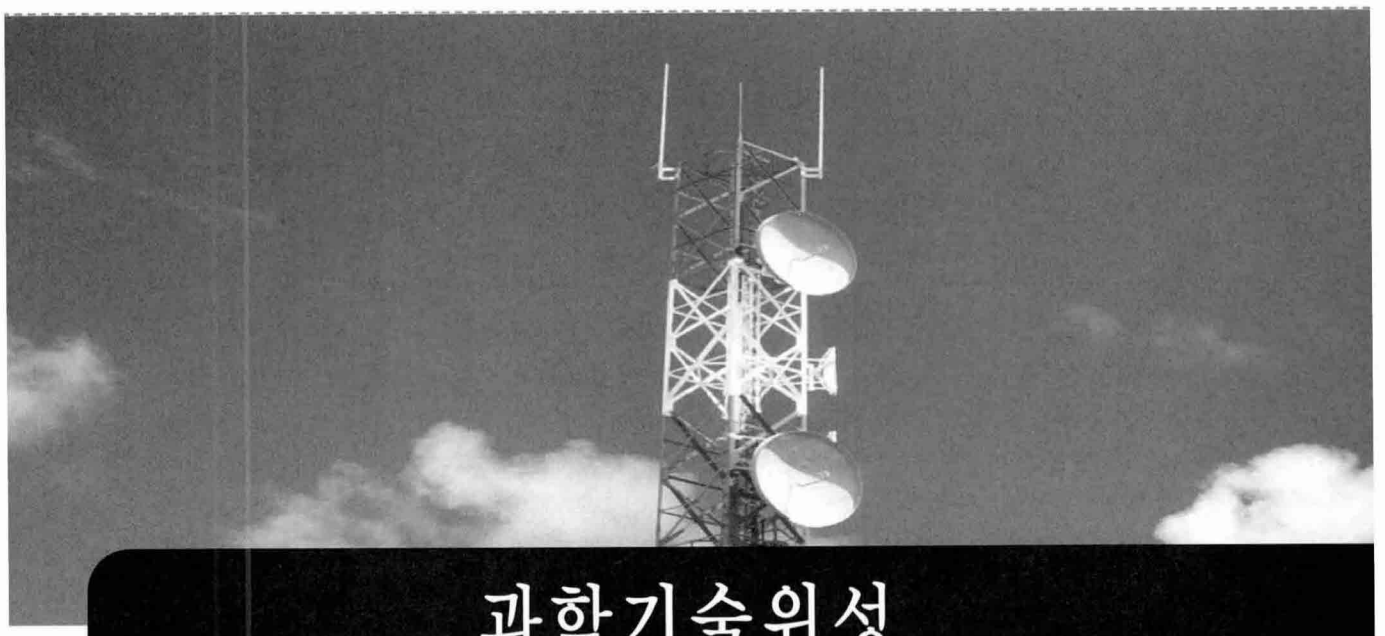


과학기술위성

강경인-한국과학기술원 인공위성연구센터

http://www.kosst.or.kr

과학기술위성 프로그램은 임무중심의 위성개발 프로그램인 다목적 실용위성과 더불어 과학기술위성 개발을 통한 인력 양성과, 실용위성 개발과 관련된 핵심 우주 기술의 선행연구 및 관측실험 임무를 수행할 수 있도록 국가 우주 개발 중장기 기본 계획의 한 축을 이루고 있다. 표1은 2000년에 수정된 중장기 계획 중 과학기술위성과 관련된 계획의 일부이다. 2015년까지 총 6기를 제작하도록 되어 있으며, 2005년에 다시 한번 수정을 거쳐 2010년까지 과학기술위성3호기를 개발하는 것으로 되어 있다.

