

이스라엘의 우주개발 동향

글 / 공 현 철, 송 병 철, 서윤경 hcgong@kari.re.kr

한국항공우주연구원 정책협력부 정책개발팀

초 록

대한민국의 다목적 실용위성(아리랑 2호, KOMPSAT 2)가 2006년 7월 28일 금요일 러시아 플레체스크 우주발사장에서 발사되었다. 대한민국에서는 그동안 우리별 위성 시리즈, 과학위성 시리즈, 무궁화 위성 시리즈, 다목적 위성 시리즈, 과학 로켓 시리즈 및 우주발사체(KSLV-1)를 개발했거나 개발 중이다. 이러한 과정은 국가우주개발중장기 기본계획에 의하여 진행되고 있는데, 원하는 기간 내에 합리적 비용으로 목표를 이루고자하는 상황에서 우리가 본 받을만한 국가를 선정하여 모델로 삼는 것이 타당할 것이다. 이러한 필요 가운데 비교적 벤치마킹 대상으로 삼을만한 국가로 이스라엘이 부상하고 있다. 따라서 본 논문에서는 비교적 잘 알려지지 않았지만 우리가 벤치마킹의 대상으로 고려하는 이스라엘의 우주개발 역사를 살펴봄으로써, 우리나라의 우주개발 분야에 참고가 되고자 한다.

주제어: 우주개발, 이스라엘, 벤치마킹, 국가우주개발 중장기 기본계획, 인공위성, 우주발사체

1. 서 론

1957년 러시아가 인류 최초의 인공위성(스푸트니크)을 R-7 로켓을 이용하여 우주에 쏘아올린 후로 미국과 러시아의 우주개발 경쟁은 치열하게 전개되었다. 1990년대 초 소련연방이 해체되면서 미국과 러시아의 우주개발경쟁이 새로운 국면을 맞이했다.

우주개발을 일찍부터 수행해온 미국과 러시아 외에도 프랑스가 1965년에, 일본과 중국이 1970년에, 영국이 1971년에 그리고 인도가 1980년도에 자체 로켓으로 자체 인공위성을 발사하는 위성 자력발사 국가 대열에 들어서게 되었다. 그 후 거의 10년이 다 되어가는 1988년에 이스라엘에서도 Shavit 발사체를 개발하여 Ofeq-1 인공위성을 발사하기에 이르렀다. 이리하여 지금까지 8개 나라가 자체의 로켓으로

자체 위성을 발사하는 우주클럽을 형성한 것이다[1].

이러한 가운데 1980년 말부터 과학로켓개발을 수행한 대한민국으로서 우주개발의 후발주자인 입장에서 시간과 비용을 줄이기 위해서 우주개발 선진국으로부터 기술협력을 받아야 하는 입장이다. 국제적으로 기술이전에 대하여 민감한 반응을 보이는 상황이지만 우리나라 입장에서 발전을 위한 모델을 찾을 수 있다면 하는 바람으로 이스라엘의 우주개발에 관하여 살펴보려고 한다.

이스라엘은 1945년 영국으로부터 독립한 이후 주변의 아랍국가들과 세계 정세 속에서 고유한 우주개발 정책을 수행하여 왔다. 따라서 본 논문에서는 이스라엘의 우주개발에 관련된 사항들 중 우주개발 체계, 우주 프로그램, 우주 개발 기술, 발사체, 발사장, 우주인, 대한민국과의 협력 사례 및 국제협력 등을 중심으로 살펴보려고 한다.

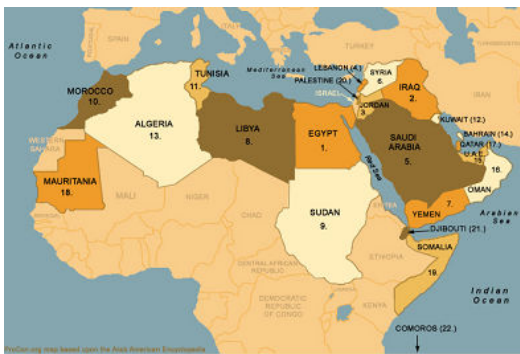


그림 1. 아랍리그(Arab League)에 속한 국가들(2)

이집트(1945), 이라크(1945), 요르단(1945), 레바논(1945), 사우디아라비아(1945), 시리아(1945), 예멘(1945), 리비아(1953), 수단(1956), 모로코(1958), 튀니지(1958), 쿠웨이트(1961), 알제리아(1962), 바레인(1971), 아랍에미리트(1971), 오만(1971), 카타르(1971), 모리타니아(1973), 소말리아(1974), 팔레스틴(1976), 지부티(1977), 코모로스(1993)

