

소형인공위성 개발 현황

이 상 현 · KAIST 인공위성연구센터, 선임연구원

_e-mail : shlee@satrec.kaist.ac.kr

이 글에서는 전세계 소형인공위성 개발 현황과 우리나라 소형인공위성 개발 현황에 대하여 소개하고자 한다.

소형인공위성 개발은 1957년 스푸트니크 1호의 단순한 위성기술 시험을 시작으로 첨단산업과 부품산업의 발달로 점차 부품의 소형화·경량화에 따라 최근에는 지구관측, 통신, 천문우주과학, 행성탐사 등과 같은 다양한 임무를 수행할 수 있게 되었다. 전기전자, 기계, 소재 등 관련분야의 발달은 과거에 비해 인공위성의 크기가 작아지고, 개발비용도 저렴하며, 개발기간도 단축되는 효과를 가져와 점차 중대형위성 성능을 소형위성으로 구현하게 되면서 최근에는 소형위성 개발과 연구가 더욱 활발하게 진행되고 있는 추세이다.

소형인공위성 개발의 필요성

소형인공위성은 무게의 정의에 따라 일반적으로 500kg 이하를 총칭하는 것으로, 빠르게 변하고 있는 기술을 즉시 우주에서 시험할 수 있는 장점이 있어 최근에 소형위성 개발의 필요성이 점차 대두되고 있다. 소형위성은 짧은 개발기간으로 선행위성기술을 적용하기 쉬우며, 크기가 작아 전체 개발비용도 줄일 수 있고, 많은 발사 기회를 제공받을 수 있는 장점이 있다. 또한, 개념설계부터 제작, 조립, 시험, 발사 및 운용에 이르기까지 전과정을 짧은 기

간에 경험할 수 있는 장점이 있어 특히 대학에서는 우주분야 인력양성에 많이 활용하고 있다.

최근에 모든 분야에서 첨단위성 개발의 필요성이 대두되면서 사전에 위성기술을 우주에서 검증하는 도구로서 점차 소형위성 개발의 필요성이 더욱더 부각되고 있다.

소형인공위성 기술 개발 현황

소형위성 개발은 저렴한 개발비로 소형화, 고성능화를 이룩하는 것이 무엇보다 중요하다. 이러한 경향은 기존 부품의 성능개선

이나, 새로운 부품 개발을 통하여 이룩하고자 한다. 개발 비용과 개발 기간을 단축하기 위하여 상용 기성품을 각종 시험을 통하여 검증한 후 위성에 사용하며, 또한, 고성능화를 위하여 최신기술을 위성에 적용하기도 한다. 이러한 노력들은 위성기술 분야 전반에 나타나고 있다.

먼저, 위성시스템분야에서는 개발기간을 단축하기 위하여 동시 공학을 적용하여 설계와 동시에 제작이 가능하도록 하고 있다. 또한, 여러 대의 위성에 위성장비를 분산 탑재함으로써 중대형위성에서 한 대로 구현하는 기술을 위성군(constellation)과 편대비행(formation flying)을 통하여 구현함으로써 한 대의 중대형위성에서 구현하지 못하는 최첨단 우주관측과 자율비행 기능들을 구현할 수 있게 되었다.

자세제어계에서는 고성능의 위성을 제어하기 위하여 각종 센서들의 소형화와 고성능화를 이룩하여 대형위성에 버금가는 성능을 구현하고 있다. 예를 들면, MEMS를 이용한 가속도계, 지구 센서, 별센서, 자기센서, 자이로 등이 있다. 그러나 센서에 비해 각종 휠(wheel)과 같은 구동기는 위성의 크기에 따라 휠의 크기와 성능이 결정되기 때문에 소형화와 무게 감소에는 제한적이다. 또한, 최근에는 항행위성과 편대비행을 위해 GPS를 이용한 유도항법제어 기술을 구현하고자 많은

노력을 기울이고 있다.