과학기술위성1호는 우리별 1, 2, 3호의 개발을 통하여 확보한 기술 및 경험을 바탕으로 1998년 10월부터 개발이 시작되었다. 이것은 우주 개발 중장기 기본 계획 중 과학기술위성 개발사업의 첫 번째 위성이다. 본 개발사업의 수행을 위하여 기획사업이 1998년 6월부터 8월까지 수행되었으며, 주임무로 원자외선 영역의 천체 관측, 극지방의 오로라 현상을 관측하기 위한 우주 물리 탑재체 와 이러한 천체 관측 등 정밀 지향 임무를 수행하기 위한 핵심우주기술중의 하나인 별감지기 등의 탑재체가 선정되었다. 또한 과학기술위성1호는 고 성능, 고 신뢰도의 소형 위성버스 개발, 첨단 우주과학탑재체 및 기술시험 탑재체의 개발 및 운용, 핵심기술의 선행연구를 통한 미래 지향적인 기술개발 선도라는 목적을 가지고 있다.

표 1의 우주개발 중장기 기본 계획에는 과학기술위성1호가 2002년에 발사하기로 계획되었으나, 과학기술위성과 같은 200kg 미만의 초소형 위성은 주 위성이 사용하고 남은 공간에 함께 발사해야 주어진 사업비 안에서 발사를 할 수 있기 때문에, 발사 기회를 확보하기 위해 계획된 일정에 비해 다소 지연되어 2003년 7월에 발사하게 되었다. 과학기술위성1호의

[표 1] 2000년 수정된 국가우주개발 기본계획

대분류	소분류	추진계획																			
		제1단계					제2단계					제3단계					제4단계				
		96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
과학위성 (7기)	우리별위성				3호																
	과학위성							1호			2호			3호			4호		5호		6호

경우 발사 비용은 약 미화 15만 불을 지불하였다. 이는 상용급 위성을 발사하는 비용에 비하면 엄청나게 저렴한 금액임을 알 수 있다. 이러한 소형 위성기술의 개발은 좀더 많은 기술들을 저렴하게 우주상공에서 시험할 수 있는 기회를 제공할 수 있게 해준다.

표2는 과학기술위성1호의 제원을 나타내었다. 과학기술위성1호는 100kg급의 소형위성으로 6면체 구조를 하고 있다.

천체관측이 가능하도록 0.2도 미만으로 자세를 제어할 수 있는 3축 자세 제어방식의 기술이 도입되었으며, 축적된 과학 관측 자료를 고속으로 지상으로 내려 보내기 위해서 X-band의 송신기를 개발하였으며, 3 Mbps의 고속 통신으로 지상으로 전송한다. 향후 고속 전송

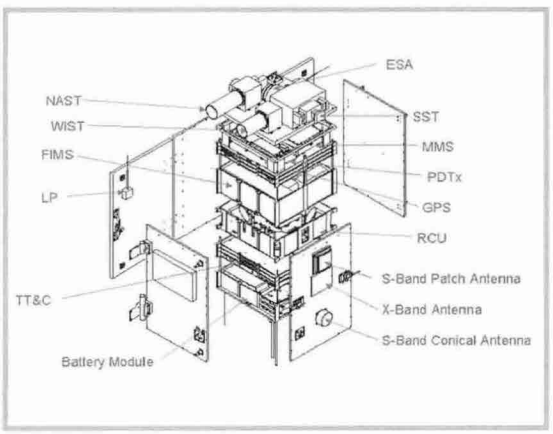
[표 2] 과학기술위성1호의 제원

구분	제원
크기	665 X 551 X 830 mm
무게	106 kg
최대 전력 공급	180 Watt
자세제어 방식	3축 안정화방식
지향 정확도	0.2도이내
주파수 영역	상향 : VHF, S-Band 하향 : S-Band, X-Band
주 컴퓨터	80C960 (KASCOM)
탑재체	원자외선분광기 (FIMS) 우주물리 탑재체 (SPP) – 고에너지 검출기 – 저에너지 검출기 – 랑마이어 탐침 – 정밀 지자기 측정기 데이터 수집장치 고정밀 별감지기
발사체	러시아 COSMOS-3M
고도	685km
경사각	98.2
궤도	원형 태양 동기 궤도

시스템은 더 많은 전력을 생성하는 위성 시스템으로 확장되고 또 새로운 기술을 적용한 고속전송시스템 개발에 대한 계획을 가지고 있다. 또한 태양전지로부터 공급되는 전력을 위성이 태양을 볼수 없을 때 위성을 운용하기 위한 배터리가 사용되었다.

