

▲ 불꽃 튀는 경쟁이 벌어지고 있는 우주발사시장.

첨단과학기술현장

## 황금시대를 맞은 우주산업

우주산업이 뜨고 있다. 2007년경까지 10년간 세계에서 발사될 위성은 줄잡아 2천기나 되고 그중에는 매 5년마다 교체할 필요가 있는 위성들도 많다. 그래서 오늘날 연간 8백50억달러의 매출고를 올리고 있는 우주산업은 2000년에는 1천2백억달러의 방대한 규모로 불어날 전망이다. 우주산업을 떠받치는 2개의 큰 기둥의 하나인 인공위성은 세상에서 가장 부가가치가 높은 제품(1파운드당 약 2만달러)인가 하면 다른 하나인 로켓발사시장의 규모도 만만치 않다. 그래서 21세기와 더불어 떠오르는 우주산업을 둘러싼 기업이나 국가간의 경쟁에는 벌써부터 불꽃이 튀고 있다.

玄 源 福 <과학저널리스트/본지 편집위원>

## 방대한 수요

한때 미국과 소련간의 '별들의 전쟁' 무대가 될 뻔했던 우주공간은 이제 민간기업들의 치열한 경쟁무대로 바뀌었다. 미국의 경우 우주산업에서 민간부문에 대한 매출고가 1996년 처음으로 정부부문을 앞지르기 시작했다. 가장 중요한 요인은 방대한 위성발사의 수요다.

예컨대 모토로라사는 이동전화용 위성망인 이리둠시스템을 위해 72개의 위성을 발사했으며 로탈 스페이스 커뮤니케이션사의 글로벌스타사업은 48개, 콘스텔레이션 커뮤니케이션사는 46개, 모빌 커뮤니케이션즈사는 14개의 위성들을 각각 발사할 계획인가 하면 크레이그 맥코의 텔레데식계획은 2백88개의 위성을 올려 하늘의 인터넷을 구성할 계획이다.

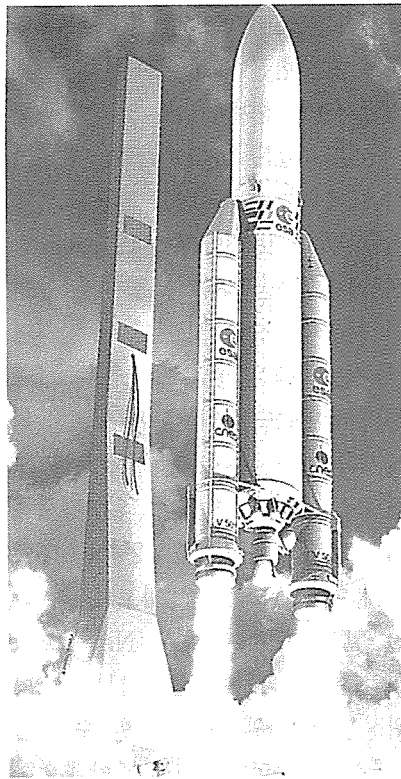
또 오비텔 사이언스사도 트래크열을 추적하거나 장거리 파이프라인의 새 곳을 모니터하는 28개의 위성군을 발사할 계획이다. 이밖에도 TV화면, 전화통화, 전자우편 그리고 대용량의 비즈니스 데이터를 중계할 수백기의 새로운 인공위성들이 발사된다.

민간우주시장이 이처럼 번창하는 이유는 첫째, 냉전이 종식되었고 둘째, 정부가 허리띠를 졸라 매고 있으며 셋째, 범세계적인 정보의 수요가 폭발적이라는데 있다. 그런데 이런 수요를 공급할만한 전기통신망을 보유하고 있지 않거나 기반이 약한 멕시코나 인도, 필리핀과 같은 개발도상국가에 대해 우주시스템은 TV, 전화 그리고 컴퓨터 서비스를 제공할 수 있는 가장 효과적인 방법을 갖추

고 있다.

모토로라사의 이리둠이나 미국 로탈스페이스사의 글로벌스타 또는 유럽이 기획하고 있는 일련의 통신위성망은 아시아와 중남미에, 이를테면 '인스턴트' 식 통신의 하부기구를 제공하여 2010년경에는 2천2백만에서 3천4백만명에 이르는 개도국 사람들이 새로 위성전화서비스에 가입하게 될 것으로 추정하고 있다.

