

“광학업체들, 위성탑재체 개발 참여로 첨단기술 확보 계기로 삼아야”

우리 기술 · 우리 탑재체, 과학기술위성3호 지구관측 영상분광기 코미스(COMIS)

1980년 말에 시작한 우주개발에 참여한 우리나라는 약 20년이라는 짧은 시간 동안 급속하게 기술축적을 하여 위성체 개발 기술을 상당부분 보유하게 되었고, 오는 7월이면 KSLV-1의 발사를 통하여 우주진입 기술 확보도 시작하게 될 것으로 기대되고 있다. 과학기술위성 3호 영상분광기 코미스(COMIS)는 개발 과정도 하나의 목표로 취급되고 있어, 모든 개발 과정이 100% 국내에서 이뤄지고 있다. 특히, 광학 소자의 가공 및 평가에 국내 민수 광학 업체들이 참여하고 있다. 광학 업체의 위성탑재체 개발 참여를 통한 매출 증가는 아직 미비하지만 이를 통하여 초정밀 가공 및 평가 기술, 초경량화 및 신소재, 환경 평가 기술 등을 확보하는 계기로 판단하여 적극적인 참여의지 표시가 필요할 것으로 보인다.

우주 기술은 한 국가의 전체적 기술 수준을 나타낼 수 있는 지표로 인식될 뿐만 아니라, 그 활용 범위도 통신, 측지, 관측, 방송, 우주과학 등에 이르기까지 날로 증가하고 있어, 세계적으로 상당수의 국가가 우주개발을 진행 중에 있다. 특히, 우리나라의 주변 국가인 일본 및 중국도 미국, 유럽, 러시아 등과 함께 세계 최고 수준의 우주 기술을 보유하고 있다.

우리나라는 1992년 우리별1호 발사를 시작으로 현재까지 총 10개의 위성을 발사 및 운용하였다. 현재에도 정부 교육과학기술부의 주도아래 과학위성 2기(2호 및 3호), 다목적위성 3기(3호, 3A호 및 5호), 통신해양기상위성 1기 등 총 6기의 위성을 개발 및 발사 준비 중에 있다. 특히, 오는 7월이면 우리나라의 최초 우주 발사체인 KSLV-1에 의하여 과학위성2호를 국내에서 발사하게 되는데, 이를 통해 위성체 개발 능력과 우주공간 진입 기술도 보유하게 되어 우리나라도 명실상부한 우주기술보

유국이 된다.

코미스(COMIS)는 고도 700km 우주 궤도에서 지표면을 약 30m의 해상도 및 30km의 관측폭으로 관측하게 되며, 관측 파장은 400~1050nm인 가시광 및 근적외선 영역으로 총 18~64의 관측밴드로 분광 관측을 수행한다. 본 탑재체는 설계, 제작 및 평가가 100% 국내에서 진행되고 있는 국내 최초의 탑재체가 된다. 특히, 우주에 탑재되는 광학 탑재체의 개발에 대학 및 국책연구소뿐만 아니라 일반 민수 광학회사도 참여하고 있어, 1기에 수백 억에 달하는 실용급 지구관측 탑재체의 개발에 국내 민수 회사도 참여할 수 있는 계기가 될 것으로 기대한다.

본 고에서는 2010년 발사를 목적으로 개발되고 있는 과학기술위성3호에 탑재되어 지표면 및 대기를 관측할 수 있는 영상분광기 코미스(COMIS, Compact Imaging Spectrometer)를 소개하고자 한다.

1. 개요

1.1 인공위성이란?