2. 이스라엘의 우주개발 동향

2.1 우주 개발 체계

우주개발 관련 조직을 보면 다음과 같다. 국방성은 이스라엘 군의 우주프로그램을 통제하면서 총리에 보고를 하는 체계이고, 통산산업성은 이스라엘 항공회사(IAI, Israel Aircraft Industries)가 주도하는 산업 프로젝트를 지원하며 총리에게 보고하는 체제를 이룬다. 이스라엘 기술원(IIT, Israel Institute of Technology)은 고등교육기관이면서, 우주관련 대학 및 광범위한 연구 개발을 조정한다. 이스라엘 항공회사(IAI)는 이스라엘의 발사체 및 위성의 설계와 제작을 책임지며 정부 소유의 위성과 발사체 제작사이기도 하다. 이와 같은 이스라엘의 우주개발 체계를 알기 쉽게 나타내면 그림 2와 같다.

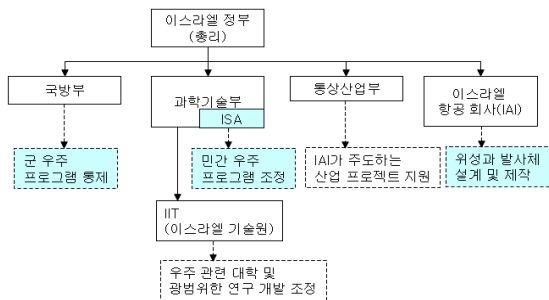


그림 2. 이스라엘의 우주개발 체계

한편으로 이스라엘 정부가 민간 우주관련 회사(IAI)에 지분으로 참여하는 것을 살펴보면 그림 3과 같다[3].

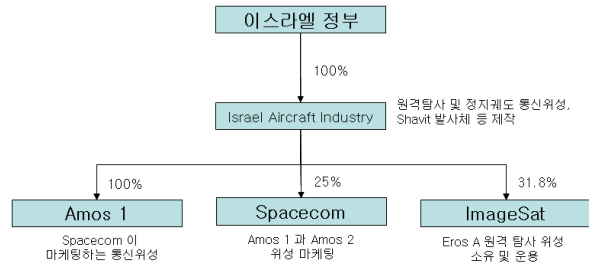


그림 3. 이스라엘의 정부가 민간 기업에 참여

2.2 우주 활동의 주요 일정

- 1960 : Jericho 2 탄도미사일 프로그램 시작
- 1983 : 이스라엘 우주청 (Israel Space Agency) 설립
- 1984 : 이스라엘 항공회사(IAI)에서 우주기술사업단 설립
- 1988 : 첫 번째 Shavit 발사체로 첫 번째 위성인 Ofeq-1 발사
- 1998 : Gurwin II Techsat, a small satellite 발사
- 2002 : 제5세대 지구관측위성인 Ofeq-5 발사
- 2003 : 이스라엘 첫 번째 우주인 Ilan Ramon이 콜롬비아 우주왕복선 사고로 사망

2.3 우주 프로그램 [3][4]

이스라엘의 우주정책은 주로 군사 및 상업적 활용에 초점을 두고 있다. 국방부는 발사체개발을 포함한 대부분의 프로젝트에 자금을 지원하고 있다. 이스라엘 산업은 우주기술개발에 상당한 투자를 하고 있다. 제한된 예산이지만, 이스라엘 우주청(ISA)은 민간 우주활동을 조정하고 있다. 이스라엘과 미국은 강력한 협력 프로그램을 구축해 왔지만, 최근 이스라엘은 상업화를 위한 다양한 협력 파트너를 모색하여왔고 또한 능력을 더욱 개발하고 있다. 잠재적 협력 파트너로는 터키, 브라질, 러시아 및 중국 등이 있다.

이스라엘 우주청은 1982년에 설립되었으며, 주로 군 경찰 위성을 개발하여 이라크, 이란 및 시리아를 감시할 목적이었다. 1984년에는 국방장관 ‘Moshe

Arens'가 이스라엘 위성을 개발하도록 결정하였다. 그 결과 이스라엘 항공회사(IAI, Israel Aircraft Industries)가 Shavit 라 불리는 첫 우주로켓과 Ofeq 로 알려진 첫 위성을 개발하게 되었다.



그림 4. Ofeq-1(5)

카메라를 장착하지 않은 156kg(343파운드)의 위성 Ofeq-1은 Shavit 로켓에 실려 1988년 9월 19일 발사되었다. 역시 카메라를 장착하지 않은 160kg(352파운드)의 위성 Ofeq-2는 Shavit 로켓에 실려 1990년 4월 3일에 발사되었다.

Ofeq-2는 고도 201km(125mile)에서 1485km(923mile) 사이의 타원궤도를 비행하였다. 1990년 7월 9일에 수명을 다했다.

