

일본의 로켓 개발 현황

일본 로켓 개발 역사

일본 로켓개발의 시초는 1955년 도쿄대학교 생산기술연구소에서 제작된 일명 '연필로켓'. 이 연필로켓은 미국과 일본 사이 태평양을 비행할 목적으로 설계됐으며, 지름 1.8cm, 길이 23cm, 무게 175g으로 고체 추진체를 연료로 사용했다. 이어 개발된 발사체는 1m 길이의 '베이비 로켓'. 베이비로켓은 1955년 36기가 고도 6km 상공까지 발사됐다. 이후 카파로켓에 이어 오메가가 100km 상공을 비행했다.

일본이 발사체 연구를 본격적으로 시작한 때는 1965년 도쿄대학 생산기술연구소와 로켓연구팀이 우주항공연구소로 통합되면서부터다. 이를 계기로 1975년 소형 과학관측 로켓인 S-310을 발사했고, 1980년에는 S-520 과학관측로켓을 성공적으로 발사시켰다.



1981년 항공우주연구소가 문부성의 독립적인 우주과학연구소(Institute of Space and Astronautical Science: ISAS)로 재발족되고, 실용적 위성개발을 목적으로 발족된 우주개발사업단(National Space Development Agency: NASDA)에서도 TR-1 로켓을 개발하는 데 성공했다. 이후 일본은 N-1, N-2 로켓에 이어 H-1 로켓도 잇달아 개발하면서 로켓개발 기술을 축적해 나갔으며, 1990년 오늘날 H-IIA 로켓의 기반이 된 H-II 로켓 설계를 끝내고, 1994년 2월 다네기시마 우주센터에서 첫 발사를 실시했다. 지금의 H-IIA 로켓은 저렴한 가격과 높은 효율성, 그리고 H-II 발사체 기술을 최대한 이용해 향후 다양한 발사 요구조건에 맞추기 위해 개발됐으며, 2001년 6월 1호기에 대한 최종 기능시험이 종료됐다.

오는 7월말, 국내 최초의 자력 발사인 KSLV-1 나로호 발사를 앞둔 가운데 로켓 개발에 대한 관심이 날로 증가하고 있다. 이에 본지는 이미 우주강국의 대열에 들어선 이웃 일본의 로켓 개발 현황을 둘러보았다.

일 본이 가장 최근에 우주로 쏘아 올린 위성은 지난 1월 23일 발사된 이부키. 세계 최초로 지구 대기 중의 온실가스 농도를 관측하는 위성이다. 물론 이때 사용된 로켓은 H-IIA 로켓. 일본이 오랜 경험 끝에 자체 기술로 개발한 로켓이다. 이날 H-IIA 로켓은 이부키뿐만 아니라 번개의 전파를 관측하는 마이도 1호와 대기 발광 현상을 파악하는 스프라이트, 오로라를 관측하는 가가야키, 신형우주용 통신장치를 실험하는 소형실증위성1형 등 7개의 소형위성도 탑재했다. 즉 한 번 발사로 8개의 인공위성을 쏘아 올린 셈이다.