위성의 자세를 알기 위한 태양센서, 자이로, 별감지기 등의 센서가 장착되어 있으며, 원하는 위치로 위성의 자세를 제어하기 위하여 자기 토커와 리액션 휠 등을 사용하였다. 이와 같은 모든 위성의 운용을 관장하기 위한 위성 컴퓨터가 위성의 중앙에 위치하고 있으며, 위성의 상단과 측면에는 지상과의 교신을 위한 안테나가 위치한다. 지상과의 통신은 위성의 상태를 점검하고 위성에 명령을 내리기 위한 S-band, 대용량의 과학기술 실험 자료를 지상으로 내려주기 위한 X-band 안테나로 구성된다.

과학기술위성 1호의 주 탑재체는 원자외선 영상분광기이며, 이밖에 우주환경 연구를 위한 우주물리탑재체, 지상의 모바일 터미날을 이용하여 동물이나 해양 부표의

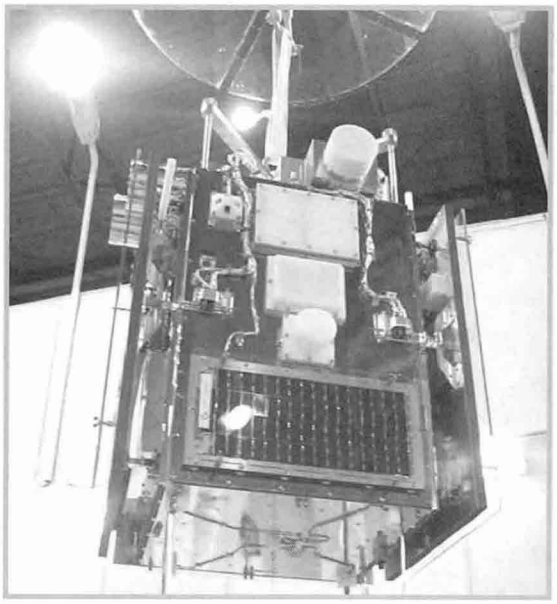


〈그림 1〉 과학기술위성1호의 형상 및 내부 구조

자료를 수집하는 자료수집장치 등으로 구성되어 있다. 원자외선 영상 분광기는 은하계의 진화과정을 규명하고, 원자외선 영역에서의 오로라 관측을 하는 임무를 수행하는데, 이를 위하여 망원경과 분광장치 그리고 미세한 광원에도 동작할 수 있는 MCP라는 검출기를 사용한다.

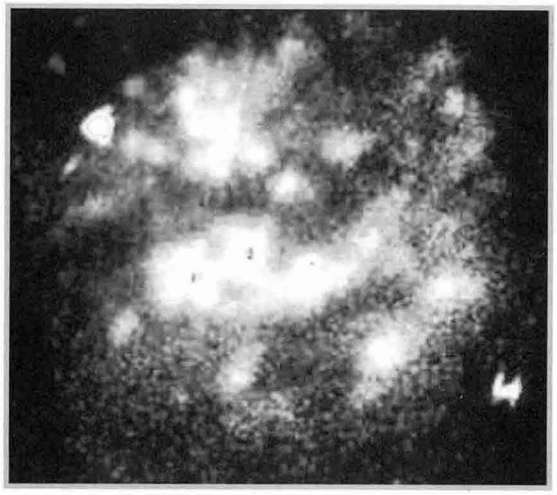
우주 물리 탑재체는 전자와 양성자 등 우주 입자를 검출하는데, 이를 통하여 지자기 활동에 따라 오로라나 자기 폭풍 등을 일으키는 현상을 연구하고, 전파환경 등에 영향을 미치는 우주 플라즈마의 활동을 감시하게 된다. 그림1은 과학기술위성1호의 형상 및 내부구조 모습이다.