230kg(495파운드)의 위성 Ofeq-3 는 1995년 4월 5일 Shavit 발사체에 실려 발사되었다. 이 때는 카메라를 탑재하였으며, 2000년 가을에 수명을 다할 때까지 사진전송을 계속하였다. 이스라엘은 ESA(유럽우주기구)의 아리안 발사체로 지구정지궤도 통신 위성인 AMOS-1 위성을 1996년 5월 16일에 발사하였다. AMOS-1 위성은 유럽 중앙 및 동부 그리고 중동에 텔레비전과 통신 서비스를 제공하였다. 1998년 1월 22일 Shavit 로켓의 2단에서의 문제로 Ofeq-4 스푸이 위성의 발사는 실패하였다. Ofeq-4 위성은 어떤 기상조건에서도 실시간 정보 데이터를 지상으로 전송할 수 있는 능력을 갖도록 설계되었다. Shavit 발사체의 1단은 문제없이 발사된 것으로 여겨지는데, 비행 후 2분 만에 문제가 발생되어 탑재체

와 함께 Shavit 발사체는 파괴되었다.

러시아는 이스라엘 상업용 EROS A1 위성을 2000년 12월에 발사하였다. IAI가 제작한 EROS A1 위성은 이스라엘 정보기관에 데이터를 전송하였다. 306kg(660파운드)의 Ofeq-5 스푸이 위성은 2002년 5월 28일 Shavit 로켓에 실려 고도 366~595km(229~372 마일)의 타원궤도로 발사되었다. 고출력 카메라에서 나오는 칼라 이미지로는 길이 1미터까지의 물체를 식별할 수 있다. Ofeq-5 는 지구를 돌면서 이란, 이라크 및 시리아에 대한 정보를 획득한다.

이스라엘의 AMOS-2 TV 방송 위성은 카자흐스탄에 있는 바이코노루 우주센터에서 2003년 12월 27일에 지구정지궤도로 발사되었다. 그 위성은 궤도상에서 AMOS-1 위성과 단지 4.8km(3마일) 정도 떨어져 있고, AMOS-1 위성은 2008년까지 운용될 예정이다. AMOS-2 위성에 탑재된 송신기는 AMOS-1 위성에 탑재된 송신기보다 50퍼센트 출력이 더 높다. 그 위성은 이스라엘, 중동, 유럽 국가들(헝가리, 폴란드, 슬로바키아, 루마니아, 및 체코슬로바키아)과 미국 동부 해안 지역에 있는 가정, 케이블 회사 및 통신 네트워크 회사에 TV 방송 및 통신 서비스를 실시한다. AMOS-2 역시 이스라엘 항공 회사(IAI)가 제작했다. 발사체는 러시아 Soyuz-Fregat 로켓이다.

이스라엘의 Ofeq-6 스푸이 위성은 2004년 9월 6일 발사 했는데, 2단의 Shavit 발사체는 기능상 제대로 작동한 것 같으나, 위성의 3단이 오작동으로 실패한 것으로 여겨진다. 이스라엘 정부는 6번째이며, 발전된 위성의 정보수집능력을 향상시킬 것으로 기대하였다. 특히 이란의 핵무기 개발과 핵무기를 운반할 장거리 지대지 미사일에 대한 정보를 수집하길 원했다. 이란은 장거리 Shihab-3 탄도미사일을 시험했다.

이스라엘은 Ofeq-7 스푸이 위성과 Techstar 로 알려진 레이더 위성을 개발하고 있으며, 2008년에 발사할 예정이다.

2.4 우주 개발 기술 [3][4]

2.4.1 IAI 상업용 고객들을 위한 통신 기술 개발

이스라엘 정부는 IAI를 통해서 개인 회사인 Spacecom의 간접적인 소유권을 갖고 있다. Spacecom 은 IAI가 제

작한 통신위성인 AMOS 1과 AMOS 2를 마케팅한다 (그림 3 참조). 위성은 이스라엘과 외국 고객들에게 방송 서비스를 제공하는데, 가장 큰 고객은 YES 이스라엘 위성 텔레비전 회사이다. Spacecom은 AMOS 1을 AMOS 3로 대체하려는 계획을 갖고 있는 것으로 알려지고 있다.

2.4.2 Ofeq 기술을 지구관측시스템에 적용

이스라엘 정부의 지구관측위성의 운용은 군당국에 의하여 이루어지고 있다.

이스라엘 정부는 고해상도 위성 영상을 제공하는 회사인, ImageSat International의 지분을 IAI를 통해서 보유하고 있다. ImageSat은 Ofeq 위성 시리즈에 근거한 EROS A 위성을 운용한다. EROS B와 C 위성들은 각각 2006년과 2008년에 발사될 예정이다. ImageSat은 국가 안전과 정보 활용에 관한 서비스를 주로 정부에 제공한다(그림 3 참조).