한편 위성TV사업 시장의 앞날은 이보다 더 규모가 크다. 이미 3천8백만명의 사람들이 TV수신용 접시안테나를 갖고 있는데 그 숫자는 빠른 걸음으로 늘어날 전망이다. 예컨대 레바논방송회사가 1996년 봄 위성방송을 개시함으로써 여러 나라가 옹기종기 모여 있는 중동에만도 모두 5개



▲ 종전보다 2배나 많은 7t의 탑재량을 궤도에 올려 놓을 수 있는 아리안5형 로켓의 발사광경.

의 위성TV서비스가 방영되고 있다. 위성TV회사들이 특히 눈독을 들이고 있는 곳은 중남미이다. 이 지역에는 동질성의 인구가 많은 고소득층 세대가 살고 있고 아르헨티나를 제외하면 케이블TV망이 거의 없어 위성TV방송의 더없이 좋은 시장이 될 수 있는 조건을 고루 갖추고 있다.

## 뜨거워진 발사시장

오늘날 로켓발사비용을 탑재량 1kg당 8만달러라고 할 때 보통 2톤 무게의 위성이라면 한번 발사료는 1억6천만달러나 되어 위성발사업계는 황금시대를 맞게 된다. 지난 10년간 규모(연건 약 15억달러)는 작지만 비교적 많은 이윤을 올릴 수 있었던 민간위성 발사시장에서 유럽의 컨소시엄인 아리안스페이스사가 50~60%의 점유율을 지켜왔고 나머지는 중국과 2개의 미국기업(록히드마틴사 및 맥도넬 더글라스사)이 반씩 나눴다.

그러나 앞으로 전개될 위성발사시장의 치열한 점유율 쟁탈전에서도 아리안이 지난 날의 높은 점유율을 지켜 나갈 수 있으리라고 장담할 사람은 아무도 없다. 이 황금시장의 경쟁은 더욱 뜨거워졌기 때문이다.

특히 우주발사의 선발국가인 미국의 발사업체들이 러시아의 발사체 메이커와 제휴하여 아리안의 강력한 경쟁자로 나서기 시작했다. 1991년 소련이 붕괴한 이래 군사위성발사 주문이 크게 줄어들어 어려운 처지에 몰린 러시아의 프로턴 로켓 메이커 흐루니체프사와 스푸트니크 메이커였던 에네르기아사는 민간우주발사시장으로 뛰어 들었으나 자금과 마케팅 서

비스를 지원받기 위해 냉전시대의 라이벌이던 미국 기업들과 손을 잡지 않을 수 없게 되었다. 그래서 1996년 3월 러시아의 흐루니체프사와 에네르기아사가 미국의 록히드마틴사와 합작하여 설립한 국제발사서비스사는 프로턴의 발사를 관장하게 되었다.

이들은 2000년까지 이미 15억달러 상당의 발사주문을 받아 놓았다. 미국의 이리돔 위성발사에는 러시아 흐루니체프사의 프로턴과 중국 대장정사의 롱마치 로켓도 참여했다.

그러나 1998년 9월 10일 미국 로얄사의 글로벌스타 장거리통신망 인공위성 12기를 탑재하고 카자흐스탄의 바이코누르 우주센터에서 발사된 러시아의 제닛로켓은 엔진고장으로 발사 4분 32초만에 추락하고 말았다. 러시아 우주국은 성공하면 3천만 달러의 발사료를 받기로 한 것으로 알려져 있다.

한편 로탈사는 러시아 에네르기아사와 거대한 가스독점사업체인 러시아의 가스프롬사와 함께 저가의 통신 위성들을 제작 발사할 계획이며, 록히드마틴사는 1998년부터 미국의 프래트 휘트니사와 러시아의 에네르고마시사를 포함한 합작사업에서 자사제인 아틀라스 로켓에 러시아제의 RD-180엔진을 장착하기로 결정했다. 또 보잉사가 이끄는 합작기업인 '씨론치' (바다발사라는 뜻)사는 1998년부터 태평양 적도근처의 선상에서 우크라이나제의 제닛 로켓을 이용하여 인공위성을 발사하기 시작했다.