과학기술위성1호의 개발과 관련된 특별한 관심사중의 하나는 2000년에 원치 않는 인력 배출을 들 수 있다. 과학기술위성사업의 목적 중에 인력양성이 포함되어 있으나, 개발 기간 중 대내, 외적인 요인으로 인해 우리별 위성개발에 참여하였던 많은 연구인력들이 위성개발관련 타 연구기관 및 회사 등으로 이직하는 상황이 발생하였다. 무엇보다도 연구여건 등의 어려움으로 우리별 위성을 개발하였던 주요 연구인력들이 위성개발 벤처회사를 세워 이직하는 상황이 발생하였는데, 이는 선 순환적인 인력배출과는 다른 고급 연구인력이 대량 산업 현장으로 유출된 경우가 된다. 이로 인해 과학기술위성1호의 개발에 어려움을 초래하기도 하였으나, 기존연구인력의 많은 이직에도 불구하고 2003년 9월에 과학기술위성1호는 비행모델에 대한 최종 점검을 마치고 러시아의 플레세츠크 우주기지에서 성공적으로 발사되었다. 이는 과학기술위성개발 프로그램을 통한 인력양성의 또 다른 면을 입증한 셈이 됐다. 그리고 우리별 위성을 개발한 주요 인력들이 창업한 벤처회사를 통해 해외 수출 등 성과를 보이고 있는 것도 100kg의 작은 위성프로그램으로 훈련된 인력이 세계시장에서 그 상업성을 인정받고 있는 것은 과학기술위성개발사업이 단순히 기초기술을 연구하는 대학의 실험실 수준을 넘어서서 고급 연구인력을 양성하는 프로그램임을 증명한 셈이 됐다. 아울러 과학기술위성1호의 성공적인 개발을 통하여, 또한 더 많은 우수한 연구인력이 훈련되었으며, 다음 프로그램을 수행하는데 큰 역할을 담당하게 됐다.



〈그림 2〉 발사체와 조립을 위해 옮겨지고 있는 과학기술위성1호

그림2는 과학기술위성1호가 발사체와 조립되기 위해 발사장에서 발사체로 이동하고 있는 모습니다. 2003년 9월 27일 과학기술위성1호의 성공적인 발사 이후 인공위성연구센터에서는 탑재체 등 위성의 임무 수행을 위해 과학기술위성을 관제 및 관측자료를 수신 처리하고 있다. 주 탑재체인 원자외선 분광기를 이용하여 돛자리

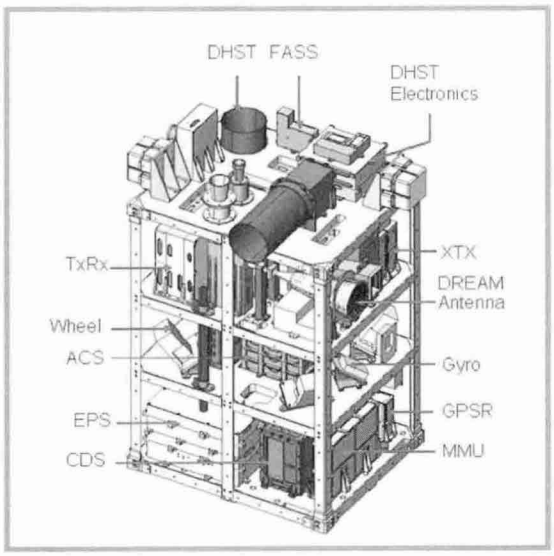


〈그림 3〉 과학기술위성1호가 촬영한 대 마젤란 성운

초신성 잔해, 백조자리 초신성 잔해, 대마젤란 성운 등 개별 천체 관측을 수행 하였으며, 우리 은하의 우주공간에 대한 관측도 수행하였다. 그림3은 '대마젤란 성운'의 모습으로, 지구에서 16만9천 광년 거리에 있는 성운으로 국내 기술을 이용해 원자외선 영역의 선명한 화상을 촬영한 것은 처음이다. 과학기술위성1호의 위성체 기술은 이러한 천체 관측 임무를 성공적으로 수행함으로써, 별감지기 등을 이용한 정밀지향기술을 확보 및 우주에서 검증하였으며, 향후 좀더 지향성이 높은 기술을 개발하는 발판을 놓았다.