위성이란 지구를 도는 달과 같이 어떤 천체 주위를 일정한 주기를 가지고 도는 물체를 말한다. 그리고 관측, 통신 등과 같이 특수한 임무를 가지고 지구 주위를 주기적으로 도는 인간이 만든 위성을 인공위성이라고 한다. 인공위성이 계속적으로 지구를 돌기 위해서는 일정 속도 이상으로 이동을 해야 한다. 일반적으로 정찰위성과 같은 저궤도 위성은 고도 400~800km 상공에서 대략적으로 약 1초에 7.9km를 움직이는 7.9km/sec의 속도로 이동해야 한다(그림 1). 현재까지 대략적으로 1957년 10월 4일 러시아(옛 소련)가 세계 대략적으로 최초의 인공위성인 스푸트니크(Sputnik)을 발사한 이래 현재까지 약 5,500개의 위성이 발사된 것으로 알려져 있다. 군사 및 정찰위성은 발사 자체가 비밀로 취급되어 위성의 수는 정확하지 않다.

1.2 인공위성의 종류

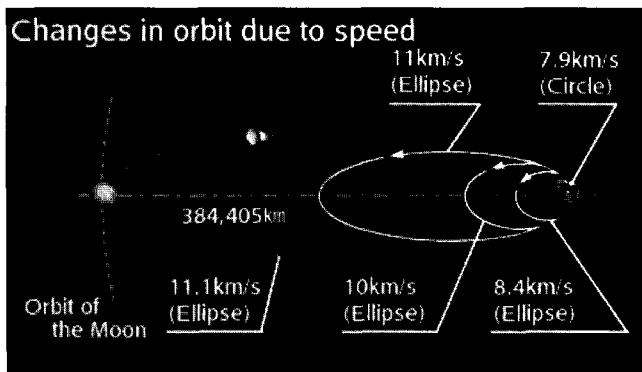
인공위성은 그 목적에 따라 기상관측을 위한 기상위성, 방송을 중계하기 위한 방송위성, 전파통신을 목적으로 한 통신위성,

지표면 및 대기의 물리적 특징을 관측하기 위한 원격탐사 위성, 과학임무를 수행하기 위한 과학위성 등 다양한 형태의 위성이 존재하고 있다.

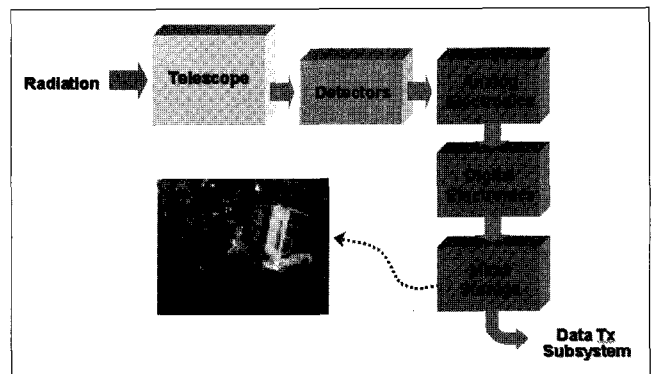
그중 통신위성은 정보통신 사회의 핵심적 역할을 수행하고 있으며, 지구관측 위성은 지구자원의 탐사 및 개발, 작물 경작 상황 감시를 통한 식량 문제의 조기 대응, 산불 등의 자연 재해 감시를 통한 지구환경 보호, 대기 및 해양 관측을 통한 기상 예보 및 환경 변화 관측 등에 기여하고 있다. 아울러 미래의 신소재 및 의약품의 획기적 개발에도 위성이 이용되고 있다. 그 외에 군사적으로 주변 국가에 대한 첩보, 감시 기능 등의 활용을 통해 국가 안보에 매우 큰 기여를 하고 있다.