이스라엘 우주청은 French Spot 위성과 유럽 레이더 위성(ERS, European Radar Satellite)의 데이터를 수신하기 위하여 1991년에 지상국을 설립하였다.

2.4.3 소형 기술(나노테크놀로지)

Ofeq 위성의 성공과 비교적 저렴한 발사비용의 근본은 이스라엘이 소형화의 특성을 살린 것이다. 경량 위성은 발사할 때마다 상당히 큰 비용 절감효과가 있다.

이스라엘은 1998년 소형위성을 궤도에 투입하였다. 하이파(Haifa)에 위치한 이스라엘 기술원(IIT)에서 불과 3백5십만불에 개발된 TechSat II는 경이적인 소형화를 기록하였다. 위성은 $295\text{cm}^3(18\text{in}^3)$ 에 질량은 약49kg(106파운드)에 불과하다. 고도 825km(516mi)로 궤도를 돌고 있으며, 태양으로부터 자체 에너지를 발생시키며, 통신 기술, 원격 탐지, 천문 및 지구과학 등에 활용될 소형 카메라, 컴퓨터 및 자체적으로 제작한 하드웨어들을 탑재하고 있다.

TechSat II는 하루에 12번 정도 사진을 찍을 수 있을 정도로 지구에 근접한다. Technion's Asher 우주 연구소에 있는 지상국은 자외선 센서를 활용하여 대기권의 오존에 대한 정기적인 정보를 지구로 보내

준다. 과학자들은 충전 입자 탐색기로부터 위성에 영향을 주는 주파수와 컴퓨터와 같은 민감한 장비에 영향을 미칠 수 있는 잠재적 위험을 식별한다. 과학자들은 TechSat II에 탑재된 아주 작은 카메라로 찍은 사진을 판독하기도 한다.

1980년대 학생 프로젝트로 시작된 TechSat은 빠르게 전문적인 위성 프로그램으로 영역을 넓혔다. 구 소련연방으로부터 이주 과학자들이 유입됨으로써 프로젝트의 상당한 발전을 이루었고, Technion이 위성을 설계하고 발사하는 세계적인 대학이 되는데 공헌하였다.

2.4.4 독자적인 우주공간으로의 접근

이스라엘은 1988년 Shavit 발사체로 Ofeq-1 위성을 발사함으로써, 독자적으로 우주에 접근할 수 있는 국가의 지위를 얻게 되었다. IAI는 발사체를 두 가지 버전(LK-1, 700km 원형 극궤도, 탑재중량 350kg 와 LK-2, 탑재중량 800kg)으로 업그레이드하려고 한다. 하지만, 현재의 LK-1 버전이 2004년 Ofeq-6 위성의 발사실패로 약간의 기술적인 어려움을 겪고 있다.

이스라엘은 미국과의 계약을 준수하기 위하여 미국내에서 만들어진 로켓 모터와 주요 부품들로 제작된 LK 시리즈의 발사를 위하여 미국과 브라질 같은 발사 장소를 고려하고 있다[6].

2.4.5 레이저 신호

현재 고도가 높은 곳에 위치한 위성들은 통신을 하기 위해서 라디오파를 사용한다. 네게브에 위치한 벤구리온 대학의 전자광학 대학원 학장인 Natan Kopeika에 의하면, 레이저는 위성간 통신을 상당히 발전시킬 것이라 한다.

“레이저는 전력 소모가 적고, 가볍고, 쉽게 좁은 빔 폭으로 유도될 수 있다.”고 설명한다. “Technion의 Asher Institute와 함께, 지시, 획득 및 추적 기술을 개발하고 있으며 이러한 기술은 위성간에 정확하게 레이저 빔을 지향하도록 할 수 있다.”

Kopeika는 전화, 인터넷, email, 케이블 TV 등의 통신이 업링크되어 지구에서 위성으로 연결되고, 그 다음

위성으로 연결되어 결국에는 지구를 돌아 다시 지구로 다운링크되는 위성들의 네트워크를 예견하고 있다.

2.4.6 핵연료(Nuclear fuel)

벤구리온 대학의 과학자들에 의하면, 우주 비행체는 이스라엘의 연구로 대단한 발전을 이룰 수 있을 것으로 기대된다. 그들은 지구에서 화성까지의 여행 시간을 10개월에서 단지 두 주일로 줄이는 것과 같은 새로운 형태의 핵연료를 보여주었다.