## 일본의 도전

미국, 러시아, 유럽연합, 중국에

이어 다섯번째 우주국가로 등장한 일본은 비록 출발은 늦었으나 21세기 세계 우주개발의 주역을 맡는다는 야심적인 목표를 내걸고 만만치 않은 도전장을 던지고 있다.

그동안 일본 문부성 산하 우주과학연구소는 X선 천문위성을 포함하여 22기의 과학위성과 기술시험위성을 발사한 실적이 있고 과학기술청 산하의 우주개발사업단은 통신위성, 해양관측위성, 방송위성, 기상위성, 자원탐사위성을 포함하여 30기의 실용위성을 발사하여 위성 본체는 물론 발사체에 관한 상당한 저력을 보유하고 있다. 이런 저력을 바탕으로 일본 우주개발위원회는 2010년까지 지구환경관측, 우주정거장을 통한 우주환경이용, 일본판 스페이스셔틀인 무인 우주연락선 호프(HOPE)의 개발, 유인월면기지를 포함한 달탐사계획을 확정하는 한편 세계 우주산업시장에 적극적으로 참여할 것을 밝혔다.

1970년 일본 최초의 위성을 궤도에 올려 일본을 우주국가로 만든 우주과학연구소는 1998년 7월 4일 M-5 발사체로 화성을 향해 '노조미' 우주선을 파견함으로써 일본을 화성탐사경쟁대열에 올려 놓았다. M-5는 1.8톤의 탑재량을 이리돔같은 새로운 위성기지 이동전화시스템에 필요한 저궤도로 발사할 수 있다. 일본정부는 이런 로켓의 수요가 2002년에는 2백개에 이를 것으로 전망하고 있다. 한편 일본우주개발사업단(NASDA : 사업단으로 약칭함)은 약 1톤의 소형 위성을 낮은 궤도로 발사할 수 있는 3단식 로켓인 J-1을 개발했으나 1998년 4월 일본정부의 한 보고는 만약에 J-1로켓이 이와 비교할 수

있는 미국과 유럽 발사체와 경쟁할 수 없다면 J-1로켓사업을 폐기하겠다고 위협하고 있다. 그런데 1996년 발사된 최초의 J-1 로켓의 비용은 48억엔(약 3천3백만달러)이었다. 2000년에 발사될 두번째 J-1로켓은 이보다 비용을 줄인다고 하지만 35억엔은 현재 미국, 유럽, 러시아, 중국에서 이용할 수 있는 상용 발사서비스의 값보다 아직도 2배나 비싸고 M-5의 추정발사비용인 24억엔보다 거의 50%나 더 비싸다.

1998년 7월 초 사업단은 주계약자를 갱신하고 미쓰비시중공업 대신 이시카와지마하리마사(IHI)와 닛산자동차사의 공동팀에게 J-1로켓의 제작계약을 주었다. IHI사는 돈을 절약하기 위해 J-1로켓의 제1단계용으로 러시아제 모터를 개선하고 닛산사는 제2단계용으로 액화메탄연료의 모터를 제작할 것이다. 액화메탄은 보다 부드럽게 연소하여 민감한 위성에게 부담을 덜 줄 뿐 아니라 비용도 액화수소의 1%밖에 들지 않는다. 또한 개량형 J-1로켓의 새로운 강력한 엔진은 종래보다 3배나 무거운 탑재량을 궤도에 올려 놓을 수 있다.

## 심각한 시스템융합 문제

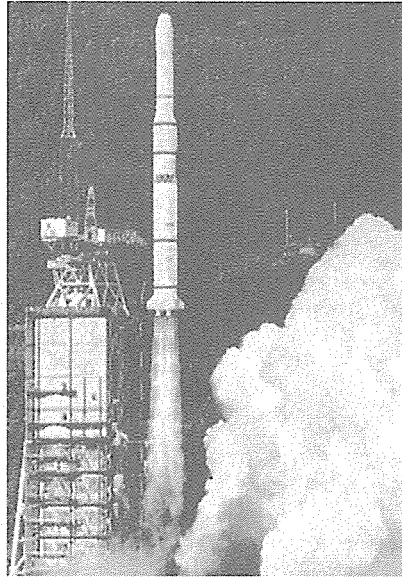
오늘날 위성발사시장의 큰 고객은 정지궤도에 위성을 올려달라는 발주자들이다. 지구중심을 매 24시간마다 한바퀴 돌아 마치 하늘 한 곳에 머물고 있는 것처럼 보이는 정지궤도의 우주차량은 전기통신용 중계장의 역할을 하고 위성텔레비전용 방송플랫폼의 역할도 한다. 그러나 몇톤이나 되는 탑재량을 적도상공 3만6천 km의 정지궤도로 발사하려면 강력

