

# 일본의 HOPE계획

## 21세기 우주왕복 화물·여객기 선점을 위해

경제대국, 기술입국을 지향하는 일본이 상대적으로 뒤떨어진 부문이 있다면 그것은 우주분야이다. 그래서 일본은 90년대 후반에 우주정거장 마련에 참여할 계획을 세우고 H-II로 대표되는 대형로켓의 개발과 아울러 독자적인 우주비행기인 우주 왕복기 호프(HOPE)계획을 추진하고 있다. HOPE계획은 착실히 진행되어 지난 8월에는 자동착륙 실험기를 완성하여 실험을 계속하고 있다.

### 화물 수송용 무인 셔틀

일본의 우주왕복계획인 HOPE계획은 크게 둘로 나누어진다.

그중 하나는 화물전용의 우주 글라이더 형식인 무인기와 다른 하나는 단단식 추진장치를 가진 우주왕복용의 스페이스 프렌이다.

이 두가지 계획은 1989년 6월 일본의 우주개발을 담당하는 우주개발위원회가 작성한 우주개발정책대강에 포함된 것으로 이때부터 일본 독자의 우주기술에 의한 우주왕복비행기 즉 스페이스 프렌 개발계획이 공식으로 추진되기 시작했다. 우주개발정책대강은 일본의 우주개발

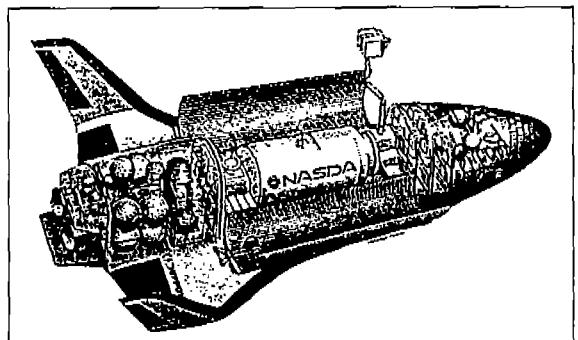
을 망라한 정책지침으로 1978년에 처음 작성되었는데 그후 1984년에 한번 대폭적인 수정을 가한 뒤 다시 1989년에 두번째 수정을 가하여 유인 우주선 활동계획과 재사용형 발사장치의 개발등 종합적인 우주개발체제의 준비를 포함하는 것으로 그 중심이 되는 과제가 바로 HOPE계획인 것이다.

HOPE계획에서 개발을 담당하는 주체로 우주개발사업단(NASDA)를 두고 있는데 이 기구에서는 이미 1978년경부터 우주왕복용 셔틀의 개발을 일부 시작하고 있었다. 그러나 그때는 단지 일본도 독자적인 스페이스 셔틀을 개발할 것이라는 의사 표시정도에 불과했다고 볼 수 있다. 그후 일본이 미국의 우주정거장계획(Freedom Project)에 참가하여 유인 우주활동을 미국의 스페이스 셔틀에 의존하게 되었고 이렇게 되니까 일본도 독자적인 스페이스 셔틀을 가지지 않을 수 없게 되어 HOPE계획이 본격적으로 추

진되기에 이른 것이다.

미국과 공동으로 개발하는 우주정거장에는 일본의 실험실도 만들어 지는데 거기서는 신소재의 개발·가공을 비롯하여 여러가지 실험이 행해질 예정인데 그러자면 실험에 쓰일 장비와 재료등을 우주정거장까지 운반해야하고 또 실험이 끝난 제품이나 다 쓴 장치와 기구등을 지상으로 가져와야한다. 그러기 위해서 우주정거장과 지상을 왕복할 화물기가 필요하게 되는데 HOPE의 첫 계획은 우주왕복의 화물기를 개발한다는 것이 내용으로 되어 있다.

따라서 HOPE의 설계상 특징은 자세제어용 보조용 소형 로켓 엔진을 가지지만 추진용 주엔진이 없는 점이다. 그래서 HOPE는 우주정거장으로 올라갈때는 회수되어 재사용 가능한 H-II로켓끝에 달아 발사되



화물운송용 무인우주셔틀 HOPE의 외양

어 궤도에 오른 뒤 우주정거장에 도착하고 다시 지구로 가져올 물품을 싣고 이번에는 무동력으로 활공하여 지상의 유도를 받아 일반공항에 수평으로 착륙하게 된다. 이런 기능으로 볼때 HOPE는 화물수송 전용 무인 우주 글라이더라고 말할수 있다.