일본 문부과학성이 발간한 <2008 과학기술백서>에 따르면 JAXA가 실시하는 H-IIA 로켓의 개발·제작·발사, H-IIB 로켓(H-IIA 로켓 능력 향상형), 우주 정거장 보급기(HTV), GX 로켓에 대해서는 '신뢰성이 높은 우주수송 시스템'으로서 전략 중점 과학기술로 자리를 잡았다. 대형 인공위성을 쏘아 올릴 수 있는 일본의 기간 로켓인 H-IIA 로켓은 2007년부터 민간에 의한 로켓 발사 수송 서비스를 개시했다. 특히 2007년도는 13호기로 달 궤도 위성 '가쿠야'(SELENE), 14호기로 초고속 인터넷 위성 '기즈나'(WINDS)를 민간기업인 미츠비시중공업이 쏘아 올렸다. 이것으로 H-IIA 로켓의 발사 성공률은 초기 운용단계에서의 세계 수준을 크게 상회하는 90% 이상을 달성한 것으로 평가하고 있다. 또한 ISS(국제우주정거장)으로 식료품과 소모품, 실험장치 등의 물자수송을 담당하여 일본의 ISS 계획에 대한 공헌 수단이 될 HTV와 그 발사 수단을 확보하기 위해 H-IIA 로켓 발사 능력을 향상 시켜 정지 트랜스퍼 궤도 수송능력을 8톤급으로 만든 H-IIB 로켓 기술 실증기 및 시험기의 2009년도 발사를 목표로 개발이 진행 중이다. 이들 H-IIA 로켓 개발·제작·발사, H-IIB 로켓, HTV에 대해서는 제3기 과학기술 기본계획에서 국가적인 장기전략 아래 추진하는 국가 기간기술 '우주수송 시스템'의 구성기술로서도 자리잡고 있다. 또한 일본에서 처음 관민 협력 아래 민간 주도로 개발 중인 GX 로켓은 경제 산업성이 로켓의 비행제어 등을 하는 애비오닉스 등에 관한 연구개발을 실시하고 우주항공 연구개발기구가 그 제2단 엔진인 액화 천연가스(LNG) 추진계를 개발하고 있다. 현재 우주개발 위원회에서 기술적 사항에 관한 평가와 함께 민간의 GX 로켓 개발에서 관의 역할을 확대하려는 요망이 있었고, 이를 바탕으로 평가가 진행 중에 있다. LNG 추진계를 포함해 GX 로켓의 앞으로 진행방법에 대해서는 이 평가 결과 등을 기초로 추진해 나갈 예정이다.

주요 로켓 개발 현황

H-IIA 로켓

H-IIA 발사체는 저렴한 가격과 높은 효율성 그리고 H-II 발사체 기술은 최대한 이용하여 21세기에 맞는 다양한 발사 요구조건에 부응하기 위해 만들어졌다. 1997년 4월, H-IIA용 엔진으로 348초간의 연소시험에 성공하였으며, 1998년 5월, 일본산 H-IIA 보조로켓이 시험제작되었다. 2000년 11월, H-IIA 로켓의 엔진 배관에 균열이 발생함에 따라 15일에 엔진 재시험을 하였다. 엔진불량으로 인해 H-IIA의 발사는 다음해로 연기