한 대형로켓이 필요하다. 일본의 우주개발사업단이 2t급 대형정지위성 발사용으로 개발한 H-II로켓은 액체 수소를 연료로 하는데 강력하기는 하지만 저온과 관련되어 있어 다루기 까다롭다. 미국 기술을 차용하지 않고 처음부터 일본의 독자기술로만 개발하기로 결정한 이 로켓은 개발에만 2천5백억엔이 들었고 발사비용은 매기마다 1백90억엔이나 드는데 이것은 이와 비교할 수 있는 외국발사체보다 2배나 더 비싸다. 그래서 사업단이 다시 6백40억엔의 개발비를 들여 개발한 새로운 H-IIA는 일단 생산하면 매 발사비용은 85억엔밖에 들어가지 않게 할 계획이다.

2000년에 상용 발사서비스에 들어갈 H-IIA로켓은 벌써부터 세계 최대의 위성메이커인 미국 휴즈사로부터 10기의 발사예약을 받아 놓고 있고 유럽우주기관(ESA)도 대형통신위성 아르테미스 발사를 의뢰하고 있다.

그러나 일본의 위성발사체제에 대해 의문을 제기하는 전문가들도 있다. 예컨대 1998년 2월 H-II가 우정성의 코메츠위성을 정지궤도로 올리는데 실패한 원인은 2년 전 발사후 내부에 그대로 남겨둔 연장 때문에 구멍이 생겨 2단계 엔진이 3분이나 빨리 떨어져 나갔기 때문이다.

4백60억엔이나 하는 이 위성은 낮은 궤도로 들어가서 우주쓰레기 조각이 되어 버렸다. 일본 총리부에 부속된 외부전문가들의 기구인 우주활동위원회가 최근의 H-II실패를 조사한 결과 사업단의 진정한 약점은 설계공학의 질보다는 사업관리에 사용되는 '시스템통합' 방법에 있다는 것이 드러났다. 사업단은 로켓을 계약사에게



▲ 서비스료가 가장 싼 중국의 장정 로켓.

발주하고 완성된 로켓을 인수하기 전에 검사하지만 여러 부품의 품질보장을 말로만 듣고 신용해 버려 결과적으로 계약사 미쓰비시중공업의 부주의로 발사비용, 부대비용 그리고 보상비를 포함하여 일본납세자들은 6백90억엔이나 지불해야 했다는 것이다.

그런데 대기업의 실수를 징벌하는 적절한 메커니즘이 없는 일본에서는 특히 시스템통합방법이 매우 잘못되어 있다는 지적이다. 이런 사업을 운영하는데 믿을 수 있는 유일한 방법은 미국방부가 채택하고 있는 '주계약자' 제도인데 주계약자에게 전체사업에 대한 총책임을 주어 부품공급회사를 선정하고 완제품을 고객에게 넘기기 전에 모든 것을 검사한다. 아무튼 H-IIA를 상업벤처로 운영하기 위해 73개 일본기업들이 설립한 합작기업인 로켓시스템사는 H-IIA가 종래와는 비교할 수 없을 정도로 간편하고 신뢰성이 높은 발사체가 될 것

이라고 주장하고 있다.

## 아리안의 대야망

한편 18년 전 12개국이 참여한 우주발사 컨소시엄인 아리안스페이스사는 위성발사시장에서 보여준 지난 날의 영광을 21세기에도 지켜나간다는 큰 야망에 부풀어 있다. 오늘날 60%라는 높은 시장점유율을 확보함으로써 미국과 구소련에 대한 우주지배타과전략에서 일단 성공한 아리안로켓은 1998년 3월 23일 아리안 4의 발사성공으로 1백7번째의 아리안비행, 77번째의 아리안 4의 발사 그리고 아리안로켓이 발사한 1백43번째의 위성이라는 자랑스런 기록을 세웠다. 아리안 4는 무게 약 8t의 위성을 지구의 낮은 궤도로 발사하고 약 2t의 위성을 정지궤도에 올려 놓을 수 있다.