다음으로 HOPE의 기술적 특성을 보면 우선 외양은 미국이나 소련이 먼저 개발한 스페이스 셔틀과 크게 다르지 않으며 재질도 두랄루민이 주로 되었으나 외부에 새로 개발한 탄소섬유계 재료로 된 단열재를 겹을 싸서 대기권 재돌입시의 마찰열을 차단하도록 되어 있다. 뿐만 아니라 미국의 셔틀에서는 원가절감 때문에 이용하지 못했던 내부로부터의 냉각방식으로 기체내부에 냉각재를 파이프로 순환시키는 방법으로 대기권 재돌입의 문제를 크게 개선하고 있다.

이 무인화물수송 우주 글라이더는 보통의 다른 인공위성과 같이 전력이 있는한 계속해서 우주 궤도를 돌게 되고 유인 셔틀로는 불가능한 연소실험 같은 위험한 실험도 가능하다.

HOPE의 외양 치수

	총중량 10톤급	총중량 20톤급
전장	11.5m	16.0m
전폭	8.56m	12.3m
전고	2.5m	3.5m
적재량	1톤	3~5톤
고도	460km	460km

## 2002년 실용화 목표

NASDA의 목표는 이 무인화물기를 금세기중에 완성하여 다음세기 벽두에 실용화한다는 것이다. 그래서 성능평가를 위한 여러가지 시험비행을 실시하고 있다.

가장 먼저한 실험은 소형의 실험기를 발사하여 진짜 HOPE와 같은 높이와 속도에서 대기권에 재돌입시켜 열마찰을 이겨 내는 단열재의 성능과 내부의 열제어를 시험하는 것인데 약 2800억원의 예산을 들여 미쓰비시중공업, 가와사끼중공업, 후지중공업, 닛산등 4개사에서 기체를 만들어 시험한바 대체로 만족할만한 결과를 얻었다.

다음은 약 4분의1가량의 축소 모형을 만들어 고체 로켓으로 발사하여 탄도비행에 의한 마하 10이상의 고속에 대한 유도장치의 능력을 시험하고 아울러 자세제어 상황을 알아 보는 것이다.

이 실험부터 과학기술청 산하의 NASDA와 문부성 산하의 우주과학연구소의 2원체제로 추진되는 우주개발을 양쪽의 기술과 연구성과를 서로 교환 전수하는 기술통합을 이루어 사업추진이 일원화 되기로 한 것도 큰 성과로 볼 수 있는 것이다.

또한 금세기 중에 HOPE를 완성시키기 위해서는 대기권을 안전하게 재돌입한뒤 자동으로 원하는 공항에 착륙시키는 문제가 있다.

이를 위해 소형 자동착륙 실험기

를 만들어 이를 실험하는 일이 있다. NASDA의 주관하에 후지중공업이 만든 ALDLEX라는 이 장치는 헬리콥터에 매어 달고 약 1,500m의 고도에서 초당 46m의 속도를 주어 분리 투하한뒤 목적하는 공항에 착륙시키는 것인데 장치는 헬리콥터에서 분리된뒤 속도를 초당 약 80m까지 가속하여 소정의 비행 경로를 날다가 내려 오면서 낙하속도를 줄이기 위해 기수를 약간 쳐들고 착륙장에 접지한 뒤 감속 낙하산을 펴서 감속 정지하게 되어 있다.

착륙실험은 일본 국내에 적당한 지점이 없어 내년초에 외국의 공항에서 약 20회의 실험을 실시할 예정이다.

그밖에 극초음속 비행실험기(HYFLEX)는 가와사끼중공업에서 만들고 있는데 이것은 앞에서 말한 대로 마하10이상의 극초음속으로 비행하는 물체에 대하여 지상의 유도장치가 어떻게 기능하는지와 마음대로 유도하기 위해서는 어떤 장치가 필요한가등을 실험하게 되는데 이 분야의 실험은 1996년에 행해질 예정으로 지금까지는 차질없이 진행되고 있다.

## 유인 우주왕복기

앞에서 본 화물전용기는 제1세대 스페이스 프렌에 속하는 것으로 미국의 스페이스 셔틀을 보완하는 정도에 지나지 않는 것이다. 여기서

일본은 아무래도 독자적인 유인 우주왕복선 또는 우주여객기로 발전할 유인기의 개발이 필요한 과제로 된다.

일본이 유인 우주왕복기를 실용화하는 시기를 2010년으로 잡고 있다. 따라서 앞으로 15년 정도의 기간에 발사장치의 완전한 재사용화와 유인기로 만들 경우의 경량화와 안전성, 그리고 유인화에 따른 거주성과 조종장치등 여러가지의 기술적 과제들을 이 기간내에 극복해야 한다.