이외에도 과학기술위성1호를 통하여 극지방의 오로라를 일으키는 전자의 에너지와 플럭스를 측정하고 이들 전자가 이온 층 플라즈마와 어떻게 상호작용하는지를 관측하기 위하여 우주물리 탑재체를 운용하였으며, 모바일 터미널로부터 데이터를 수집하는 시스템의 성능시험 등이 수행되었다.

또한 2002년 10월부터 개발에 착수된 과학기술위성2호는 총 예산 136.5억원으로 우리나라 최초의 저궤도 소형위성 발사체인 KSLV-1에 탑재되어 국내 최초로 우리 땅에서 발사될 인공위성이 될 것이다. 따라서 과학기술위성2호는 기존의 위성개발프로그램과는 다르게, 함께 개발이 진행되고 있는 발사체의 요구조건을 만족하도록 개발하고 있다. 일례로 전체 무게가 100kg이 넘지 않도록 요구되었으며, 국내에서 처음 만들어지는 발사체인 관계로, 발사체에 대한 동 특성 등이 타 발사체와는 비교가 안될 정도의 강한 구조를 갖도록 요구되었다. 이번 과학기술위성2호의 성공적인 발사를 통해 보다 개선된 발사체의 동 특성이 제시될 것으로 보이며, 향후 위성 개발에 적용될 예정이다. 개발일정은 발사체와의 연계성을 위해 당초 2005년에서 2007년 말로 연기되었으며, 과학기술위성2호 개발을 위한 기획사업은 2001년 10월부터 2002년 5월까지 수행됐다.



〈그림 4〉 과학기술위성2호의 내부 구조 모습

과학기술위성2호는 국내 주도로 개발중인 발사체의 검증기능을 가지고 있어서, 우리별 위성이나 과학기술위성1호와는 달리 3개의 비행 가능한 모델을 제작하고 있다. 예전의 과학기술위성 프로그램에서는 1기의 비행모델을 제작함으로 비행모델에 탑재되는 고가의 부품이 상대적으로 적게 들어감으로 비용절감을 꾀할 수 있었으나, 본 과학기술위성 2호 프로그램에서는 발사체 검증위성, 준비행모델, 비행모델 등 모두 3기의 비행 가능한 모델을 제작한다. 과학기술위성2호의 총 예산이 136.5억으로 타 위성 개발프로그램과 비교가 안될 정도로 적은 비용으로 제작된다는 점을 감안하면, 그 동안 축적된 개발 경험과 기술력이 과학기술위성2호에 반영되고 있음을 알 수 있다. 우리별위성과 과학기술위성1호의 개발을 통해 확보한 소형위성기술을 한 단계 진일보시킨 첨단 소형위성본체기술의 개발은 앞으로도 중요한 개발 분야임을 알 수 있으며, 이는 소형위성의 장점인 저렴한 예산과 빠른 개발기간을 들 수 있다.

위성체의 구조는 우리별 1, 2호와 같은 50kg급 소형위성에 주로 사용되던 쌓아 올리는 스택 구조의 형태를 벗어나 개발된 유닛들을 다른 위성이나, 동일한 조건을 갖는 위성에 쉽게 적용 가능하도록 모듈박스 형태로 개발하였다. 그림 4는 과학기술위성2호의 내부 구조 모습이다. 그림에서 볼 수 있듯이 위성체의 유닛들은 네 개의 플랫폿에 분산 배치 시켰으며, 외형은 발사체의 동 특성 요구조건을 만족하기 위해 구조물의 강성을 갖도록 분석한 결과 과학기술위성1호와 같은 6면 체의 형태로 설계 하였다. 2005년 말에 조립이 완료된 PFM모델의 경우 과학기술위성1호의 스택 구조보다도 더 강한 구