또한, 위성에는 위성자세제어와 궤도제어를 위하여 추진시스템을 사용하고 있으며, 이는 위성무게 증가와 수명에 직접적으로 관련이 있다. 따라서 최근에 소형위성에서는 중대형위성에서 사용하는 화학추진제 대신에 가벼우면서도 높은 비추력(specific impulse)을 내며, 연료와 관련이 적은 전기추력기 개발에 박차를 가하고 있다. 최근에 개발되고 있는 전기추력기로는 이온 추력기, 홀 추력기, 펄스형 플라즈마 추력기, 자기방출 추력기, 콜로이드 추력기 등이 있다. 특이한 추진시스템으로는 영국의 SSTL 사가 개발한 수증기 추력기로서 수증기 증기압을 이용해 추력을 얻는 방법으로 인체에 무해하며, 저렴한 개발 비용이 장점이다.

과학기술위성 2호에서는 펄스형 플라즈마 추력기를 개발하여 탑재하였으며, 과학기술위성 3호에서는 홀 추력기를 개발 중에 있다. 이들은 모두 우주에서 자세제어와 궤도제어를 위하여 시험 운영될 예정이다.

위성의 전력을 생산하는 전력계에서도 태양전지판과 배터리 분야에서 두드러진 성과를 나타내고 있다. 일반적으로 태양전지판에 사용되는 태양전지는 유리 기반의 실리콘 또는 GaAs를 사용하며, 단일접합이 주로 사용되었다. 그러나 최근에는 유리 대신에 유연한 태양전지판을 사용하

며, 실리콘이나 GaAs 대신에 CIS계를 이용한 삼중접합을 이용하여 효율이 25%에 이르고 있다. 이와 더불어 같은 면적으로 높은 효율을 얻기 위한 노력으로 집광태양조절기 개발에도 박차를 가하고 있다. 또한, 배터리에 사용되었던 니켈-카드뮴(NiCd) 대신에 최신기술인 효율이 좋은 리튬-이온(Li-ion) 배터리를 개발하여 사용하는 추세이다. 과학기술위성 3호에도 리튬-이온 배터리를 개발하여 장착할 예정이다.

최근 구조분야에서 각광받고 있는 것은 위성의 부피 및 무게를 감소시키며, 제작기간을 단축시키는 다기능 복합 구조물이다. 이는 통신시스템, 열제어시스템, 전력시스템 등을 패키징을 이용하여 서로 연결하여 인덕터, 커패시터, 저항 등과 같은 수동소자들은 구조물 내부에 실장하고, 중앙처리장치(CPU)와 같은 능동소자들은 구조물 표면에 실장하여 불필요한 구조물과 케이블, 커넥터 등을 제거함으로써 무게를 획기적으로 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한, 위성 전체를 가볍고, 고강도의 복합재료를 사용함으로써 무게를 감소시키고 있다. 이는 미국 NASA를 비롯하여 위성선진국에서 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 과학기술위성 3호에서도 GPS 시스템을 적용한 다기능 복합 구조물과 위성구조물 전체를 복합재료를 사용하여 개발하여 탑재할 예정이다.

소형화와 고집적화를 통한 전자 기기의 효율 극대화는 국부적으로 많은 열을 발산함으로써 열전도도가 높은 열제어 부품을 필요로 하게 되었다. 따라서 고효율의 마이크로 히트파이프를 개발하여 빠른 시간 안에 열전달이 일어나도록 설계를 하고 있다.

이러한 소형위성에서의 기술 개발은 첨단기술을 적용하여 효율을 극대화하고, 소형화, 경량화를 이루어 소형위성의 원래 목적인 소형화와 저렴한 개발비용으로 위성을 개발하고자 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

세계의 소형인공위성 개발 현황

세계 최초의 인공위성인 스푸트니크 1호(Sputnik-1)는 84kg으로 대기밀도를 측정하기 위한 측정기와 2대의 송신기를 탑재하였다. 그 후로 오스카 1호(OSCAR-1), 텔스타 1호(Telstar-1), 신콤 1호(Syncom-1) 등 위성개발 초기에 수많은 위성들이 소형위성으로 제작되었다. 오늘날에는 상업적 목적뿐만 아니라 군사위성인 오펙 5호(Ofeq-5)와 같은 군사적 목적과 화성탐사선 패스파인더와 같은 행성탐사 목적으로도 적극적으로 활용하고 있다.