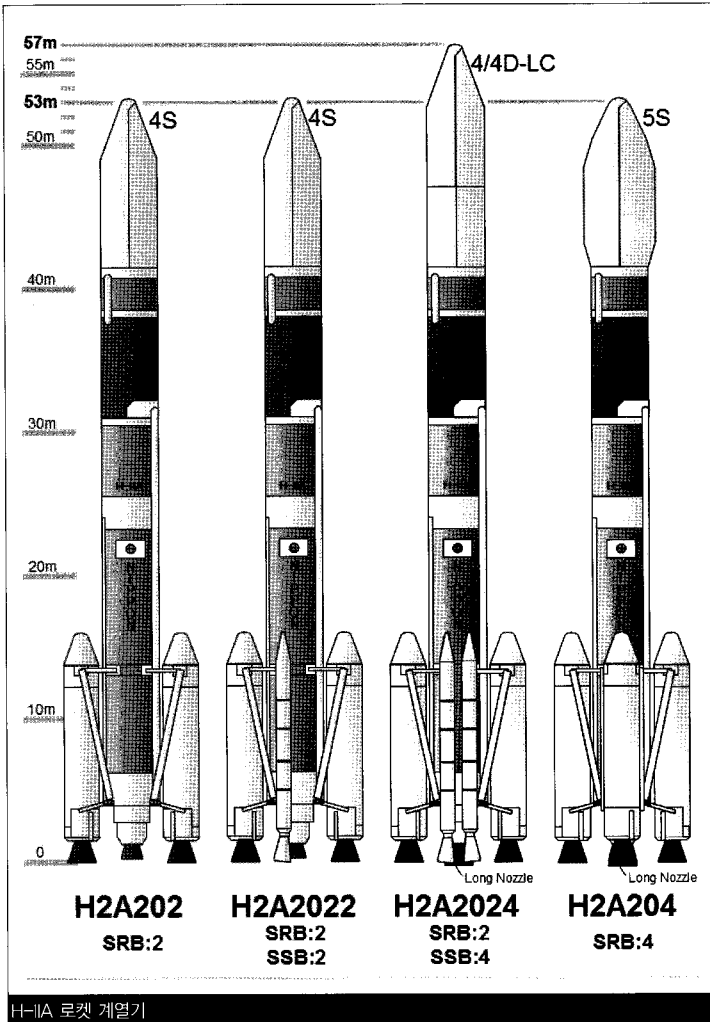
달 탐사위성인 가쿠야를 탑재한 채 발사되고 있는 H-IIA 13호기

되었다. 2001년 5월, H-IIA 주엔진 설계개량이 종료되고, 9일부터 연소시험에 들어갔으며, 2001년 6월에 H-IIA 1호기에 대한 최종기능 시험종료되었다.

H-IIA 로켓은 제1단 엔진에 「LE7A」엔진, 제2단 엔진에 LE-5B엔진을 탑재했다. 이는 H-II로켓에 탑재되어 있던 LE-7엔진, LE-5A엔진에 각각 개량을 더한 것이다. 또 기체의 좌우에 부착되어있는 고체 로켓부스터에도 개량된 SRB-A가 채용되었다. 특히 H-IIA 발사체에는 표준형과 확대형이 있다. 표준형 발사체는 약 4톤의 탑재물 시스템을 GTO에 올릴 수 있는 H-II와 같은 성능의 것이고, 확대형 발사체는 표준형 발사체에 큰 액체 로켓 추진기(booster)를 부착해 약 7톤의 탑재물 시스템을 GTO에 올릴 수 있다. 또한 H-IIA는 간단한 변형으로 훨씬 더 무거운 탑재체를 발사할 수 있도록 디자인됐다.

지금까지 15차례가 발사된 가운데 큰 전환점이 된 발사는 H-IIA 13호기. 기존 H-IIA 발사가 JAXA에 의해 이뤄졌지만, 13호기부터 민간업체 주도로 이뤄졌기 때문이다. 이에 따라 로켓 발사를 도맡고 있는 곳이 바로 미츠비시중공업(MHI). 당초 미츠비시중공업은 JAXA로부터 로켓 제작 주문을 받아 생산만 하는 역할을 담당했지만, 2007년부터 JAXA로부터 발사업무를 넘겨받으면서 제작에서부터 발사까지 모두 전담하고 있다. 발사서비스를 JAXA로부터 넘겨받은 후 첫 발사가 바로 2007년 9월 14일, 일본의 달 탐사선 '가쿠야'를 탑재한 H-IIA 로켓 13호기였다.

발사업무의 민간업체 이전이 구체적으로 진행된 때는 2002년 11월. 당시 우주개발 사업단(현 JAXA)이 미츠비시중공업을 H-IIA 발사 주계약 후보업체로 선정한 데 이어 이듬해인 2003년 2월 H-IIA 표준형을 이용한 발사서비스 사업 실시에 관한 기본협정을 체결하면서 미츠비시중공업은 H-IIA 발사서비스 주계약사로 선정됐다. 이 기본협정을 바탕으로 미츠비시중공업은 H-IIA 민영화에 관한 준비 활동을 했지만 2003년 11월 H-IIA 6호기 발사 실패로 민영화는 단계적으로 진행됐다.