1.3 광학 탑재체

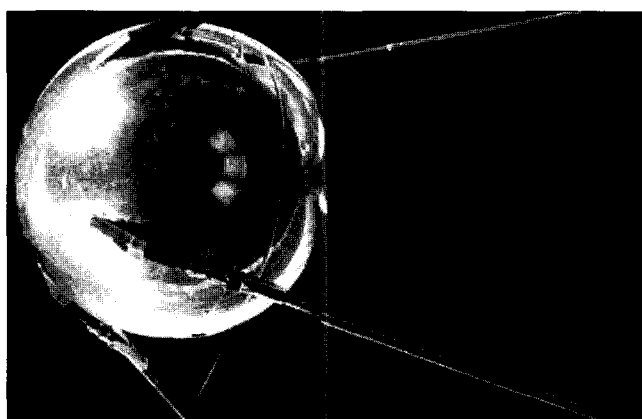
인공위성의 다양한 임무를 수행하기 위하여 위성에 탑재되는 주요 장비를 탑재체라 부른다. 다양한 탑재체중 가장 많이 사용되는 탑재체중의 하나가 UV, 가시광 및 적외선 영역에서 렌즈 및 거울 등의 광학 소자를 이용한 광학 탑재체다. 광학탑재체는 일반적으로 망원경과 동일한 구성을 가진 광학계를 이용하여 관측 대상의 정보를 광학적으로 수집하여 센서를 통하여 전자



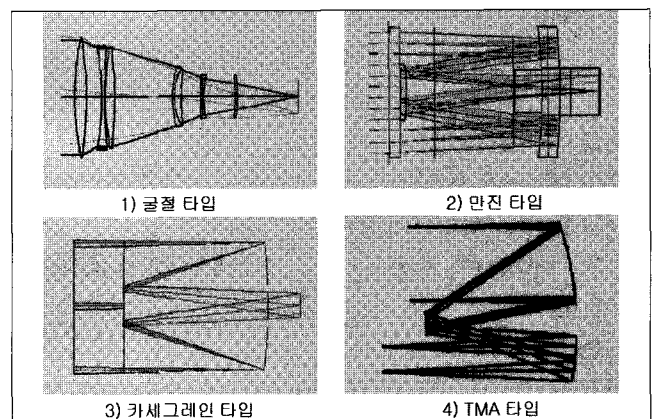
a) 원 궤도 상에 있는 인공위성 및 위성



a) 지구 관측 광학 탑재체의 개념



b) 1957년에 발사된 세계최초의 위성 스푸트니크



b) 광학 탑재체의 주요 광학계 종류

그림 1. 궤도 상에 있는 인공위성 및 인류 최초의 인공위성 스푸트니크(Sputnik)

그림 2. 지구 관측 광학 탑재체의 개념 및 광학 탑재체의 주요 광학계 종류

신호로 바꾼다(그림 2). 광학 탑재체는 다시금 용도에 따라 지구관측 카메라, 기상관측 및 고분광 광학 카메라, 천문 우주 망원경 등으로 구분될 수 있다. 지구 관측 카메라의 경우 해상도는 광학계의 직경에 의하여 반비례하여 '해상도 = 1.22 × 파장 × 위성고도 / 카메라 직경' 의 식에 의하여 결정되는데 고도 700km에 위치한 광학 탑재체가 1m의 해상도를 얻으려면 광학계의 직경이 약 60cm가 되어야 한다.

1.4 국내 광학 탑재체 개발 현황

우리나라는 우리별 위성 시리즈, 과학기술위성 시리즈 및 다목적위성 시리즈의 개발을 통하여 광학 탑재체를 개발하여 왔다. 1992년에 발사된 국내 최초의 지구관측 카메라는 상용 CCD 카메라를 사용한 광학계로 해상도 400m을 갖고 있다. 그 이후 우리별2호, 우리별3호, 다목적위성1호 및 다목적위성2호 등의 지구관측 카메라 개발을 통하여 해상도 1m 수준의 탑재체를 개발하게 되었다. 그 동안 상당한 위성 탑재체 기술이 국내에 축적되었으나, 개발과정에서 고해상도 카메라의 독자 개발을 진행하기에는 충분하지 않아, 미국 TRW 및 이스라엘의 ELOP 등의 주도 하에 한국이 참여하는 방식으로 개발하게 되었다.