2000년부터 2006년까지 총 619기의 위성이 발사되었다. 그 중 대형위성(>1,000kg)은 356(58%)기, 중형위성(500kg~1,000kg)

은 53(8.6%)기, 소형위성(40kg~500kg)은 총 129 (21%)기, 초소형위성(<40kg)은 총 81(13%)기를 발사하였다. 여기서 소형위성은 지구관측(23%), 통신(22%), 우주과학(18%), 기술시험(29%), 기타(9%) 등 다양한 분야에서 개발되어 발사되었다.

최근에는 달탐사위성에도 소형 위성 기술이 개발되고 있다. 미국 방성과 나사(NASA)에서 공동으로 주관하고 해군연구소(NRL)에서 개발한 기술시험위성인 클레멘타인은 총 424kg 중에 본체와 탑재체 무게는 173.5kg으로 경량화에 중점을 두고 장기간 사용 가능하도록 개발되었으며, 루나 프로스펙스는 작고, 단순하며, 고신뢰성의 회전안정화 방식을 사용하여 총무게가 296.3kg 중 본체와 탑재체는 158.3kg이며, 나머지는 추진제 연료 무게이다. 이들 위성들은 나사(NASA)의 개발 방식인 “짧은 기간에(Faster), 보다 좋게(Better), 저비용으로(Cheaper)”라는 FBC 개념을 도입하여 설계하였다. 또한, 유럽 우주기구(ESA)에서 최초로 개발한 달탐사선 스마트 1호는 총무게 367kg 중 추진제를 제외하면 285kg으로, 가장 혁신적인 기술인 29.2kg의 홀(hall) 효과를 이용한 전기추력기와 리튬-이온 배터리를 장착하였다.

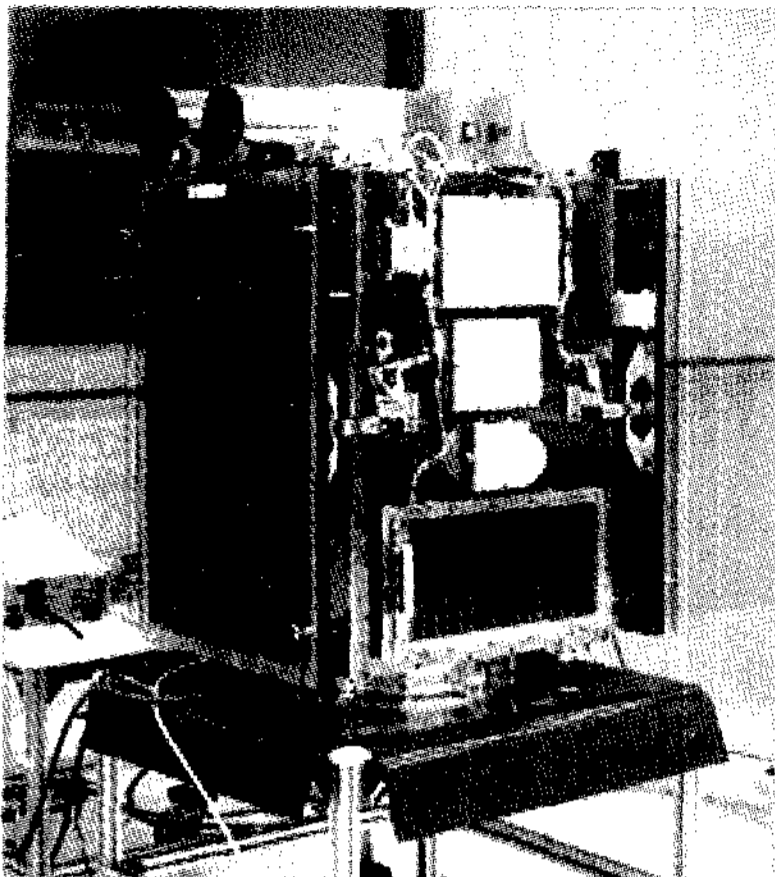
전세계적으로 소형위성 개발은 현대 우주개발에서 요구하는 개발기간 단축과 개발비용 축소로

점차 확대되고 있는 추세이며, 우주기술 시험과 각종 과학실험 및 지구관측 목적뿐만 아니라, 군사위성, 행성탐사위성 등으로 그 영역이 점차 확대되고 있는 추세이다.