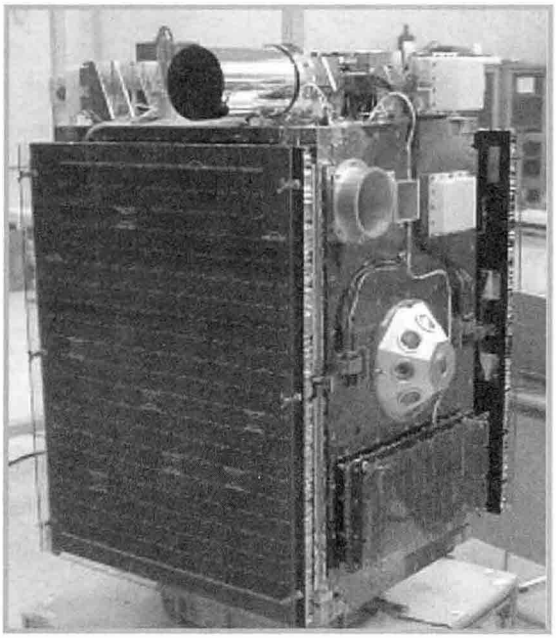
조로 제작되었음을 시험을 통해 확인할 수 있었다.

과학기술위성2호의 주 관측기기로는 개발 초기에 태양관측 탑재체가 선정되었으나, 개발이 진행되는 과정 중에 문제점이 부각되어 지구관측 탑재체인 라디오메타로 바뀌게 되었다. 부 관측기기로는 정밀 궤도 측정을 위한 레이저 반사경이 탑재되었으며, 위성체 선행 기술로 Frame-Type의 위성구조체, 복합소재 태양 전지판, Dual-Head 별 감지기, CCD 태양센서, 펄스형 플라즈마 추력기, 소형위성용 탑재 컴퓨터, X-band 송신기등을 시험하게 된다. 표3은 과학기술위성2호의 제원이다.

[표 3] 과학기술위성2호의 제원

구분	제원
크기	622 X 748 X 910 mm
무게	100 kg
최대 전력 공급량	160 Watt (EOL)
자세제어 방식	3축 안정화방식
지향 정확도	0.15도이내
주파수 영역	상향 : S-Band 하향 : S-Band, X-Band
주 컴퓨터	MPC603
관측기기 탑재체	라디오미터 (DREAM) 레이저 반사경 (SLR)
발사체	한국 KSLV-1
고도	300, 1500km
경사각	80
궤도	타원궤도

과학기술위성의 궤도와 관련해서는 일반적으로는 위성체를 개발하는 쪽에서 궤도를 선택하여 발사를 하게 되지만, 과학기술위성2호는 국내에서 개발되는 발사체를 검증하는 기능을 가지고 있기 때문에, 위성의 궤도가 발사체에서 주어지는 대로 정해졌다. 궤도의 형태가 근지점이 약300km 원지점이 1500km에 경사각이 80도를 갖는 타원궤도를 따라 지구를 도는 위성이 된다. 이러한 요소는 기존의 위성을 관제하는 지상국의 경우 낮과 밤에 주기적으로 관제하는 것과는 달리 위성이 우리나라 상공을 지나는 시간이 일정하지 않은 상태가 된다. 이를 위해서 위성이 발사된 이후에 보다 위성을 잘 운용하기 위해 다양한 운용프로그램을 제작하고 있다. 그림 5는 지난 2005년 12월에 조립이 완료된 과학기술위성2호 준비행모델(PFM) 이다.



〈그림 5〉 과학기술위성2호 PFM

올해에는 과학기술위성2호의 비행모델(FM)이 제작되고 있으며, 시스템의 발사환경시험, 우주환경 시험 등을 거쳐 최종 점검이 끝나게 되면 2007년 10월에 우리나라 땅에서 우리연구진에 의해 개발된 발사체에 우리의 위성을 우주로 쏘아 올리는 역사적인 이정표를 남기게 될 것이다.