그런데 낮은 궤도에 12t의 탑재물을 올릴 수 있는 최신형 아리안 5는 본래의 계획대로라면 1996년 말부터 상업적 운용을 개시해야 했다. 지금까지 아리안 5는 2기가 시험차 발사되었다. 처음 것은 폭발했고 두번째는 성공했는데 세번째는 98년 봄으로 계획했으나 연기되었다. 아리안 5는 계획대로 정규비행을 시작하면 다른 발사체를 누르고 선두를 달릴 수 있는 여러 장점을 지니고 있다. 특히 많은 탑재량을 발사할 수 있는 이 로켓은 통신위성 한쌍을 운반할 수 있게 설계되어 있어 아리안 4보다 더 많은 이익을 올릴 수 있다. 그러나 아리안 5의 경쟁자들도 바짝 뒤쫓고 있는 형편에 앞으로 2~3년 내에 통신위성시장이 급성장할 것으로 미루어 아리안 5의 진출이 늦으면 늦을수

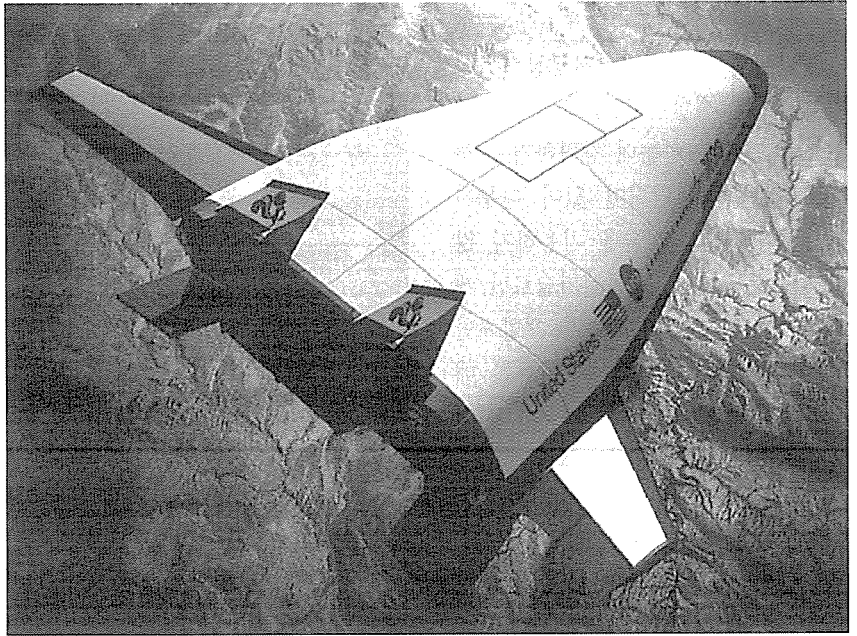
록 수익은 그만큼 줄어든다.

아리안 5 로켓은 그동안 어려운 고비를 여러번 넘겼다. 예컨대 아리안 501이 1996년 6월 4일 발사된 40초 만에 파괴됨으로써 우주비행의 고전적인 교훈이야기의 하나가 되었다. 이 로켓은 한두가지의 낡은 유물을 내포하고 있었는데 그중의 하나인 아리안 4로부터 물려받은 유도시스템이 실패의 원인을 제공했다.

1997년 10월 30일 발사된 아리안 502는 진단하기 어려운 문제에 부딪혔다. 이 로켓은 추진체의 연료가 고갈되어 예정대로 떨어져 나가자 마개 뽑이모양으로 회전하기 시작하고 연료가 튀면서 남은 연료의 양을 측정하는 장치를 헛갈리게 만들어 컴퓨터가 엔진의 가동을 10초나 일찍 중단시킨 결과 로켓은 위성탑재량을 예정보다 훨씬 낮은 궤도로 올리는데 그쳤다. 엔지니어들은 현재 로켓의 회전원인을 알아 내기 위해 지상실험을 통해 발사를 재현하려고 노력하고 있다.