현재 해상도 60~70cm수준의 다목적위성3호 탑재체 개발은 전문업체의 자문을 받기는 하지만 한국항공우주연구원의 주도로 개발되고 있어 탑재체 시스템 개발 및 관리 측면에서 상당한 기술 진보를 보이는 것으로 평가할 수 있다. 이와 함께 표준과학연구원도 인공위성용 광학계에 사용될 대구경 광학계의 가공 및 평가에 상당한 연구를 진행 중에 있는 가운데, 직경 1m 수준의 비구면 가공에 성공하였고, 최근에는 직경 2m 수준의 광학계 제작 및 평가 시설을 갖추었다. 하지만 아직까지 경량화 및 신뢰성의 문제로 국내에서 가공된 지구관측 카메라 광학계가 한번도 사용되지 못했다.

현재 개발 중인 과학기술위성3호 영상분광기는 비록 해상도

가 30m 수준의 중해상도 카메라이지만, 국내 최초의 영상분광기라는 점과 제작 및 평가를 포함한 모든 개발 과정이 국내에서 진행 중에 있다는 점은 상당히 의미가 있다.

2. 과학기술위성3호 영상분광기 코미스(COMIS)

2.1 과학기술위성3호



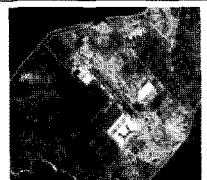
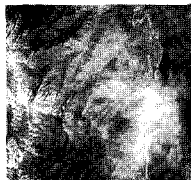
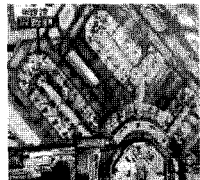
과학기술위성3호는 2006년 시작하여 현재 개발 중에 있으며, 빠르면 2010년 말 고도 700km의 태양동기궤도에 발사될 예정이다. 과학기술위성3호 개발 총괄은 한국항공우주연구원이 담당하고 있으며, 본체 개발은 KAIST 인공위성연구센터가, 주탑재체인 우주관측 카메라는 천문연구원, 부탑재체인 영상분광기 코미스(COMIS)는 공주대가 개발을 각각 담당하고 있다. 그림 3은 과학기술위성3호의 내외부 형상을 보여주고 있다.

2.2 영상분광기 코미스(COMIS)

영상분광기 코미스(COMIS)는 지표면 및 대기를 관측하는 분광 카메라로 고도 700km 상공에서 해상도 약 30m 및 관측 폭 30km에 대하여 총 18~64 채널의 분광 관측을 수행할 수 있다. 위성이 약 7.9km/sec의 속도로 진행하고 있어, 스캐너 작동 원리와 같은 방식으로 위성 진행 방향에 따라 지상을 관측하게 된다. 한 번 촬영할 수 있는 씬(scene)은 30km x 30km로 정의되는데, 연속적으로 촬영할 수 있어 한반도 전체를 지나가며 폭 30km의 분광 영상을 촬영할 수 있다(그림 4).

코미스는 결상 광학계 및 분광 광학계로 이뤄져 있다. 결상 광학계는 f/4.6의 만진 망원경이고, 분광 광학계는 Offner relay와 곡면 프리즘을 결합한 1.1 배율의 분광 광학계이다. 광학계의 모든 소자는 가공성을 고려하여 구면으로 설계되었고, 우주 방사능 및 열적 안정성을 고려하여 동일 소재(Fused Silica)로 설계되었다. 코미스(COMIS)는 광학계, 전자 PCB, 검출기 및 구조물을 모두 포함하여 4.3kg이고, 부피는 35(L)

표 1. 국내 개발 주요 지구관측 카메라 촬영 사진 및 특성 요약

위성 (발사년도)	우리별1호 (1992)	우리별2호 (1993)	우리별3호 (1999)	다목적위성1호 (1999)	다목적위성2호 (2006)
촬영 사진					
해상도	400m(흑백)	200m(흑백)	13.5m(컬라)	6m(흑백)	1m(흑백)/4m(컬라)
타입	굴절식	굴절식	만진	카세그레인	카세그레인
주요 개발 방식(회사)	상용 CCD 카메라	상용 CCD 카메라	남아공	미국 TRW	이스라엘 ELOP

