큐브위성으로 뉴 스페이스를…

연세대학교 인공위성시스템학과

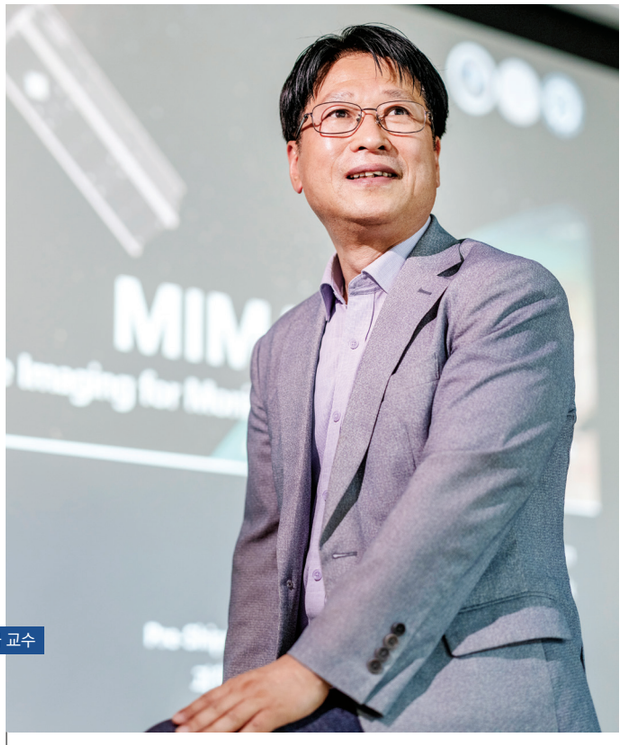
- 국내 최초 인공위성 특화 학과를 개설한 연세대 대학원
- 실질적인 개발 경험을 바탕으로 우주개발에 문을 연 인공위성시스템학과

글 | **이강민**, 자료 | **연세대학교 인공위성시스템학과**, 디자인 | Shinart

뉴 스페이스 시대가 도래했다. 올드 스페이스 시대에 그저 탐구의 대상이었던 우주는 이제 누구나 접근할 수 있고 활용할 수 있는 대상이 됐으며, 이에 따라 수많은 스타트업이 우주개발에 뛰어들고 있다. 발사체부터 위성통신, 위성영상 활용 및 우주 관광에 이르기까지 영역도 다양하다. 그리고 여기 큐브위성으로 뉴 스페이스 시대를 준비하는 이들이 있다.

탐사하는 우주에서 활용하는 우주로

뉴 스페이스란 기존의 정부 주도 개발에서 벗어나 민간 기업들이 주도하는 새로운 우주 산업 패러다임을 의미한다. 우주를 새로운 사업영역으로 보는 것이다. 이러한 변화를 가속한 것은 4차 산업혁명의 등장과 컴퓨팅 성능의 향상이다. 인공위성의 제작 비용이 크게 내려가는 효과를 가져왔기 때문이다. 이제는 소형 위성으로도 다양한 임무를 수행할 수 있게 됐으며 우주에 대한 접근성이 좋아진 만큼 새로운 비즈니스 모델들도 속속 등장하고 있다.



박상영 인공위성시스템학과 교수

주광혁 인공위성시스템학과 교수

뉴 스페이스 시대의 대표적인 기업은 일론 머스크가 설립한 스페이스X와 나사(NASA)출신 엔지니어들이 2010년 창업한 플래닛랩스가 있다. 이들은 모두 2000년 이후 등장한 민간 기업이지만 우주를 주요 사업영역으로 삼은 특징이 있다.

스페이스X는 최초로 재사용 발사체 기술을 선보였고 팰컨 9로 위성 발사 서비스를 제공하는 등 우주 발사체 사업을 선도하고 있다. 또한, 저궤도 군집위성을 활용한 스타링크 인터넷 사업도 운영 중이다.