## 새로운 발사시장

아리안 503의 발사일자는 지난 봄에서 7월 중순으로 바뀌더니 다시 7월 하순으로 연기되었다가 이제는 가을중으로 늦출지 모른다는 소문이 돌고 있다. ESA는 이렇게 연기하는 것이 기술적인 문제라기 보다는 로켓에 태울 탑재량을 찾는 문제 때문이라고 말하고 있다. 우주비행사용의 '캡슐'과 같은 미래형 우주선을 시험하기 위해 ESA가 제작한 실험차량인 '대기관제돌입시범물'과 함께 아리안 503은 2.5톤 무게의 위성용 격실을 갖추었다.



▲ 우주발사시장에서 큰 바람을 일으킬 미국의 21세기형 우주차량 '벤처 스타'의 상상도.

이것은 3천4백만에유(유럽연합통화단위)를 벌어들일 수 있는데 아리안스페이스사로서는 501의 손실(약 3억1천3백만에유)에서 온 비용을 커버할 필요가 있다. 예상고객은 있으나 이들과의 협상이 이루어진다고 해도 거래는 쉽지 않을 것으로 전망하고 있다. 아리안스페이스사가 가격인하는 하지 않는다고 주장하고 있기 때문이다.

한편 이 기업은 몇해 전까지만 해도 통신위성의 무게가 해마다 늘어난다고 해도 3톤을 넘지 않을 것이라고 예측했으나 통신서비스에 대한 소비자의 요구가 불거지면서 위성회사들은 더욱 크고 무거운 위성들을 제작하지 않을 수 없게 되었다. 이미 4톤을 넘는 위성들도 있고 머지 않아 6톤짜리가 등장할 것으로 보인다. 한번에 2개의 위성을 발사하려면 아리안 5의 발사용량도 그만큼 강력해야 한다. 아리안 5의 출력을 끌어 올리

는 작업은 이미 진행되고 있다. 2000년에는 아리안 5가 7톤의 탑재량을 대부분의 통신위성들이 있는 지상 3만6천km의 정지궤도로 실어 나를 수 있게 될 것으로 보인다. 또 2006년에는 11톤 또는 12톤의 탑재량을 정지궤도까지 실어 나를 수 있게 되기를 기대하고 있다. 아리안 5는 1999년까지 이미 45기의 위성발사주문을 받아 놓고 있다.

이밖에도 아리안스페이스사는 새로운 시장으로 뚫고 들어갈 준비를 하고 있다. 지상 수백km의 궤도를 돌 대량의 소형위성들을 올려 놓는 이른바 '별떼'들의 붐시대가 다가오고 있어 여러개의 위성을 서로 다른 위치로 운반할 수 있게 아리안 5 발사체를 개조할 계획이다.

## 치열한 서비스경쟁

자유경쟁시장에서 살아 남을 수 있는 길은 품질이 좋고 값이 싼 제품이

만들거나 훌륭한 서비스를 제공하는 것 뿐이다. 자유경쟁시대로 들어간 우주발사시장에서도 이런 원리는 통용된다. 그래서 각 사는 서비스의 질을 높이고 값을 내리는 치열한 경쟁을 전개하고 있다. 발사의 성공률을 비교할 때 선발국인 미국이 아직도 선두를 달리고 있다.

예컨대 미국 중형위성발사용의 주력 로켓인 델타로켓은 1960년 5월 제1호발사 이래 35년간 2백27기를 발사하여 성공률은 95%를 기록하고 있다. 1989년 등장한 개량형 델타II형은 모토로라사의 이리듐 위성 66개중 44개를 8번에 걸쳐 발사했다. 1998년까지 개발될 신형 델타III형은 탑재량을 종전의 1.8t에서 3.8t으로 늘리는데 이미 10기 이상의 위성발사계약을 맺었다. 상업용 대형위성발사를 목적으로 개발된 미국의 아틀라스로켓은 2단식 액체로켓인데 제1단은 아틀라스 ICBM을 개량한 것이다. 1963년 11월 제1호발사 이래 32년간 91기발사에 성공률은 85.7%였다. 델타와 아틀라스보다 발사능력이 한수 위인 타이탄로켓은 주로 군용으로 사용되었으나 1986년 상업용 타이탄III형이 발표되어 1964년 이래 31년간의 발사성공률은 92%를 기록하고 있다. 이에 비해 유럽의 아리안 시리즈는 1979년 12월 첫번째 발사 이래 26년간의 성공률은 90.7%였고 러시아의 프로톤 로켓은 1965년 7월 첫발사 이래 30년간의 성공률은 87%였다.

