



권윤규 서울 불암초 5

29

빛의 속도로 날아가는  
우주선을 만들 수 있을까요

A



석원경 교수가 답하다

인공위성이나 우주선에 꼭 필요한 것은 추진력을 제공해 주는 로켓입니다. 지금까지 개발된 로켓은 고체 또는 액체 상태의 연료를 산소 등의 산화제로 연소시켜서 발생하는 기체를 분사해 이때 발생하는 추진력으로 비행합니다.

고체 연료로는 질산 암모늄, 과염소산 암모늄, 질산 포타슘 등이 있고, 액체 연료로는 고순도 등유나 액화시킨 수소, 메테인 등이 사용됩니다. 하이드라진( $N_2H_4$ ), 메틸하이드라진( $CH_3(NH)NH_2$  또는  $H_2NN(CH_3)_2$ ), 사산화 이질소( $N_2O_4$ ), 과산화 수소( $H_2O_2$ ) 등도 액체 연료로 사용됩니다.

로켓의 역사는 생각보다 훨씬 깁니다. 904년 화약을 이용해서 만들었던 중국의 '불화살'이 로켓의 시초였습니다. 13세기 송(宋)이 몽골의 침략을 물리치기 위해 폭발 관을 장착한 불화살을 제작하기도 했으며, 이를 훗날 몽골이 로켓 기술을 유럽으로 전해줬습니다. 제2차 세계대전 중에 독

일의 히틀러는 ‘V1’이라는 장거리 무인 로켓 2만 발로 영국 런던을 공격해 큰 피해를 줬습니다.

## 점점 커지는 우주 개발의 꿈

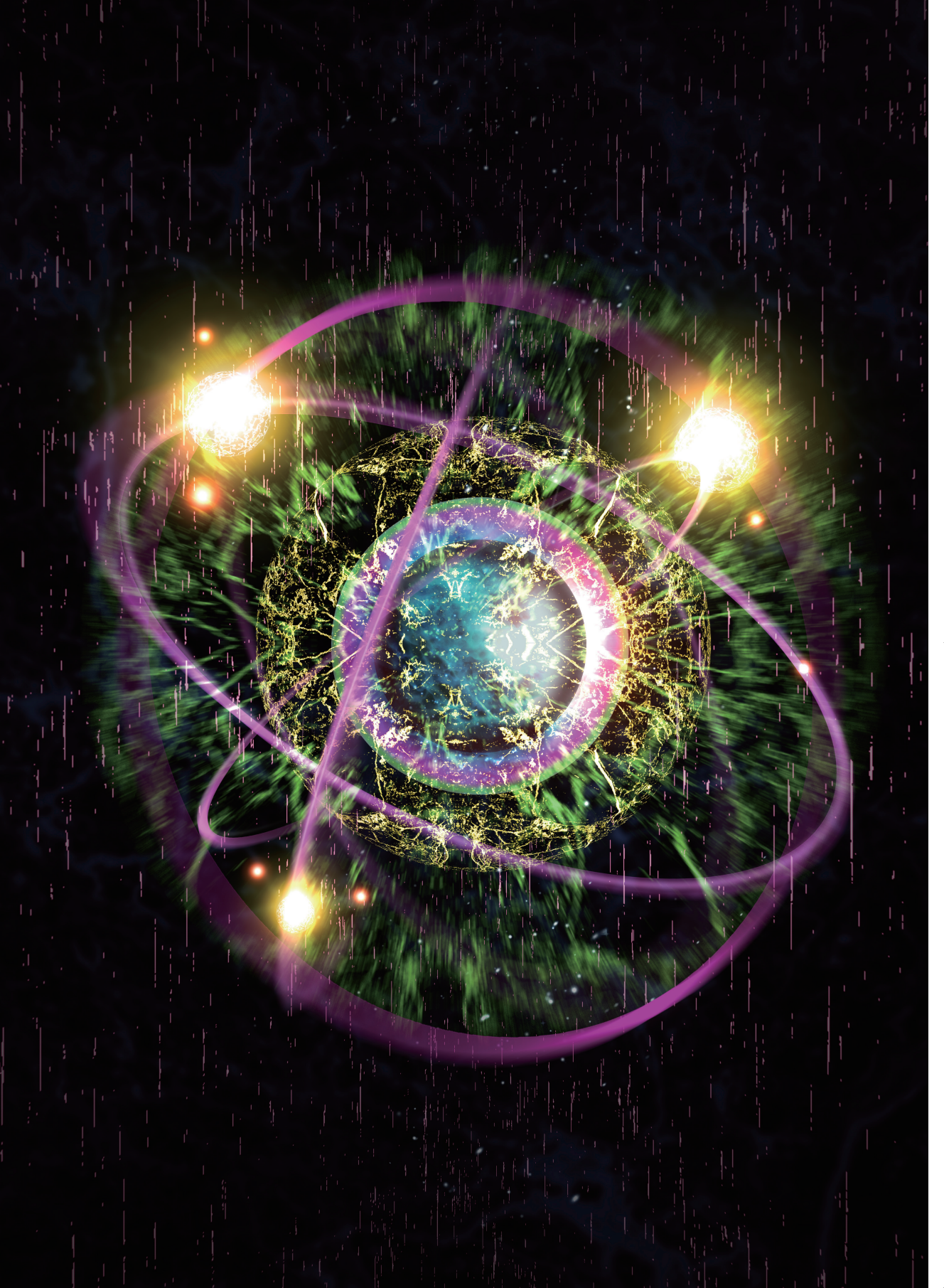
우주 개발의 역사는 1957년 소련이 인공위성 스푸트니크 1호를 발사하면서 시작되었습니다. 미국과 소련은 치열하게 경쟁했습니다. 1961년에는 소련의 보스토크 1호에 오른 유리 가가린이 우주를 비행했고, 1969년에는 미국의 닐 암스트롱이 아폴로 11호를 타고 달에 착륙했습니다. 모두 인류 최초로 기록된 역사적 성과였습니다. 1977년에 미국이 발사한 보이저 1호와 보이저 2호는 지금은 태양계를 벗어나 더 먼 우주로 날아가고 있습니다.