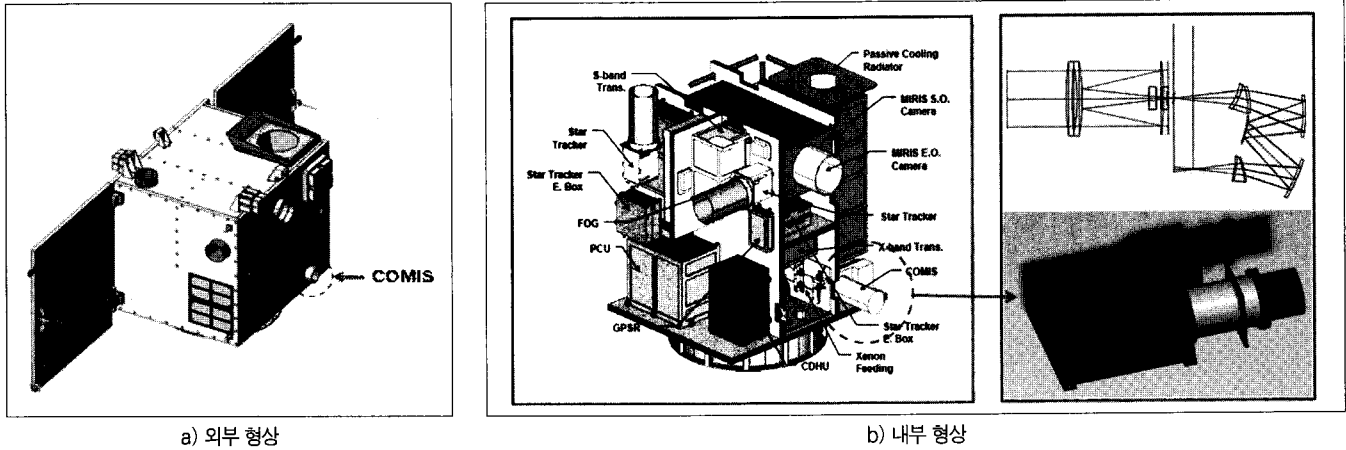


그림 3. 과학기술위성3호 내/외부 형상

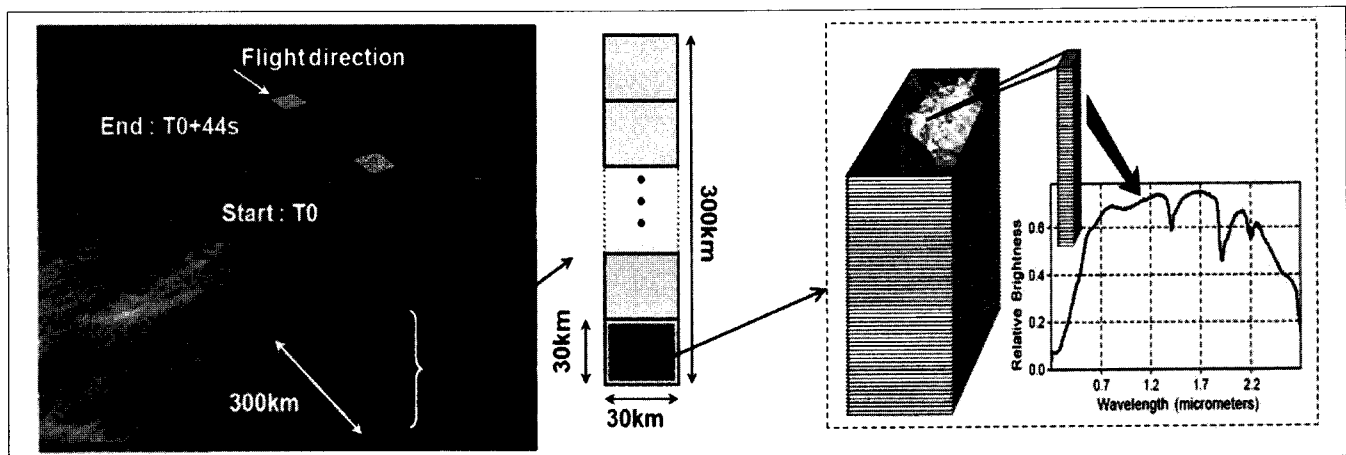


그림 4. 코미스(COMIS)의 촬영 방식 개념도

× 20(W) × 12(H) cm³ 밖에 되지 않아, 유사 성능의 다른 나라의 탑재체와 비교하여도 우수한 사양을 보이고 있다. 그림 5에 COMIS의 광선추적도, 기구형상, 전자회로 블록도 및 현재 진행 중인 조립 사진을 보여주고 있다.

2.3 개발 현황 및 참여 업체

영상분광기 COMIS는 전자회로에 들어가는 단품 단위의 소자 구매를 제외하고는 100% 국내에서 설계, 제작 및 평가가 이뤄지고 있다. 현재 코미스(COMIS)의 공학인증모델(EQM, Engineering Qualification Model) 개발이 거의 완료되어 환경 및 성능 평가를 앞두고 있다.