“우주비행체에 동력을 전달하는 핵반응로의 무게가 적으면 적을수록 우주여행이 더욱 효과적이라는 것은 오랫동안 알려진 사실이다.”라고 대학의 핵공학자에 있는 Yigal Ronen 교수가 말했다. 경량의 핵반응로의 도전을 이루기 위해서 Ronen은 반응로의 설계 요소 중 하나인 연료를 검토하였다. 연구는 임계점에 도달하기 위해서 우라늄이나 플루토늄 질량의 1%만 필요로 하는 핵분열 연료 americium-242m에 집중되었다. 이 연료는 분열이 아주 얇은 막 형태로 진행되는데 막의 두께는 1 백만 분의 1 밀리미터 보다 얇다. 이런 형태로, 상당한 고 에너지, 고온도 분열 제품이 연료 요소로부터 빠져나와 추진을 위한 가스를 가열하거나 전기를 발생시키는 특별한 발전기를 가동시킴으로써 우주에서의 추진에 활용된다.

Americium-242m 이 우주에서 활용되기 위해서는 아직도 장애물-반응로 설계, 재 연료공급, 열 제거 및 유인 비행을 위한 안전 대책 등-이 많다. 하지만 궁극적으로 핵연료는 우주여행에 활용될 것으로 Ronen은 믿고 있다.

2.4.7 우주에 관한 연구

우주관련 하드웨어를 개발하는 것 외에, 이스라엘은 우주를 지구상의 생명에 관한 연구의 플랫폼으로 사용하고 있다. 1996년 10월에 이스라엘 우주청과 NASA는 실제적이고 포괄적인 협력 협정에 서명하였다. 그 협력협정으로 이스라엘 생명과학 실험이 NASA 우주비행으로 통합되도록 하였다. 지난 5개년 동안 수행됐던 실험으로 생명 기원, 골다공증 및 미래의 우주선과 우주정거장에 식량을 공급한 ‘우주농장’ 등의 분야에서 많은 이해를 할 수 있게 되었다.

2.4.8 지형도(Topographical mapping)

2000년 2월에 네게브의 벤구리온 대학의 과학자들은 NASA 우주왕복선-엔데버호에 ‘가상’ 탐승 실험을 하였다. 우주왕복선의 임무 가운데 하나는 지구 표면의 정확한 지형도를 그리는 것이다. 사막에서 높이 변화에 대한 정확한 지식은 모래언덕의 움직임과 사막의 팽창을 추적할 수 있다. 모래언덕의 움직임과 사막의 팽창은 불모지대나 황폐한 지역의 생태학 보존에 중요한 역할을 한다. 대부분의 사막은 사람이 살지 않는 지역에 대한 무관심과 사막지역에서의 간접적 문제로 정확한 지도가 없다. 간접적 문제는 레이더 신호가 모래를 수 센티미터나 침투하여 부정확한 데이터를 발생시킨다.

레이더 신호 문제를 해결하기 위하여, 벤구리온 대학의 지질 및 환경 개발학과는 지구 및 행성 이미지 연구를 위한 과학자들은 13개의 특별히 고안된 알루미늄 레이더 코너 반사 스크린 장치를 설계하고 네게브 지역에 걸쳐서 배치하였다. 이러한 것들은 정확한 지도 제작을 위하여 엔데버호에 캘리브레이션 포인트를 제공한다.

우주에서 본 육지 이미지는 과학자들이 지구의 육지, 해상, 식물 등을 관찰하는데 도움을 준다. 카자흐스탄 지역의 목초지와 수확량 그리고 중앙 아메리카의 가뭄에 대한 위성 이미지는 벤구리온 대학에서 개발된 장치를 사용하여 최근에 작성되고 해석되었다.

이스라엘에서 2003년도에 개발되고 있던 프로젝트를 살펴보면 다음과 같다.

- Spot 과 Landsat 이미지를 활용한 디지털 고도 모델(DEM)의 자동 생성
- 지질학, 지형학 및 요르단 단층 계곡의 지도 제작
- 디지털 위성 이미지를 위한 국립 데이터베이스
- 토양상태를 나타내는 식물을 덮고 있는 것(색깔 등)에 대한 원격탐지연구, 예를 들어 토양의 염분화를 나타내는 표시로서 목화밭의 색깔
- 강수 과정과 강수량에 관한 구름-분무 상호작용의 영향에 관한 원격측정
- 지표 밑의 원격 탐지
- Kinneret(갈릴리 바다) 호수와 지중해의 수질을 원격으로 관찰
- 화성과 금성의 지형학

2.5 첫 번째 군사 전용 통신위성 계획

이스라엘은 미국과의 긴밀한 협조와 국방성 위성 능력에 접근함으로써 이익을 얻고 있다. 그러나, 초기에 독자적인 위성 영상 능력을 확보하기로 결정하여, 지금은 전용 군사 통신위성을 위한 계획을 갖고 있다.

국방성은 확고하고 암호화된 지구정지궤도 통신 위성, MILCOM-1을 계획하고 있다. IAI가 개발한 군사위성은 2007년경에 발사될 예정이다.