한편 1970년 4월 인공위성 '동방홍 1호'를 장정(長征)1호 로켓에 실어 주천(酒泉)우주센터에서 발사한 이래 중국은 25년간 모두 37기의 장

정로켓으로 41개의 인공위성을 발사하여 약 88%의 성공률을 거두었다. 1988년부터 상업위성발사사업에 나선 중국은 상업발사서비스에 의욕적으로 진출하고 있다.

장정시리즈는 1D, 2C, 2E, 3, 3A, 4A, 4B형의 7가지 형식이 있다. 2E형은 1995년 1월까지 5회 발사했으나 두번은 모두 이륙 후 50초 전후에 폭발했다. 그러나 가격면에서 볼 때 현재 가장 유리한 것은 중국이다. 예컨대 3t 규모의 위성을 발사하는 가격은 유럽의 아리안스페이스사가 1억1천만달러, 미국 록히드마틴사가 1억달러인데 비해 중국은 7천만달러밖에 안된다. 러시아도 탑재량 5t급의 프로톤로켓의 발사료를 아리안의 반값만 받고 있다. 21세기 초에 선보일 일본의 H-IIA로켓도 약 7천만달러의 발사료를 받을 계획이다.

### 미국의 '권토중래' 전략

로켓발사시장에서 그 옛날의 영광을 되찾으려는 미국은 근본적으로 새로운 개념의 로켓을 개발하여 파운드당 약 1만달러인 현 발사비용의 단 10%로 탑재량을 우주궤도에 올려놓을 계획이다. 미국은 결국 최저의 비용으로 발사할 수 있는 우주선을 이용하여 프랑스, 러시아, 중국에게 잃은 70%의 시장점유율 중 일부라도 되찾을 생각이다.

예컨대 2006년에 모습을 드러낼 '벤처스타'라는 이름의 미국의 신세대 우주연락선은 종래의 발사체의 10분의 1의 저렴한 비용으로 우주정거장을 왕래할 수 있고 우주여행자들은 물론 인공위성을 궤도에 올려놓을 수 있다. 벤처스타는 지구의 저궤

도까지 4만파운드(약 18.14t)의 탑재량을 올릴 수 있고 우주스테이션이 탈 더 높은 궤도까지 2만5천파운드(11.34t)의 탑재량을 올릴 수 있게 설계되어 있다. 록히드사는 2000년 초에 벤처스타의 설계와 제작을 개시하고 2004년 초에 처녀 비행을 한다. 최초의 우주비행사를 운반하는 벤처스타 제2호는 2006년 초에 비행한다.

그동안 미국 의회의 일부 의원들은 발사할 때마다 8천만달러(약 1천1백억원)의 발사비가 필요한 재래식 우주연락선은 '달러지폐를 파괴하는 가장 효과적인 장치'라고 빈정거렸으나, 새로운 우주연락선은 우주개발계획이 정치계와 과학계의 호응을 얻을 수 있는 새로운 계기를 마련할 것 같다. 이 우주선은 날개가 없고 기체의 폭이 넓은데 기체의 모든 표면을 이용하여 양력(揚力)을 만들어 냄으로써 연료를 절약할 뿐 아니라 천천히 내릴 수 있어 표면의 마찰열이 덜 생긴다. 또 이른바 '에어로스파이크'라는 이름의 새로운 엔진은 연료분사장치를 가진 승용차처럼 연비가 뛰어나다. 이런 저런 새로운 장점 덕에 '벤처스타'의 파운드(453.6g)당 발사비용은 1만달러에서 10분의 1인 1천달러로 줄어 들게 될 뿐 아니라 수리 및 검사비용이 크게 절감되고 왕복운행시간도 몇주에서 며칠로 줄일 수 있게 된다는 주장이다. 새로운 세기에 걸맞게 새 모습으로 등장할 신세대 우주연락선의 '선단'은 우주정거장을 뺄질나게 드나들면서 물자를 실어 나르는 한편 우주여행을 갈망하는 21세기의 시민들을 싣고 지구궤도를 오르내릴 것으로 보인다. ④7