플래닛랩스는 큐브위성을 포함한 200기 이상의 인공위성으로 구성한 군집위성망을 활용, 해 위성영상을 촬영해 제공하고 있다. 위성영상은 농업·산림·해양·주요시설 감시 등 다양한 목적으로 활용되고 있다.

천문우주학과 박상영 교수는 위성 개발팀 '큐브샛연세(CubesatYonsei)'를 이끌며 3차례 큐브위성 프로젝트를 주도한 인물이다. 지난해부터는 새롭게 만들어진 인공위성시스템학과(이하 위성학과)의 주임교수도 맡고 있다.

그는 뉴 스페이스 패러다임을 '우주를 활용하는 방식이 세분화되는 것'으로 볼 수 있다고 설명했다. 중대형 위성을 주로 활용하는 국가 주도 프로젝트에서 벗어나 새로운 방식으로 민간이 주도해 우주를 활용하고 있다는 것이다.

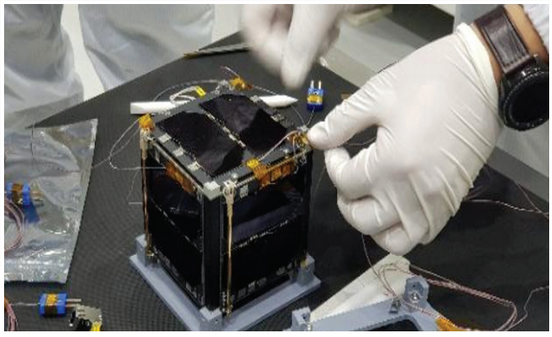
게임체인저를 노리는 큐브위성

큐브위성은 원래 교육용으로 활용되던 인공위성의 한 종류다. 크기 단위로는 U(Unit)를 사용한다. 가로·세로·높이 10cm인 정육면체가 하나면 1U, 다섯이면 5U다. 규격화된 크기를 갖춘 덕분에 발사체 탑재 시 효율적인 탑재가 가능하며, 크기가 작은 만큼 저렴한 비용으로 빨리 제작할 수 있고 발사비용도 절약할 수 있어서 주목받는 플랫폼이다. 성능은 중대형 위성에 비해 부족해도 제작 및 발사 비용이 저렴한 만큼, 같은 비용으로도 더 많은 관측 지점을 확보할 수 있는 장점이 있다.

위성학과 주광혁 교수는 '큐브위성은 뉴 스페이스 시대에 게임체인저가 될 수 있는 충분한 잠재력이 있으며 저궤도를 활용하는 데에 특화돼 있다'고 설명했다. 저궤도 위성은 상대적으로 낮은 고도에서 공전하기 때문에 지구와의 거리가 가깝다. 덕분에 같은 장비를 사용해도 더 좋은 결과를 달성할 수 있는 장점이 있다. 하지만 고도가 낮은 만큼 수명이 짧고 커버할 수 있는 영역이 좁아지는 단점도 있다.

주 교수는 '제작 및 발사 비용이 낮은 큐브위성의 특징을 활용하면 여러 대를 발사하는 것으로 저궤도 위성의 단점을 극복할 수 있다'고 설명했다. 또한, '큐브위성을 활용하면 위성 편대나 군집 위성군 구성에 필요한 비용을 크게 낮출 수 있다'는 점도 덧붙였다.

그는 한국항공우주연구원(이하 항우연)에서 재직한 경험을 이야기하며 "국내 큐브위성 연구실들은 한정된 예산으로도 충분한 가능성을 보여주고 있습니다. 지원만 뒷받침된다면, 지금보다 더 뛰어난 연구성과를 거둘 수 있을 것입니다."라고 말했다.



인공위성 연구는 의외로 손재주가 중요하다. 직접 위성을 만들어야 해서다. 이미 만들어진 부품을 사용하더라도 회로나 전선 연결은 직접 해야 한다. 그래서 위성학과 연구실에는 다양한 공구 및 사이즈별 나사 등 제작을 위한 준비물이 갖춰져 있다.