2.6 소형위성을 위한 Shavit 발사체

이스라엘 발사체 Shavit(히브리어로 혜성이란 의미)은 지구 저궤도에 소형위성을 발사시키기 위해 IAI 사가 제작하였다. 원격 감시, 통신, 과학 임무 등 소형 위성에 대한 글로벌 시장 요구가 증가하여 IAI 사는 Shavit 계열 발사체를 이용해 소형 위성을 궤도에 투입하여 왔다[7].

Shavit 발사체는 이스라엘의 Ofeq 인공위성 궤도 진입에 사용하고 있다. 1988년 9월 19일 Ofeq 인공위성을 싣고 처음으로 발사되었는데 Shavit 발사체 성공으로 이스라엘은 8번째의 우주 발사능력을 가진 국가가 되었다. 2002년 5월에도 Ofeq-5 소형 위성 발사에 성공했지만 2004년 9월에는 Shavit 발사 실패로 1억 달러의 Ofeq-6 첩보위성이 파괴되는 손실을 입기도 하였다.

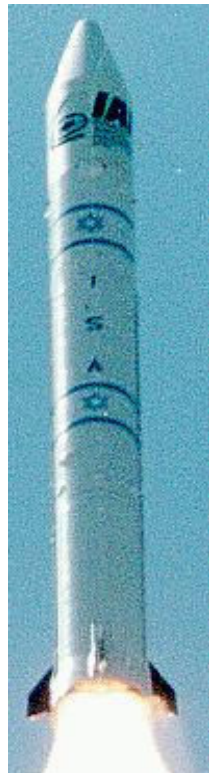


그림 5. Shavit 발사체

Shavit 발사체는 3단으로 구성되며 모두 고체 연료를 사용한다. 1,2단은 Jericho II 중거리 탄도 미사일을 기반으로 하고 있다. 1단과 2단 무게는 각각 약 13톤이며 노즐 확장비만 다를 뿐 나머지는 동일하다. 3단에는 티타늄 구조의 원형 형태로서 무게가 2.6톤이며 추력 59kN의 모터를 사용한다. 발사체에서 분리된 위성은 대략 260km 고도에서 궤도 진입을 시도하게 된다.

IAI사는 이스라엘 우주산업을 선도하는 업체로서 다양한 센서들이 장착된 소형 또는 마이크로 위성 개발과 발사체 서비스를 통해 국제 위성 발사시장에서 이스라엘의 경쟁력을 높이고 있다.

2.7 발사장

1. 네게브 사막에 있는 Palmachim 공군 기지

특성 : 궤도 발사장

위도 : 북위 31.5°

경도 : 동경 34.5°



그림 6. 이스라엘 발사장-1

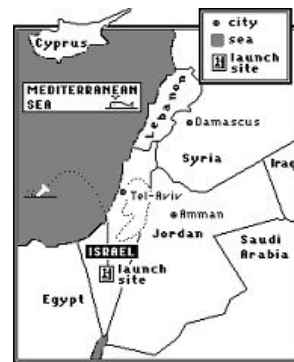


그림 7. 이스라엘 발사장-2

2. 네게브 사막에 발사장, Negev

특성 : 부궤도 발사장

위도 : 북위 31°

경도 : 동경 35°

1988년 9월 19일 이스라엘은 자체 위성을 자체 로켓으로 발사한 여덟 번째 국가가 되었다. 위성은 Ofeq-1 이었고 발사체는 Shavit이었으며, 발사장은 네게브 사막에 있는 Yavne 지역의 텔아비브 남쪽에 있는 팔마침(Palmachim) 공군기지였다[8].

1988년 9월 19일 3단 로켓은 네게브 발사대로부터 발사되어 작은 위성을 싣고 작은 타원궤도를 그렸다. 지중해 동쪽 끝에 있는 비밀스런 발사장은 연안 고속도로에서도 보일 정도이다. 구경꾼들은 중동 지역 하늘을 배경으로 Shavit 발사체가 아치를 그리면서 단 분리하고 바다로 떨어지는 것을 보았다. 위성 (Ofeq-1)은 발사 4개월 후에 수명을 다했다.

그 후 이스라엘은 여러 차례 3단의 Shavit 발사를 Palmachim 발사장에서 수행하였고, 그 중에는 여러 개의 위성을 지구궤도에 올리기도 하였다.

2.8 우주인

2003년 2월1일은 이스라엘 최초의 우주인인 Ilan Ramon 대령이 지구로 귀환하는 날이었다. 하지만 이날 미국 텍사스 주 상공에서 우주왕복선 콜롬비아호가 폭발하는 사고로 이스라엘은 자국의 최초의 우주인을 잃는 아픔을 견뎌내야 했다.