현대의 소형위성 개발은 영국 쉐리대학에서 개발하여 1981년 10월에 발사한 52kg의 UoSAT-1으로부터 시작되었고, 1985년 상업화를 목적으로 SSTL을 설립함으로써 처음으로 전세계에 소형위성을 제작 공급하게 되었다. 우리나라도 1989년 영국 쉐리대학의 UoSAT-5 개발에 참여하여 우리나라 최초의 국산위성인 소형위성 우리별 1호가 탄생하게 되었다. 현재 세계 소형위성분야는 영국 쉐리대학의 소형위성 제작업체 SSTL(Surrey Satellite Technology Limited), 프랑스 EADS 아스트리움, 캐나다의 스페이스테크(Space Tech), 및 한국의 (주)세트렉아이 등의 업체들이 세계 시장에서 경쟁하고 있다.

우리나라의 소형인공 위성 개발 현황

우리나라의 소형위성 개발은 1992년에 KAIST 인공위성연구센터에서 개발한 우리별 1호를 시작으로 진행되었다. 그 후 우리별 2호, 3호, 과학기술위성 1호 등을 개발 발사하여 위성기술시험, 지구관측, 천문우주과학 등의

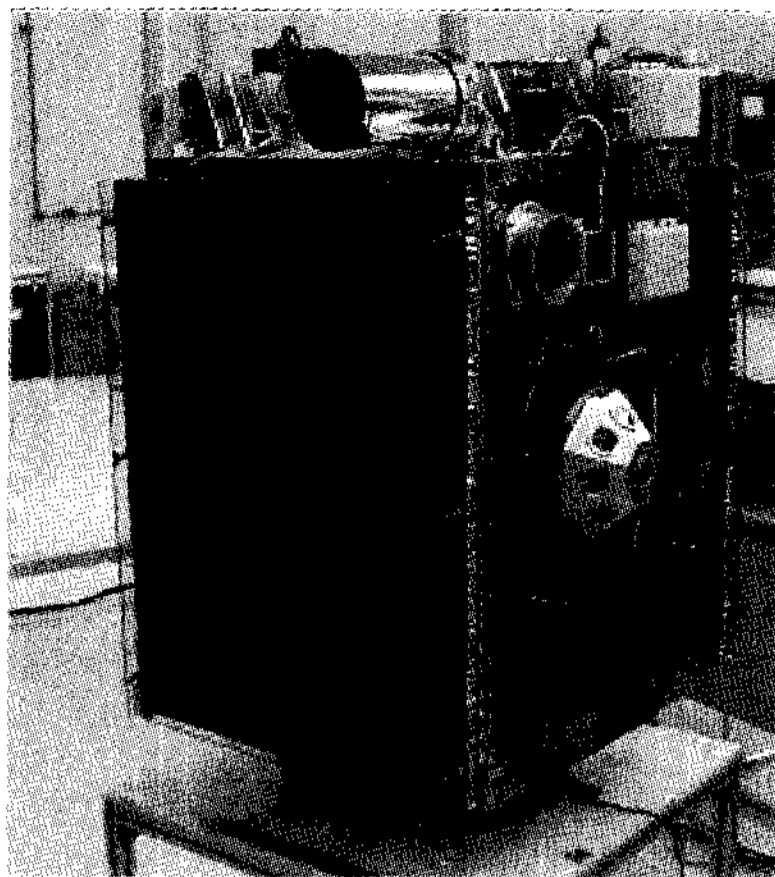


과학기술위성 1호 형상

임무를 성공적으로 수행하였다. 현재는 과학기술위성 2호 개발이 완료되어 2008년 말 전남 고흥의 나로우주센터에서 발사할 예정이다.

우리별 1호 및 2호는 50kg의 비교적 작은 위성이며, 우리별 3호, 과학기술위성 1호 및 과학기술위성 2호 등은 100kg급의 마이크로 위성이다. 반면, 과학기술위성 3호는 이보다 조금 더 큰 150kg급의 위성으로 제작되고 있다.