국내 최초 인공위성 특화 학과

박상영 교수는 '큐브위성하면 연세대'라고 자신 있게 말한다. 1984년부터 위성 궤도 역학 연구실을 통해 역량을 쌓아왔으며, 2006년 인공위성 편대비행 기술을 개발한 것을 시작으로 큐브위성 연구 초기부터 지금까지 연구를 지속해오고 있다는 것이다. 천문우주학과의 큐브샛 연세팀은 큐브위성 연구를 통해 2차례 항우연 원장상을 받았으며, 2022년엔 과학기술정보통신부 장관상도 받았다.

지난해 연세대는 한화시스템, KAI(한국항공우주산업), LIG넥스원, 나라 스페이스, AP위성, 컨텍 등 국내 우주 분야를 대표하는 기업들의 지원과 협력을 통해 산학연계형 계약학과인 '인공위성시스템학과'도 만들었다. 학생들은 졸업과 동시에 국내 최고 우주산업체들에 연구 전문직으로 자동 취업되며, 교육 과정에서 등록금 전액과 생활비도 지원받는다.

위성학과의 모체는 천문우주학과다. 그동안의 연구를 통해 쌓인 노하우를 바탕으로 교육과정이 구성됐으며, 큐브위성의 설계부터 제작, 발사, 운영까지 모든 과정을 경험할 수 있는 것이 특징이다. 이는 큐브위성을 연구하기에 가능한 일이다.

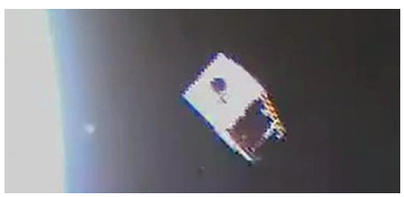
실전으로 쌓아온 내공

박상영 교수는 '실전에서 부딪혀봐야만 알 수 있는 것이 있습니다.'라고 말하며, '연세대의 큐브위성 경쟁력은 경험에서 나온다.'고 설명했다. 우주 분야는 이론적인 배경이나 과학도 필요하지만, 실전에서 배우는 공학적 역량도 중요하다는 것이다. 큐브샛연세팀은 지금까지 참가했던 큐브위성 경연대회(이하 경연대회)에서 3번 선정돼 큐브위성 발사를 진행했다.

경연대회는 국내 우주 인력을 양성하기 위한 사업이다. 과학기술정보통신부가 주최하고 한국항공우주연구원이 주관한다. 선정된 연구팀에게는 연구비와 기술지원, 큐브위성의 발사 기회가 제공된다.

연세대의 큐브위성 연구 과정이 늘 순탄한 것만은 아니었다. 오히려 시행착오의 연속에 가까웠다. 발사는 성공했지만, 위성과 지상 사이의 교신이 쉽지 않았기 때문이다. '카니발-X'와 '카니발-C' 미션의 큐브위성들은 통신에 문제가 생기거나 발사체 탑재 과정에서 전력공급 스위치가 망가지는 등 불운을 겪으며 임무를 수행하지 못했었다.

미먼(MIMAN) 역시 과정이 순탄치 않았다. 미먼은 2022년 누리호 2차 발사 과정에서 함께 발사된 4개의 큐브위성 중 하나로 미세먼지를 관측하는 큐브위성이다. 앞선 2번의 실패를 교훈 삼아 성공확률이 높은 임무를 선정했고 설계도 단순화해 진행한 프로젝트지만, 박 교수가 전한 미먼의 시작은 통신두절이었다.



KARI

누리호 성능검증위성에서 우주로 사출되는 연세대 미먼

통신두절의 원인은 발사 당시 발생한 회전 때문이었다. 미먼에 전력을 공급하는 태양광 패널이 위성이 회전하는 탓에 빛을 못 받은 것이다. 자세제어 장치를 가동하면 해결할 수 있었지만, 문제는 이를 위해서도 일정한 전력이 필요했다.

미먼의 통신두절은 1달이 넘도록 계속됐다. 그러나 박 교수는 위성이 살아날 것이라고 확신하며 학생들에게 포기하지 말고 교신해볼 것을 주문했다. 이는 개발 과정에서 입력해둔 알고리즘을 믿었기 때문이다.