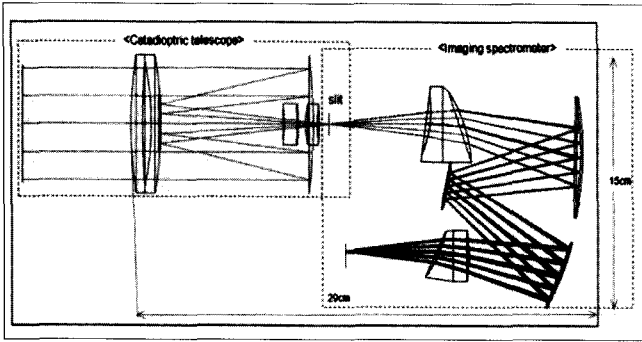
COMIS의 개발은 공주대학교가 담당하고 있으며, KAIST 인공위성연구센터가 전자부 개발을 담당하고 있다. 광학계의 가공/1차 연마 및 코팅은 대영광학, (주)위오, (주)프라임광학이 수행하였고, 광학계의 2차 연마 및 평가에는 한국표준과학연구원

수행하였다. 광기구 구조물의 개발에는 미래기술 및 중앙정공(주)이 수행하였다.

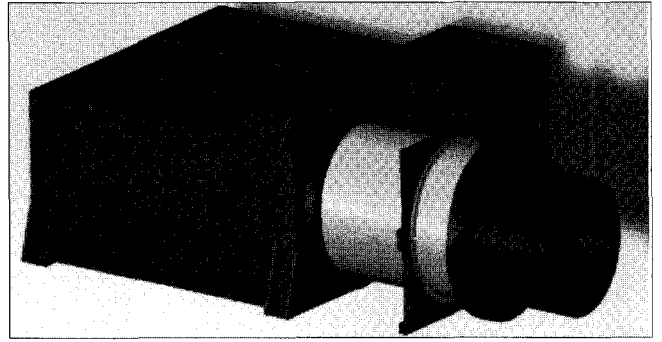
3. 맺음말

1980년 말에 시작한 우주개발에 참여한 우리나라는 약 20년이라는 짧은 시간 동안 급속하게 기술축적을 하여 위성체 개발 기술을 상당부분 보유하게 되었고, 오는 7월이면 KSLV-1의 발사를 통하여 우주진입 기술 확보도 시작하게 될 것으로 기대되고 있다.