이 우주왕복기는 일본과학기술청 산하의 항공우주연구소(항우연)가 맡아 추진중에 있으며 현재까지의 진행에는 별 차질없이 진행중인 것으로 알려져 있다.

유인우주왕복기는 자력으로 지구 저궤도까지 올라가야 하기 때문에 자체 엔진을 가져야하며 이 엔진으로 보통의 공항에서 수평으로 이착륙이 가능하게 만들고 기체의 경량화를 위하여 보통의 로켓에서 자중의 대부분을 차지하는 액체산소나

산화제의 탑재량을 줄이고 공기흡입 방식을 택하게 된다.

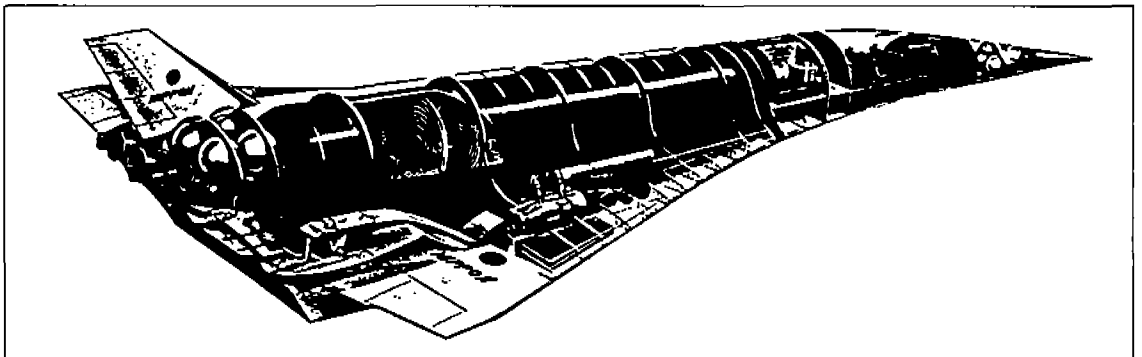
일본에서 공기흡입형의 단단식 궤도비행용 우주 비행체를 처음으로 구상한것은 1986년의 일이다. 이때 발표된 최초의 구상은 전장 77m, 전폭 35m, 총중량 350톤으로 기체중량 65톤, 운반능력 10톤인데 6기의 에어 터보 램 제트와 스크램 제트식 엔진을 장착하고 저속권인 마하6까지의 에어 터보 램 제트엔진으로 날고 마하6~12까지의 고속권에서는 스크램 제트로 날며 다시 고도 50km이상에서 마하12이상의 극초고속으로 비행할때는 산화제 이용의 로켓엔진에 점화하여 단번에 궤도상의 우주정거장까지 올라간다는 것이다.

탑재하는 연료는 추진제로 액체 수소 105톤, 산화제로 액체산소 170톤이며 전행정에서 공기 흡입구로 취하여 소비하는 산소의 양은 약 550톤으로 계산되었다.

그후 지금까지 약 10년간의 연구에서 여러가지 부문이 착각 개발되고 있는데 그중 가장 특징적 개발은

스크램 제트라고 불리는 공기액화사 이클엔진이다. 원래가 공기흡입형 추진 엔진은 발사체가 실어야하는 산화제의 무게를 대폭줄이기 위하여 개발된 것이다. 현재의 우주왕복 서들의 경우 이륙시 총중량의 약 80%는 산화제이며 이 로켓이 비행상승하는 고도의 80%가 대기권을 통과한다. 따라서 대기권을 통과할때 필요한 산소를 모두 대기중에서 취한다면 대량의 산화제를 싣고 떠날 필요가 없어 기체의 경량화를 기할 수 있게 된다. 이것이 공기흡입방식인 스페이스 프렌의 기본적 발상이다. 이때문에 각국의 우주개발 기술자들은 방금 공기흡입형인 램 제트, 스크램 제트 엔진의 연구에 몰두하고 있으며 경쟁 또한 치열하다.

고속으로 우주를 향해 날아 올라가는 로켓의 경우 대기권을 벗어나면 산소가 없어 제트엔진의 연소에 문제가 있기때문에 산화제를 싣게 된다. 또 대기권에서는 공기를 흡입하는 제트엔진을 이용하고 대기권 밖에서는 산화제를 이용하자면 엔진



일본이 개발중인 유인우주왕복기

의 기능에 문제가 있어 지금까지 로켓엔진에는 처음부터 산화제를 싣고 산화연소 방식을 이용했다.