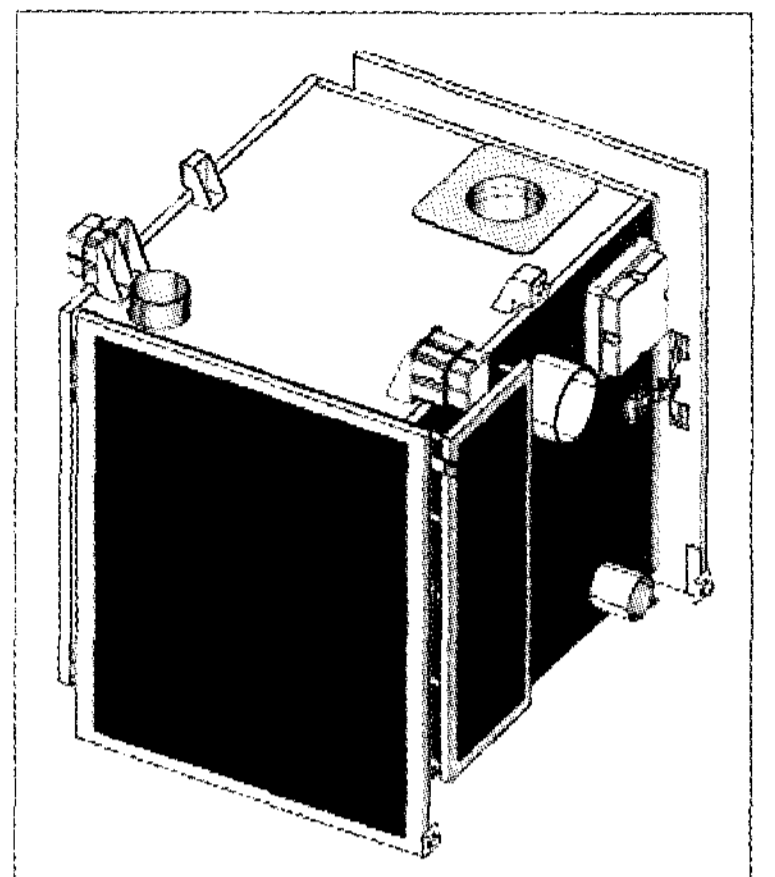
우리별 1호, 2호 및 3호는 광학카메라를 장착하여 지표면의 형상을 측정과 다양한 과학실험을 수행하였으며, 과학기술위성 1호는 오로라와 우주플라즈마 관측을 위한 우주물리탑재체와 함께 주탑재체인 원자외선분광기를 장착하여 우리은하 고온가스 분포를 측정하여 우리은하 전천지도를 작성하는 쾌거를 이루었다. 과학기술위성 2호는 주탑재체인