오늘날 우리는 우주 시대를 살고 있습니다. 2020년 4월의 통계에 따르면 지구 궤도에는 2666개의 인공위성이 우리에게 다양한 서비스를 제공하고 있습니다. 그중 1007개는 통신용이고, 446개는 기상·해양 등 지구 관측용입니다. 위성항법시스템(GPS)에 활용되는 인공위성도 97개나 됩니다. 1990년 발사한 허블우주망원경은 31년이 지난 지금도 우주의 신비를 밝힐 소중한 자료를 보내주고 있습니다.

우주에 관한 관심은 여전히 뜨겁습니다. 이제는 미국과 러시아뿐만 아니라 유럽연합·일본·중국·인도·아랍에미리트(UAE)도 우주 개발에 적극적으로 나서고 있습니다. 한국도 예외가 아닙니다. 인공위성을 쏘아 올리기 위한 발사체 개발을 눈앞에 두고 있고, 달 탐사 계획도 추진하고 있습니다.

민간 기업도 본격적으로 우주에 관심을 보입니다. 일반인들도 우주를







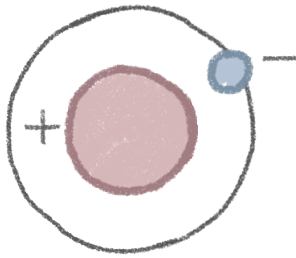
비행할 수 있는 시대가 열리고 있습니다. 2021년 7월 11일에는 영국의 버진그룹 회장인 리처드 브랜슨이 민간 우주선 ‘유니티22’를 타고 고도 88.5km 상공을 비행했고, 약 열흘 뒤 아마존 설립자 제프 베조스도 블루 오리진의 ‘뉴셰퍼드’를 타고 성공적으로 우주 비행을 마쳤습니다. 미국의 스페이스X는 재사용 로켓을 이용해 지구 전체에 초고속 인터넷 서비스를 제공하는 사상 최대 규모의 위성 네트워크 구축 사업을 추진하고 있습니다. 인류의 화성 이주가 스페이스X의 궁극적인 목표입니다.

## 다양한 로켓의 미래

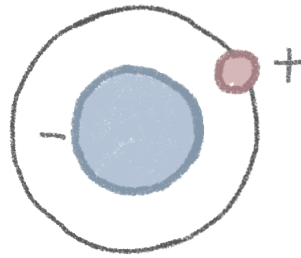
우주선에는 다양한 로켓이 필요합니다. 다양한 방식의 연료를 이용해 로켓의 추진력을 얻을 수 있는 방법이 개발되고 있습니다. 대표적으로 연료의 화학적 연소를 이용하는 화학 로켓은 추진력이 강합니다. 지상에서 발사한 우주선에 지구의 중력을 극복할 추진력을 제공한다는 측면만 고려하면 화학 로켓은 매우 유용합니다. 그러나 화학 로켓에 실을 수 있는 연료와 산화제의 양은 제한적이기 때문에 로켓의 추진 시간이 짧은 것이 단점입니다.