과학기술위성 사업은 2005년에 국가우주개발 중장기 기본 계획의 수정으로 2010년에 발사를 목표로 과학기술위성3호기의 프로그램이 계획되어 있다. 이에 따라 지난 2005년 9월부터 2006년 3월까지 기획사업이 수행되었다. 우리별1,2호가 중력경사방식의 위성으로 우주기술에 대한 기본 기술을 획득한 시기로 본다면, 우리별3호와, 과학기술위성1호는 3축 자세제어 시스템이 적용된 100kg급 소형위성으로 지구 관측과 천체관측이라는 저궤도 관측위성의 보다 진일보한 기술 개발을 선보였으며, 이는 학회, 메스컴등을 통해 우주 선진국들의 찬사를 받을 만큼 기술력이 확보되었음을 보였다. 이제 과학기술위성개발 사업을 통하여 저궤도 관측위성을 개발

하는 수준에서 한 걸음 나아간 기반 기술들을 개발해야 될 시점으로 보인다. 우리별1호를 시작으로 국가의 우주개발 역사가 유년기를 지나 이제 청, 소년기를 지나는 시점에서 과학기술위성3호 개발은 여러 가지 면에서 의미 있는 시점이라 할 수 있다. 특히 그 동안 여러 국내의 상황 때문에 과학기술위성은 100kg 급의 소형위성이어야 한다는 이유로 다양한 시험들을 해볼 수 없었던 부분이 해소가 되었다. 이러한 변화는 매우 작은 변화이긴 하지만, 기술시험을 수행할 대상을 고려한다면 획기적인 부분임을 알 수 있다. 따라서, 과학기술위성3호에서는 대용량 태양전지판을 이용하여 더 많은 전력을 생성할 수 있도록 태양전지판 국산화 및 다단전개 기술들을 과학기술위성에 접목시킬 계획을 가지고 있다. 이미 국내에 기술이 축적된 유닛 수준의 주요 핵심기술들을 위성체의 시스템에 구현하여 우주 인증뿐만 아니라, 개별적으로 흩어져 개발된 주요기술들을 활성화 하여 살아있는 기술들이 되게 하는 것이 앞으로 해야 될 과제중의 하나가 아닌가 여겨진다. 또한 저궤도 관측 기능에서 한 발 나아가 궤도 천이를 위한 기반기술 등을 개발하여 향후 국가의 우주개발 프로그램에 필요한 좀 더 많은 기술들이 개발 되고 또한 인력들이 배출 될 수 있기를 바란다. 과학기술위성1호 개발과정에서 겪었던 어려움들이 다시 생기지 않기를 바라지만, 그보다도 더 많은 기술과 인력들이 배출 될 수 있는 여건이 하나씩 주어지는 것은 국가 우주개발 프로그램의 성공적인 수행에 있어서 매우 고무적인 일이라 판단된다.

과학기술위성사업은 이러한 위성체의 기반기술 개발과 검증뿐만 아니라, 국내의 많은 천문/우주 과학자 및 지구관측 과학자들에게 관측기기를 탑재하여 소정의 임무를 수행해볼 수 있도록 허용된 유일한 사업으로 많은 관심의 대상이기도 하다. 혹자는 이미 우주선진국의 다양한 관측프로그램으로 쌓여있는 자료가 무궁무진 한데 굳이 검증되지 못한 관측기기를 만들어 운용하는 것이 무슨 의미가 있는가 비평할 수 도 있지만, 갓난 아이가 언제까지나 갓난 아이로 있지 않듯이 좀 더 적극적인 지원이 아쉬울 때도 있다.

과학기술위성개발사업은 분명 임무중심의 다목적 위성이나, 상용서비스를 위한 통신위성 프로그램과는 차별화 되어야 한다. 또한 개발된 기술들이 점점 더 국가의 이익을 위해 발전하기 위해서는 주요 핵심기술이나, 관측기기 등이 기존의 막대한 비용이 투입되는 위성프로그램에 10% 아니 5%의 작은 부분이라도 허용될 수 있는 여지가 생긴다면 그 동안 줄기차게 지적돼온 관련기술의 연계성 문제도 보다 쉽게 해결되지 않을까 조심스런 기대를 해본다.

■ 필자소개

• 강경인
한국과학기술원 인공위성연구센터