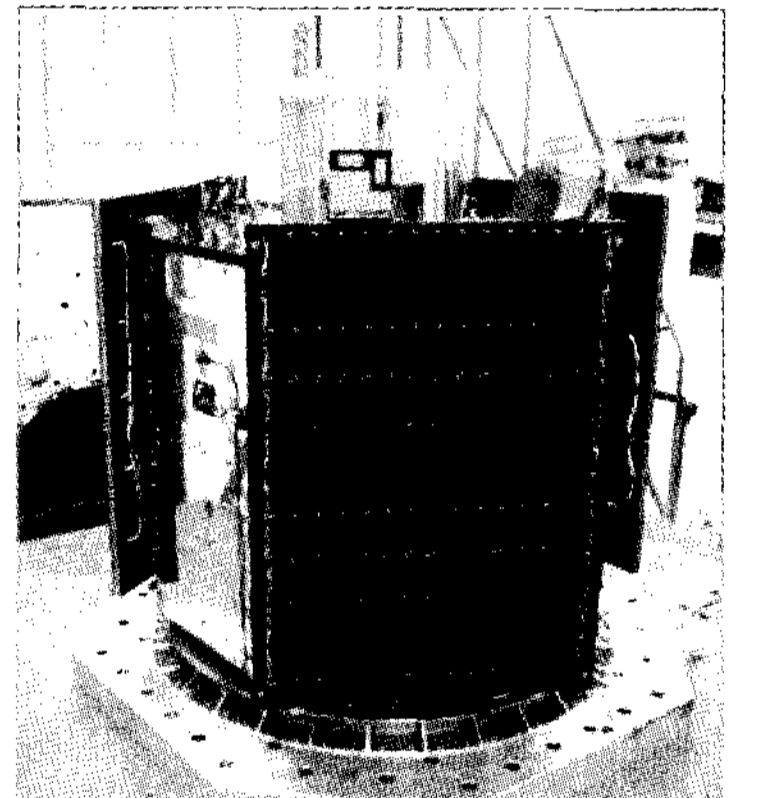
과학기술위성 2호 형상

마이크로파 라디오메타(DREAM)의 기상센서를 장착하여 한반도 뿐만 아니라 전세계 강우량을 예측할 예정이며, 또한, 부탑재체로는 레이저반사경을 장착하여 과학기술위성 2호 궤도를 수 cm 정도의 정밀도로 결정할 예정이다. 이 밖에도 과학기술위성 2호에는 위성기술을 검증하기 위하여 펄스형 플라즈마 추력기, 디지털 태양센서, 이중머리 별센서, 및 고성능 탑재컴퓨터 등을 개발하여 탑재하고 있다.

과학기술위성 3호는 많은 첨단 기술들을 개발하여 탑재할 예정이다. 우선, 우리은하계 근적외선 방출선 및 우주배경복사 관측을 위하여 주탑재체인 적외선영상시스템(MIRIS)을 개발하며, 수질감시 및 농작물작황 감시를 위하여 부탑재체인 영상분광기(COMIS)를 개발하여 탑재할 예정이다. 또한, 복합재료를 이용한 소형위성 구조체 개발, 홀추력기, 리튬-이