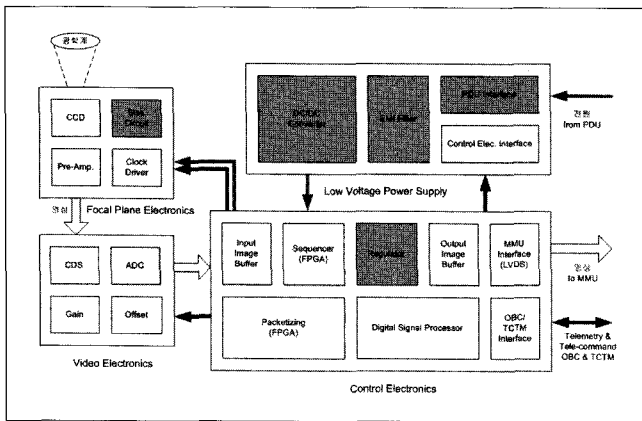
지구관측 카메라로 대표되는 광학탑재체 관련 기술도 우리별 시리즈, 과학기술위성 시리즈, 다목적위성 시리즈 등의 개발을 통하여 상당부분 구축하였고, 이와 함께 별도 진행된 대구경 광학계 가공 기술 확보 연구를 통하여 인공위성용 광학계의 가공 및 평가 기술도 상당부분 축적하게 되었다. 하지만 현재까지 국



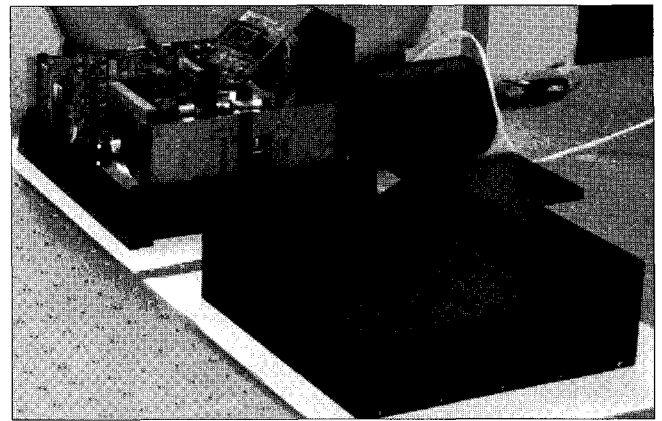
a) 광선 추적도



b) 기구 형상



c) 전자회로 블록도



d) 개발 중 조립 사진

그림 5. 코미스(COMIS) 광선 추적도, 기구 형상, 전자회로 블록도 및 개발 중 조립 사진

내에서 개발 및 발사된 모든 지구관측카메라에는 국내에서 개발된 광학소자가 한번도 사용되지 않았던 점을 고려하면, 아직 까지 확보된 기술의 검증에 상당한 시간이 걸릴 것으로 생각된다.

과학기술위성3호 영상분광기 코미스(COMIS)는 해상도 30m, 관측폭 30km의 지표면을 총 18~64개의 밴드로 관측하는 국내 최초의 영상분광 탑재체이다. 과학기술위성3호는 과학 실험 위성으로 탑재체에서 확보되는 영상의 질도 중요하지만, 개발 과정도 하나의 목표로 취급되고 있어, 모든 개발 과정이 100% 국내에서 이뤄지고 있다. 특히, 광학 소자의 가공 및 평가에 국내 민수 광학 업체들이 참여하고 있다.

앞으로도 과학기술위성급의 광학계 개발은 물론, 실용급 탑재체의 개발 과정에서 광학업체들이 기반 시설 구축 및 핵심 기술을 확보할 수 있게끔 지속적인 참여를 유도해야 할 것으로 본다. 광학 업체도 위성탑재체 개발 참여를 통한 매출 증가는 아직 미비하지만, 이를 통하여 초정밀 가공 및 평가 기술, 초경량화 및 신소재, 환경 평가 기술 등을 확보하는 계기로 판단하여 적극적인 참여의지 표시가 필요할 것으로 보인다.

마지막으로, 이를 정책적으로 구현하기 위한 정부차원에서의 체계적인 노력을 기대하며 본 글을 마친다.



이준호

KAIST와 영국 런던대학교에서 물리학으로 석사 및 박사학위를 취득하였고 1999년부터 2005년까지 KAIST 인공위성연구센터에서 연구부교수를 지냈다. 2005년부터 현재까지 공주대학교 광공학과 부교수로 있으며 2006년부터는 위요(주)의 기술고문도 맡고 있다.