Ilan Ramon 대령은 1954년 6월 20일 이스라엘 텔아비브에서 출생하였고, 1972년 고등학교를 졸업한 후 1987년에는 텔아비브 대학의 전자 및 컴퓨터 공학과를 졸업하였다. 1974년에는 전투기 조종사로 이스라엘 공군(IAF) 비행학교를 졸업하였다. 공군 조종사로 경력을 쌓은 Ilan Ramon은 1997년부터 NASA에서의 경력을 쌓아갔다. 1997년에는 탑재체(Multispectral camera) 전문가로 선발되었고, 1998년 7월부터는 미국 텍사스 주 휴스턴에 위치한 존슨 우주센터 및 고다드 우주센터 등에서 훈련을 받았다.

2003년 1월 16일 우주왕복선 콜롬비아호(STS-107)의 임무수행과 더불어 이스라엘 최초의 우주인이 탄생하는 순간이었지만, 국제우주정거장에서 임무를 마치고 귀환하던 우주왕복선 콜롬비아호의 공중폭발과 더불어 이스라엘의 최초의 우주인은 역사속으로 사라져 버렸다[9].

2.9 대한민국과 협력 관계

2.9.1. 고해상도 광학 카메라 개발 사업

한국항공우주연구원에서 1999년 말부터 이스라엘 엘롭(ELOP)사와 공동개발에 착수하여 2003년 12월

에 입고한 고해상도 광학 카메라(MSC, Multispectral Camera)는 흑백 1채널, 칼라 4채널, 해상도 1m, 관측폭 15km의 성능을 갖도록 설계되었다. 고해상도 카메라는 기술개발의 난이도가 매우 높은 극한기술이며, 이번 개발을 통하여 선진국 수준의 우주용 고해상도 카메라의 설계, 조립, 시험 기술과 노하우를 습득하는 성과를 거둠으로써 우리나라도 위성용 고해상도 카메라 기술을 보유하게 되었다. 고해상도 카메라는 우주공간에서의 형체 및 온도변화, 반사경지 지구 조물과의 조립 오차 등의 외부 환경 변화에도 주반사경의 최대허용 파면오차(wavefront error)가 극히 미소한 초정밀 안전화 설계와 가공 조립기술이 동원되었으며, 우주 궤도상에서 직면하는 수십도의 온도변화에 2 μ m 이내의 미소 변형만이 허용되는 고안정 구조물로 최신의 첨단 신소재를 사용하여 제작되었다.

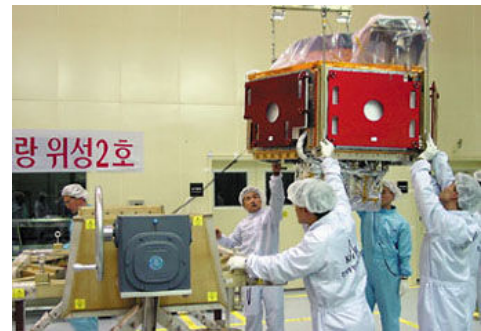


그림 8. 아리랑2호 본체 결합을 위해 이동중인 MSC

이번에 개발된 고해상도광학카메라는 2006년 7월 28일 러시아 플레체스크 우주센터에서 발사된 다목적 실용위성 2호에 탑재되었다. 향후 고해상도 카메라로 관측되는 영상자료는 지도제작 분야, 농업, 임업분야, 국토·도시 계획분야, 지질자원분야 등에 활용됨으로써 재해·재난 예방과 학술 연구활동이 활성화될 것으로 기대된다.

2.9.2. 추적 레이더(Tracking Radar) 도입 사업

한국항공우주연구원에서는 이스라엘 엘타사로 부터 추적레이더를 도입하기로 2003년 7월에 계약을 체결하였고, 현재 예정대로 진행 중에 있다. 한국항공우주연구원은 이스라엘 엘타사의 시스템 제작과정에 참여한다. 추적레이더는 현재 전남 고흥군 외나로 도에 건설 중인 우주센터에 배치되어 향후 발사예정

인 소형위성 발사체(KSLV-I)을 포함한 우주발사체의 발사 시 우주발사체를 추적하면서 거리, 방위각, 고각, 속도 등의 실시간 비행 궤적 정보를 발사통제센터로 전송하여, 발사체의 정상 비행 유무를 판단하는 중요 자료로 활용된다.

시스템 운용은 위성발사체의 발사 초기부터 정상 궤도 진입 시까지 안정된 추적을 위하여 우주센터와 제주도에 각각 설치하여, 레이더로부터 획득된 실시간 시공간 비행궤적 정보를 발사통제센터로 전송하고 또한 발사통제센터로부터 지속적으로 Slaving Data를 수신하여 추적 실패 시 이를 이용하여 추적을 재개함으로써 발사 초기부터 전 비행구간에 걸쳐 안정적인 추적이 가능하도록 한다.