H-IIA 로켓 계열기

미츠비시중공업은 H-IIA 7호기부터 9호기까지 당시 주계약사인 RSC 아래서 H-IIA 로켓에 대한 품질검사를 담당했으며, 2006년 8월 발사한 10호기부터는 RSC 대신 미츠비시중공업이 주계약사로서 H-IIA 로켓을 제조한 후, 2007년부터는 로켓 제조부터 발사까지 전담하는 발사 수송서비스 계약을 이행하기 시작했다. 그래서 H-IIA 13호기 발사는 민영화의 최종적인 형태인 위성 발사 수송 서비스로서의 최초 발사이며, JAXA를 대신하는 새로운 발사 담당에 미츠비시중공업이 걸맞는지를 묻는 발사였다.

특히 미츠비시중공업은 H-IIA 민간 이관 목적 중 하나인 '민간 경영을 통해 비용 저감, 품질 향상 등을 도모'를 통해 상업위성 발사 시장에서 국제경쟁력 확보를 꾀하고, 상업위성 발사 수주를 실현해 H-IIA 로켓 발사 횟수를 확보한다는 목표 아래 본격적인 시장 개척에 나섰다.

이와 관련해 2007년 6월 20일, 일본 자유민주당이 중의원 사무총장에게 우주 기본법안이 제출, 수리되었다. 이 우주기본법에는 일본의 우주개발 목적과 함께 일본의 우주산업 기술력 및 국제 경쟁력 강화에 대해 언급하고 있는데, 특히 유럽, 미국이 아직 수요가 적은 상업위성 발사 시장에서의 경쟁력 확보를 위해 국가가 강력히 지원하고 있다면서 MHI가 H-IIA로켓을 이용해 사업위성 발사 시장에서 일

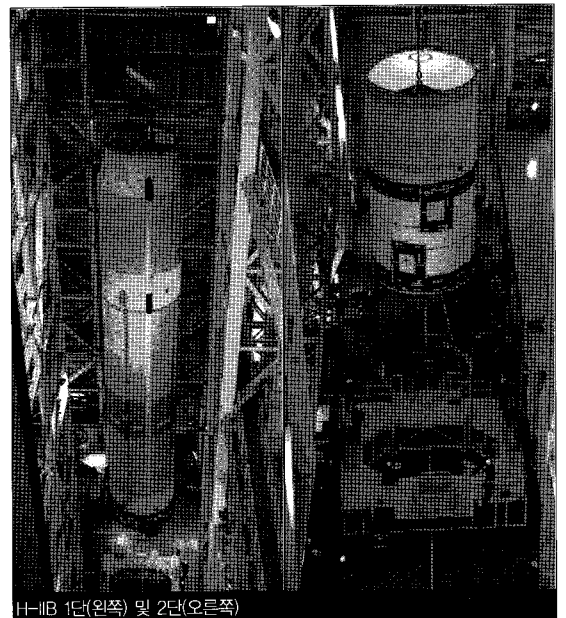
정한 지위를 쟁야 가려면 다른 경쟁 국가와 같은 현장에서 싸울 필요가 있으며, 우주기본법 성립 후 정부 지원은 반드시 필요하다"고 지적하고 있다.

지난 2005년 7호기 발사 이후 7회 연속 발사에 성공해 전체 성공률이 92%를 넘는 가운데, 일본은 이러한 자신감으로 발사 서비스 시장 진출도 노리고 있는 상황이다. 이러한 노력의 결과, 현재 첫 고객이 바로 한국이다. 이는 지난해 10월 항공우주 연구원이 현재 개발 중인 다목적실용위성 아리랑 3호의 발사업체로 일본 미츠비시중공업과 러시아-독일 합작의 유로콧 중 미츠비시중공업을 우선 협상 대상으로 선정했기 때문이다.

H-III 로켓

H-III 로켓은 H-IIA 로켓의 발사능력을 향상시킨 로켓으로

ISS에 우주비행사 생활에 필요한 물자, ISS 내 정기 교환기기, 실험장치 및 실험용 샘플 등 연구용 자재를 나르는 HTV(우주정거장보급기)를 발사하고, H-IIA 로켓과 H-III 로켓을 병행 운용함으로써 보다 폭 넓은 발사 요구에 대응하기 위해 개발됐다.