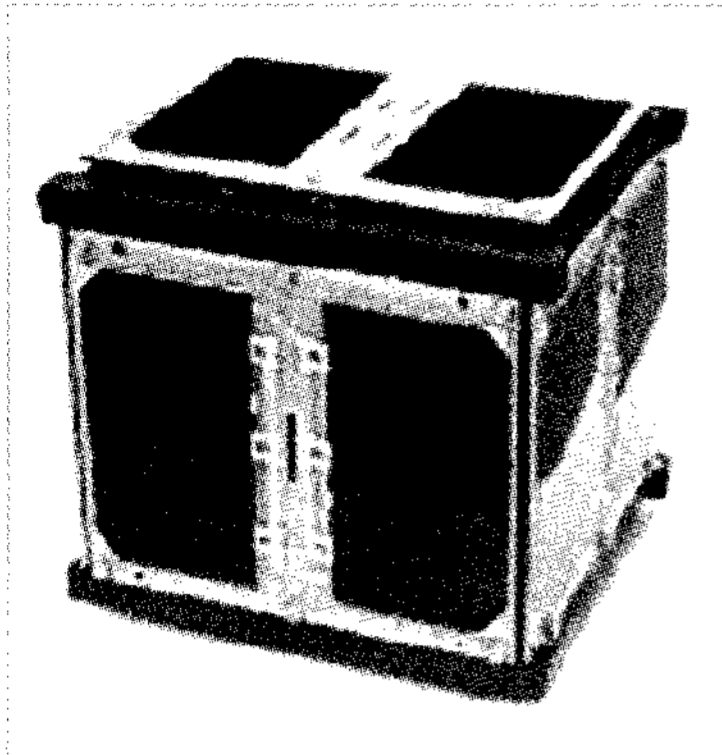
과학기술위성 3호 형상



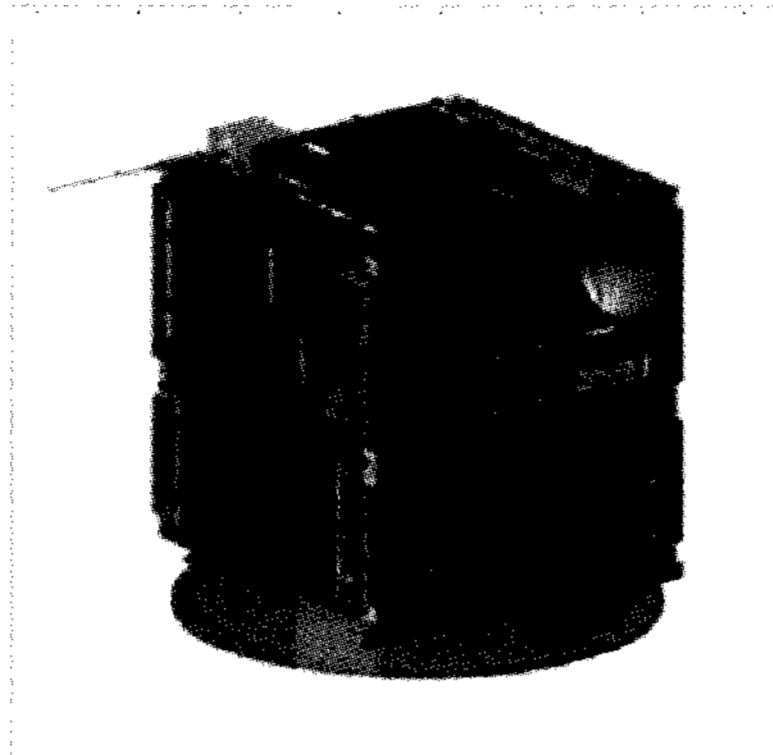
라작셋 형상

온 배터리, 다기능 복합재 구조체, 고성능 탑재컴퓨터, 및 소형 태양전력조절기 등의 핵심우주기술을 개발하여 우주에서 시험할 예정이다.

소형위성벤처업체인 (주)세트렉 아이는 국내 최초의 위성수출품인 라작셋(Razack Satellite)을 만들어 2005년 8월에 말레이시아로 수출하였다. 라작셋은 무게가 약 200kg으로 지구관측을 목적으로 해상도가 흑백 2.5m, 컬러 5m인 광학카메라를 장착하였



한누리 1호 형상



한누리 2호 형상

다. 또한, 최근에는 아랍에미레이트(UAE)로부터 라작셋과 같은 해상도인 흑백 2.5m, 컬러 5m인 광학카메라를 장착한 200kg의 지구관측을 목적으로 하는 두바이셋(DubaiSAT-1)을 수주하여 제작 중에 있다. 두바이셋은 2008년 말 러시아의 드네프(Dnep) 발사체에 의해 발사될 예정이다.

한국항공대학교에서는 교육프로그램의 일환으로 초소형 인공 위성인 한누리 위성 시리즈를 개발하고 있다. 2006년 7월에 러시아 드네프(Dnep)에 의해 발사도중 발사체 1단 엔진의 유압구

동기의 오작동으로 발사에 실패한 한누리 1호는 1kg의 초소형 위성이다. 반면, 한누리 2호는 25kg으로, 동물추적, 우주플라즈마 환경 측정, 및 우주방사선 피폭량 측정 등의 과학임무와 국내에서 개발된 별센서와 GPS 수신기를 탑재하여 우주에서 성능시험을 수행할 목적으로 개발되며, 2008년 발사할 예정이다.

맺 음 말

소형위성은 비용 대비 효용성이 중대형위성에 비해 좋아 최근 10년간 급격한 기술개발과 응용

범위가 확대되고 있는 추세이다. 우주과학이나 기술시험용도 외에도 항행위성, 군사위성, 지구관측 위성, 통신위성 등 광범위한 분야에서 그 응용 가능성을 모색하고 있다. 미국, 중국, 일본, 유럽 등 위성선진국에서는 소형위성의 활용 범위를 넓히려는 시도가 진행되고 있다. 우리나라에서는 소형 위성 개발을 통하여 우주과학 연구, 우주분야 인력양성, 위성기술 선행 연구 및 우주검증을 목적으로 개발되고 있으며, 또한 상용화를 통한 부가가치 창출을 위해서도 노력 중에 있어 점차 그 필요성이 증가할 것으로 예상된다.

우주산업의 발달은 국제사회에서 우리나라의 경제력과 기술 수준을 높여주며, 미래 우리나라의 고부가가치 창출을 위한 전략산업으로, 기계, 전자, 전기, 소재, 컴퓨터, 통신, 및 재료 등 다양한 분야에서 응용이 가능하여 차세대 신성장동력으로 자리매김할 수 있을 것이다.

기계용어해설

2단 감속장치(二段減速裝置; double-reduction gear)

한 축의 회전수를 낮추어 다른 축에 전하는 경우, 원하는 감속비가 클 때 감속을 2단으로 나누는 감속장치.

복류 터빈(double-flow turbine)

터빈 차실을 좌우 대칭으로 설치하고, 중앙에서 유입되는 증기가 좌우로 나뉘어져 흐르게 하는 형식의 터빈.

이중관복수(응축)기(double pipe condenser)

소용량의 수랭 응축기에 널리 쓰이는 것으로, 동심의 이중관으로 이루어진 응축기.