Commercialization; High Time for Profits?" *IEEE Spectrum*, pp. 49-55 Sept., 1983.
- [3] 한국산업개발원, 한국 위성 통신 방송 사업 타당성 조사, KID, 1984.
- [4] E. Rubinstein, ed., "Space 25; Crossroads in Space," *IEEE Spectrum*, pp. 28- 55, Sept., 1983.
- [5] Space world staff report, "National Space Strategy Approved," *Space World*, pp 8-12, Jan., 1985.
- [6] E. Herbert, "Space Technology," *IEEE Spectrum*, pp.56-69, Sept., 1983.
- [7] 한국전기통신연구소, 통신 방송 위성 사업 타당성 조사 보고서, 1983년 9월.
- [8] 나정웅외 16인, 우리나라의 우주 과학 기술 개발에 관한 기초 조사 연구, 과학 기술처, 1985년 7월 *