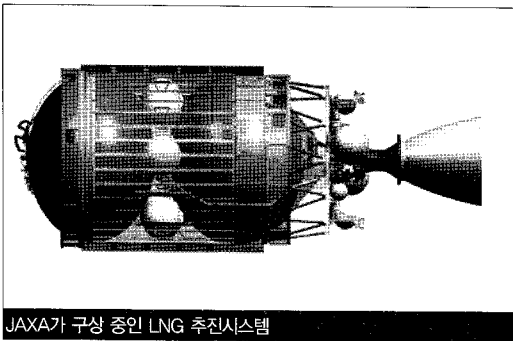
H-III 1단(왼쪽) 및 2단(오른쪽)

액체산소와 액체수소를 추진제로 하는 2단식 로켓으로 본체 옆에는 폴리부타디엔(Polybutadiene)계 추진제를 사용한 고체 로켓 부스터(SRB-A)를 장착해 가속을 보조한다. H-IIA에서는 1기였던 제1단 액체 로켓 엔진(LE-7A)을 2기 탑재하고 표준형에서 2개였던 SRB-A를 4개 장비한다. 또한 제1단 탱크의 직경을 기존 4m에서 5.2m로 확대하고 전체 길이를 1m 늘어 추

진제를 약 1.7배 탑재하도록 설계됐다.

특히 H-IIB 로켓은 HTV 발사 시 HTV 전용 페어링을 이용하지만, 그 외 탑재기거나 지상설비는 지금까지 운용실적이 있는 H-IIA 로켓과 동일한 사양과 구성을 사용해 신뢰성을 유지하고, 개발 및 비용을 줄였다. 또한 발사설비도 H-IIA와 공유할 수 있어 기존 발사시설인 다네가시마 우주센터 갓신 발사장에서 발사할 수 있다.

GX 로켓 GX(GALAXY EXPRESS) 로켓은 일본 민간기업단체가 주로 상업발사를 목적으로 800km의 태양동기궤도에 약 2톤의 위성발사능력을 갖춘 2단식 액체 로켓이다. NASDA는 미래의 수송계 개발을 향해 필요한 액화 천연가스 (LNG) 엔진, 복합재 극저온추진제 탱크등의 첨단적인 기술을 개발, 비행 실증하는 것을 목적으로 참가를 계획하고 있으며, 주로 2단 로켓의 연구를 시행하고 있다.



JAXA가 구상 중인 LNG 추진시스템

기존 로켓 유지·발전 및 LNG·고체 로켓 개발에 주력

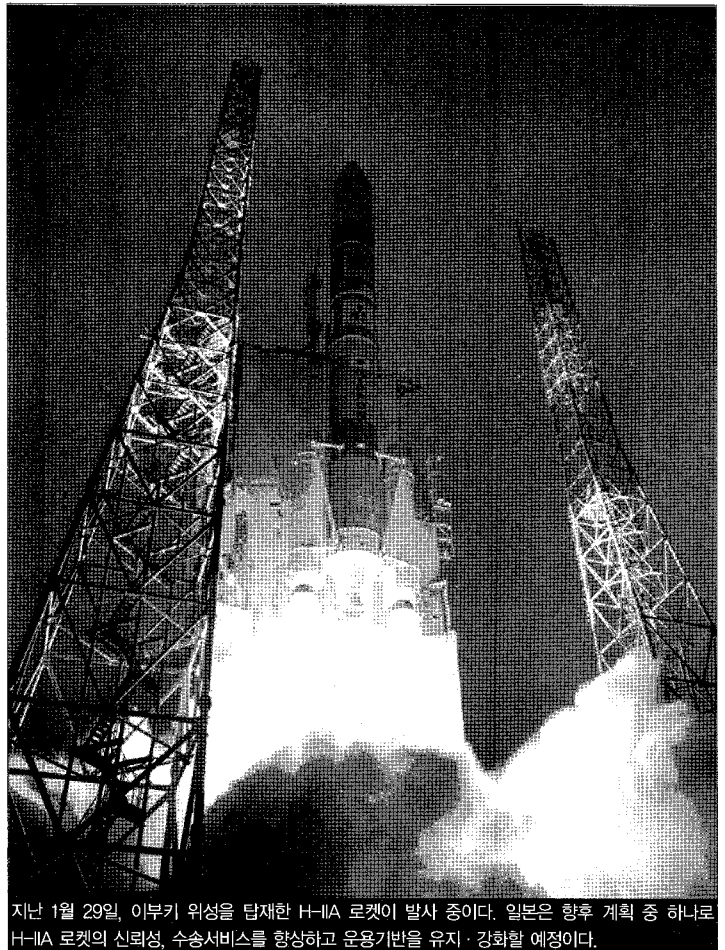
JAXA가 발표한 <2009년 업무운영에 관한 계획>에 따르면 우주수송 분야에 대해 크게 기간로켓을 유지·발전시키는 것을 비롯해 LNG 추진계를 사용하는 GX 로켓 시스템을 검토하고, 고체로켓 시스템 기술을 유지·발전시킨다는 계획이다.