그러나 굳이 두가지 기능의 엔진이 아니더라도 상황에 따라 공기흡입식과 산화제 이용식의 두가지 연료공급방식을 이용할 수 있는 제트엔진인 램제트와 스크램 제트엔진이 개발되어 마하20까지는 공기흡입식 스크램 제트방식으로 날고 그 이후는 산화제로 연소분사하는 로켓 엔진이 필요하게 되어 두가지 기능을 조합한 엔진이 연구되고 있다. 또 마하3~5까지의 가속에 요하는 보통의 제트엔진도 필요해져 쉽게 생각하면 세가지 기능의 엔진이 있어야 한다고 생각할 수 있다. 그렇게 3종의 엔진을 실자면 무게가 넘쳐 날아가지 못하게 된다. 여기서 공기흡입구로 흡입한 공기중의 산소를 압축하여 먼저 저속 상태의 엔진에 쓰고 남은 산소를 액체로 만들어 그후 고속권에 들어갔을때 준비한 액체산소와 수소를 이용한 연소로 분사되는

로켓을 작동시키도록 만든다는 것이다.

그러자면 공기를 급속히 냉각해야하는데 액체수소가 필요하며 여기에 사베트 상태의 수소를 만들면 용적이 15%가량 줄어 좁은 공간에 대량을 실을 수 있게 된다. 이 액체 산소로 마하3~5까지 날게 되며 마하5를 넘으면 스크램 제트에 점화하게 되고 마하20을 넘으면 공기 흡입구를 닫고 로켓엔진에 점화된다.

이런 원리에 따라 착륙용의 터보 제트엔진을 2기 장착하는 외에는 메인 엔진인 스크램 제트와 보통의 터보팬제트의 두 계통으로 움직이게 된다.

## 21세기의 우주여행기로

일본이 개발중인 우주왕복기는 이것이 좀더 발전하면 우주여행용의 여행기로 될 참이다.

이렇게 발전하는데는 먼저 열제어기술이 문제가 된다. 앞에서 본 화물용 우주왕복기는 자체 엔진이 없기 때문에 대기권 재돌입시의 마찰열을 차단하는 단열이 문제가 되었지만 유인 왕복기의 경우는 문제가 끼꾸로 된다.

우선 우주로 향할때 공기를 압축

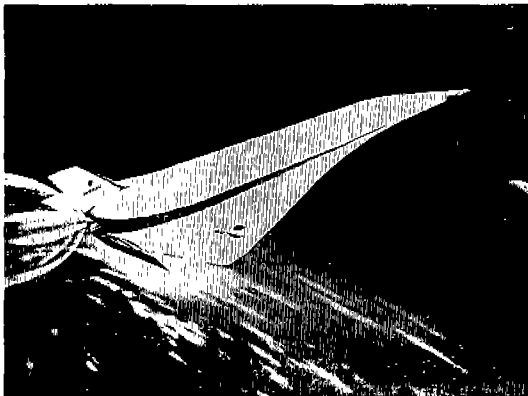
하여 액체로 만드는데 사베트상의 수소가 필요하며 이것을 녹여야 연소실로 보낼수 있어 수소가열용 열원이 필요해진다. 그래서 열흡수효율을 높이고 싶은 부분에 열전도성이 강한 금속을 이용하고 그밖에 열을 차단해야할 곳에는 단열재를 입히는 식으로할 경우 노출되는 부위의 온도가 3000℃까지 올라가 새로운 내열성 소재의 개발이 필요하게 되었다.

이런 난점들은 현재까지 조금씩 해결되어 실험 결과를 축적하여 에어 터보 램 제트의 연소시험도 끝났고 마하 4~8 영역에서의 스크램 제트의 실험도 끝내놓고 있다.

지금은 기체의 최종 형태를 결정하기위한 풍동실험에 쓰일 풍동을 건설하고 있으며 풍동에서 마하20까지의 실험이 가능하다.

일련의 실험이 끝나고 기체의 제작과 비행시험이 시작될 때를 2010년으로 본다면 그때는 현재의 3000m가 넘는 활주로를 가진 공항은 모두 우주왕복기가 이착륙할 수 있어 세계 도처에서 우주여행이 가능해진다.

그렇게되면 일본이 만든 유인 우주왕복기는 21세기의 우주 여행기로 발전하게 될 것이다.



일본산 우주왕복기가 날고 있는 모식도