박상영 교수는 "연세대는 미먼 이전에 2차례 큐브위성을 발사한 경험이 있습니다. 이때의 경험을 미먼에도 활용했습니다."라고 말하며 '미먼을 개발할 당시 복구 알고리즘을 탑재했다'고 설명했다. 작동에 문제가 생기면 큐브위성이 자체적으로 시스템 재부팅부터 각종 시스템의 재가동까지 진행한다는 것이다. 또한, 미먼은 회전 때문에 속도는 느렸지만 조금씩 전력도 충전하고 있었다.

미먼은 확보된 전력을 바탕으로 자체적인 정상화를 시도했고 마침내 살아나 지상과 교신했다. 발사 후 48일 만의 일이다. 살아난 미먼은 이후 지상과 문제없이 교신했음은 물론 임무도 수행했다. 목표했던 임무를 모두 달성하지는 못했지만, 예정했던 수명의 4배가 넘는 2년 동안이나 작동했다. 발사된 4개의 큐브위성 중 가장 늦게 깨어난 미먼은 가장 오래 살아남은 위성이 됐다.

배움을 경험으로, 경험을 창업으로

큐브위성의 장점은 연구 과정에서 단순히 이론만 배우는 것을 넘어 탑재체 제작, 발사 및 운용 등 위성과 관련한 여러 분야를 직접 경험하는 노하우도 쌓을 수 있다는 점이다. 또한, 중대형 위성 프로젝트에 비해 상대적으로 진입장벽도 낮다. 그래서 큐브위성은 창업으로 이어지는 사례가 많은 분야 중 하나다.

네덜란드의 아이에스아이스페이스, 덴마크의 곰스페이스는 대학의 큐브위성 연구가 창업으로 이어진 사례다. 글로벌 큐브위성 기업 나노아비오닉스는 큐브위성 프로젝트에 참여했던 인원들이 창업한 기업이다.

박상영 교수는 "최근 국내에서도 큐브위성을 통한 창업 사례가 늘고 있으며, 그 중심에 연세대가 있다."고 설명했다.

대표적인 국내 우주 스타트업 중 하나인 나라스페이스는 박재필 최고경영자(CEO)와 오형직 최고업무책임자(COO)가 연세대 카니발-X 미션에 참여했던 경험을 기반으로 창업됐다.

실시간 관측이 가능한 인공위성 인프라와 데이터 분석 능력을 활용해 위성영상을 제공하는 'EP Map'과 우주 빅데이터를 활용한 보고서 'EP Report' 서비스를 제공하고 있다.

또한, 우주로테크, 텔레픽스와 같이 주목받는 스타트업에도 연세대에서의 경험과 연구가 녹아있다.

우주로테크는 우주쓰레기 발생을 예방하는 스타트업이다. 수명을 다한 초소형 위성이 다른 인공위성을 위협하는 우주쓰레기가 되지 않도록 솔루션을 제공한다. 초소형 위성의 제작과정에서 별도의 추진 장치를 탑재해 수명이 다하면 지구로 추락시키는 방식이다.

텔레픽스는 인공지능(AI) 기반 위성 데이터 분석 솔루션을 보유한 업체다. 우주 경제(Space Economy)라는 가치를 중심으로 국방, 농업, 자원, 해양 등 여러 방면에서 사업을 이어오고 있다. 현재 직원 규모는 50명이며 지난해 과학기술정보통신부의 '올해의 미래 유니콘'으로 선정되기도 했다.

뉴 스페이스 시대가 도래했다. 신비로운 우주는 이제 사업영역이자 경쟁의 장이 됐으며 수많은 이들이 여기에 뛰어들고 있다. 새로운 우주 시대를 위한 준비가 필요한 지금, 여기 작은 정육면체에서 우주를 향한 무한 도전을 실험하는 이들이 있다. 큐브위성으로 뉴 스페이스 시대를 준비하는 이들이 그들이다.