이 중 기간로켓에 대한 유지·발전 계획으로 H-IIA 로켓의 안정적인 발사 기반을 확보하기 위해 2단 연소 중 진동에 대한 발본적인 대책과 항공전자장비(avionics), 모터케이스 등의 고갈·국산화 대응 등 H-IIA 로켓의 신뢰성, 수송 서비스를 향상하고 운용기반을 유지·강화하는 시스템의 개선·고도화 계획을 책정하고 있다. 또한 미래 위성수요 등에 유연하게 대응하는 발사시스템과 미래 수송계로 발전할 수 있는 우주수송시스템 공통의 기술기반을 구축하기 위한 요소기술 등의 연구개발을 기술개발과 함께 실시한다는 계획이다. 아울러 H-IIB 로켓에

대해서는 '시험기/발사장 시스템 지상 종합시험(GTV)' 등을 실시해 시험기를 쓰아 올리고, 발사 관련시설·설비의 효율적 유지 및 운용성을 개선할 예정이다.

관민 협력 아래 개발을 진행해 온 GX로켓에 대해서는 우주개발전략본부 결정에 따라 2009년 여름까지 본격적 개발착수에 관한 판단과 제2단에 탑재하는 액화천연가스(LNG) 추진계의 기술적 전망을 얻기 위해 필요한 시험과 GX 로켓의 시스템 검토를 진행할 예정이다.

그리고 고체로켓 시스템 기술의 유지·발전정책으로 저비용, 혁신적 운용을 가능하게 하는 고체로켓 시스템과 서브 시스템의 기본요구에 대해 구체적인 사양 검토를 진행하고, 그 실현에 필요한 요소 시작시험 등을 실시한다는 계획이다. 물론 일본은 고체로켓인 M-V 로켓을 운용한 바 있지만 고비용이 문제가 되면서 2006년 9월, 7번째 발사를 마지막으로 M-V 로켓을 퇴역시켰다. 대신 새로운 소형 고체로켓 개발을 검토한다고 발표한 바 있다. <일본의 고체로켓 기술(나카무라 마사토시)>에 따르면 차기 고체로켓은 앞으로 예상될 소형위성 발사 수요에 대응하고 M-V로켓에서 문제가 됐던 비용 저감, 고체로켓이 갖는 간소함을 살려 짧은 시간에 확실히 발사할 수 있는 운용성을 목표로 하고 있다. 이에 따라 일본도 차기 고체로켓 개발이 일본의 고체로켓 기술의 더 나은 진전에 공헌할 것으로 기대하고 있다.☺



지난 1월 29일, 이부키 위성을 탑재한 H-IIA 로켓이 발사 중이다. 일본은 향후 계획 중 하나로 H-IIA 로켓의 신뢰성, 수송서비스를 향상하고 운용기반을 유지·강화할 예정이다.