전하를 가진 이온을 이용해 추진력을 발생시키는 이온 엔진도 있습니다. 이온 엔진의 원리는 텔레비전이나 컴퓨터 모니터로 사용하던 브라운관과 비슷합니다. 전기적으로 중성인 기체를 이온화시킨 후에 전기장으로 가속해서 추진력을 발생시킵니다. 이온 엔진은 대기 중에서는 충분한 추진력을 내지 못하지만, 연료 사용량이 많지 않기 때문에 우주 공간에서 우주선의 자세를 교정할 때 특히 유용하게 사용됩니다.

미국항공우주국(NASA)이 1998년 소행성과 혜성을 탐사하기 위해서 발



수소(양성자 주위를 둘러싼 전자)



반수소(반양성자 주위를 둘러싼 반전자)

사했던 ‘딥스페이스 1호’에 장착된 이온 엔진은 2년 동안 작동했습니다. 소행성대 탐사를 위해 발사했던 ‘던(Dawn)’에도 3개의 이온 엔진이 장착됐습니다.

아직 개발 중인 로켓도 있습니다. 핵분열 로켓(nuclear thermal rocket)에서는 핵분열 시 발생하는 열을 이용해 액체 수소와 같은 추진제를 가열시킨 후에 노즐을 통해서 분사시켜 추진력을 발생시킵니다. 핵분열 로켓은 NASA가 우주왕복선을 개발하기 시작한 1973년에 시도했던 새로운 유형의 로켓이었습니다.

핵분열에서 생성되는 물질을 직접 노즐을 통해 분사시켜서 추진력을 발생시키는 기술도 가능할 것으로 보입니다. 하지만 문제는 로켓을 발사할 때 발생하는 방사성 물질이 대기를 오염시킬 수 있다는 점입니다. 아울러 발사할 때 매우 강력한 전자기 펄스가 발생해 부근에 있는 전자 장비를 고장 낼 수도 있습니다.

라디오파와 자기장으로 수소 기체를 수백만 °C로 가열해 얻은 초고온의 플라즈마로 강한 추진력을 얻는 플라즈마 엔진도 개발됐습니다. 하지만 이 엔진도 다른 별로 가기에는 힘들 것으로 보입니다. 중수소의 핵융

합을 이용하는 핵융합 로켓(fusion rocket)도 개발되고 있습니다. 1960년에 처음 제안됐고, 유명한 천체 물리학자 칼 세이건에 의해 널리 알려진 새로운 로켓입니다. 그러나 중수소의 핵융합을 연속적으로 일으키는 기술이 필요합니다.

미국은 입자가속기를 이용해 고에너지 양성자 빔을 표적 시료에 쏘고 여기에 자기장을 걸어 속도가 크게 줄어든 반(反)양성자(antiproton, 양성자에서 다른 성질은 같고 전하가 반대인 입자)를 따로 골라내는 데 성공했습니다.

반양성자를 반전자와 반응시키면 반원자인 반수소를 얻을 수 있는데, 이 과정에서 발생하는 에너지를 이용하면 로켓에 응용할 수 있습니다. 하지만 이 반원자는 진공 상태에서는 영원히 유지되지만, 실제로는 용기 벽의 원자와 충돌할 수밖에 없고, 에너지를 방출하며 사라진다는 단점이 있습니다.

이를 막기 위해서는 반물질을 이온화시켜서 이온 기체로 만든 뒤 자기장 병 속에 가두는 방법을 쓸 수 있습니다. 이 기체가 나선 궤적을 그리면서 움직이게 해 용기 벽에 닿는 것을 막습니다. 반입자를 이용하는 로켓(antimatter rocket)도 개발되고 있습니다. 하지만, 이는 반물질만 생산할 수 있는 입자가속기가 건립되고, 반입자의 대량 생산이 가능해져야 만들 수 있습니다.

## 질량 지닌 물질은 광속 불가능해

기술이 발전해 아무리 강력한 로켓을 개발하더라도 우주선을 빛의 속도로 날아가도록 만들 수는 없습니다. 사실은 우주선만 그런 것이 아니라 질량을 가지고 있는 어떤 물체도 빛의 속도로 움직일 수 없습니다.



1905년 아인슈타인이 정립한 특수 상대성 이론에 따르면 그렇습니다. 물체가 움직이는 속도가 빨라지면 겉보기 질량이 점점 더 무거워집니다. 그래서 아무리 가벼운 물체라고 해도 빛의 속도로 날아가도록 만들기 위해서는 무한히 큰 힘을 가해줘야만 합니다. 결국 빛의 속도로 움직일 수 있는 입자는 정지질량이 0인 광자(photon)뿐입니다.

현실적으로 추진력을 위해 무거운 연료를 탑재해야 하는 우주선이 빛의 속도로 날아가는 것은 실현되기 어려워 보입니다.