한국천문연구원이 진행한 도요샛은 4대의 위성을 편대비행시켜 지상에서는 확인할 수 없는 근지구 우주환경을 관측하는 미션이다. 연세대는 도요샛의 편대비행 기술을 담당했다.

연세대의 큐브위성 도전 기록

카니발-X 미션(2018년 1월 발사)

Cubesat Astronomy by Nasa and Yonsei using Virtual telescope ALignment eXperiment

구성: 제리(1U), 톰(2U)

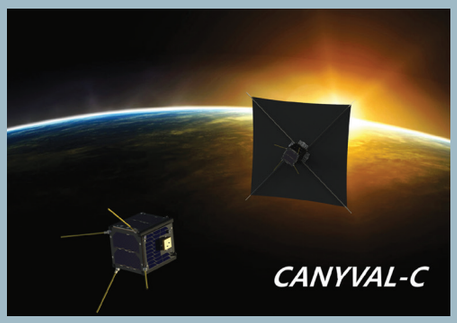
도전목표: 두 대의 큐브위성을 편대 비행시켜 활용해 분리형 우주망원경을 구현하는 미션이다. 톰이 제리의 위치에 맞춰 상대적인 궤도를 제어하는 방식이다. 2대의 위성을 활용하기 때문에 렌즈와 이미지 센서 간 거리를 자유롭게 조정할 수 있다. 이론상으로 소형 위성의 제작 및 발사 비용으로 대형 위성을 발사한 것과 비슷한 성능의 우주망원경을 구현할 수 있다.

카니발-C 미션(2021년 3월 발사)

Cubesat Astronomy by Nasa and Yonsei using Virtual telescope ALignment-Coronograph

구성: 티몬(1U), 품바(2U)

도전목표: 카메라를 탑재한 티몬 위성과 가림막을 탑재한 품바 위성의 편대비행 활용해 인공 일식을 구현하는 미션이다. 품바가 가림막으로 태양을 가리면, 티몬이 가림막 너머로 관측되는 태양 코로나를 촬영하는 방식이다. 지구궤도에서 필요에 따라 인공 일식을 구현할 수 있어서 상시적으로 태양 코로나에 대한 데이터를 확보할 수 있다.



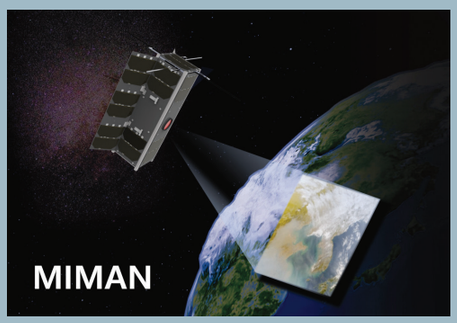
미먼 미션(2022년 6월 발사, 누리호 2차)

Monospectral Imaging for Monitoring Aerosol by Nano-satellite

구성: 미먼(3U)

도전목표: 큐브위성으로 천리안 2B호를 보조해 한반도 주변의 미세먼지를 관측하는 미션이다. 정지궤도 위성과 큐브위성을 조합으로 시너지를 낼 수 있도록 구성됐다. 천리안 2B호가 미먼의 측정데이터를 활용해 데이터를 보정하는 방식이다.

정지궤도 위성인 천리안2B는 약 3만 6천km의 높은 고도에서 지구를 관측한다. 관측 고도가 높아서 넓은 면적을 커버할 수 있고, 특정 지역을 지속적으로 관측할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 지구와 거리가 멀어서 구름과 미세먼지를 정확하게 구분하기 어렵다는 문제가 있다. 미먼은 700㎞ 고도에서 지구를 관측한다. 지구와 가까운 만큼 양질의 데이터를 확보할 수 있다. 천리안2B의 측정데이터를 미먼을 통해 보정하면 정지궤도 관측의 장점은 유지하면서도 정확한 측정이 가능하다.



※ 이 귀중한 만남은 세계 속의 초일류 전시·컨벤션센터 **부산 BEXCO**의 도움으로 진행됐습니다.