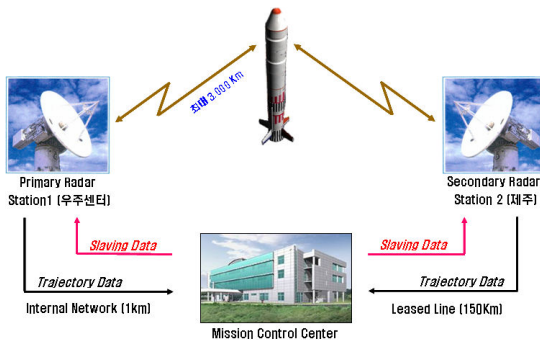


그림 9. 추적 레이더 운용 개념

2.9.3. 스마트 무인비행체 개념 설계

한국항공우주연구원에서는 해외 위탁연구 개발 프로그램의 일환으로 이스라엘의 엘비트 시스템사와 스마트 무인기 신개념 비행체 형상 설계 개념 연구를 2003년 2월부터 6월까지 수행하였다. 이 과제는 스마트 무인기 비행체 형상 결정을 하는데 활용하고자 했다. 하지만 과도한 예산 요구로 후속 사업은 진행되지 않았다.



그림 10. 스마트 무인기 비행체 형상

2.10 국제협력

많은 국제 우주협력 프로그램은 이스라엘의 우주업계에 관심을 갖고 있다. 이스라엘은 NASA외에도 공식적인 우주협력 협정을 프랑스, 독일, 러시아, 우크라이나 및 네덜란드와 체결하였다.

2003년 6월에 이스라엘은 유럽우주기구(European Space Agency)의 참가국(participating member)으로 받아들여졌다. 이 협정으로 이스라엘은 유럽 우주 프로젝트에 참가할 수 있고, 합동 개발 프로젝트에도 제안서를 제출할 수 있게 되었다. 이스라엘은 첫 번째 지구정지궤도 통신 위성을 1996년 5월 16일에 궤도에 투입하였다. AMOS(Afro-Mediterranean Orbital System)위성은 이스라엘 항공 회사(IAI)가 프랑스 알카텔 에스파스(Alcatel Espace)와 독일의 다임러 벤츠 항공 회사와 공동으로 제작하였다. 프랑스의 아리안 4 발사체로 발사된 AMOS 통신 위성은 고품질의 방송과 통신 서비스를 성장하는 시장인 동유럽과 중동 지역에 제공하고 있다. AMOS위성의 기술과 경제적 성공으로 IAI사는 발전된 AMOS-2 위성을 2003년 12월 27일 바이코노루 발사장에서 러시아 발사체인 Soyuz FG 발사체에 실어 발사하였다.

El-Op(Electro Optical Industries, Ltd)사가 제작한 TAUVE(X)(Tel Aviv University Ultra-Violet Explorer) 우주망원경은 국제 우주 연구 프로젝트의 귀중한 이정표를 세웠다. 세 개의 망원경 배열은 자외선 범위에 있는 천문학적 물체의 이미지를 얻기 위하여 설계되었다. 그 이미지는 다른 종류의 뜨거운 별들(흰 난쟁이와 혼합 형태의 쌍성(雙星)과 같은 별들)과 다량의 자외선을 방출하고 별들 사이의 매개체를 이온화하여 별 생성 과정 및 은하의 진화에 중요한 역할을 하는 젊고 큰 별들을 포함한다. TAUVE(X)는 인도와 이스라엘의 우주탐험에 대한 협력 협정의 일환으로 인도 위성인 GSAT-4에 실려 비행할 예정이다. TAUVE(X)의 다년도 임무는 하늘에 대한 심층적인 분석을 수행하는 것이다. 이것은 우주의 진화에 대한 우리의 지식을 상당히 넓혀 줄 것이다[10].

TAUVE(X)의 스핀오프는 소형 상업 원격 측정 위성인 DAVID에 사용될 5미터 해상도를 갖는 소형 망원경이다. 이스라엘 하이테크 회사와 독일 회사

의 합작으로 개발된 프로젝트는 유럽 연합과 이스라엘 우주청이 지원하고 있다.



그림 11. 클린룸에 있는 TAUVEK

3. 결 론

1990년 초 구 소련연방이 해체되면서 미·소의 냉전체제 및 군비경쟁으로 인한 긴장이 완화되면서 이후의 세계 각국의 우주개발 및 활용 프로그램은 실용적인 활용에 더욱 초점이 맞추어져있는 듯하다. 하지만 아직도 우주개발 선진국에서 궤도에 투입하는 위성들 중 적지 않은 수의 위성들이 실용적 이외의 목적으로 활용되고 있다.

최근의 중동지역의 이스라엘과 팔레스타인 및 레바논간의 무력충돌이 일어나고 있는 상황 하에서 중동의 아랍·이슬람권이라는 ‘중동의 바다’에 고립된 섬으로 불리는 이스라엘에서의 우주개발은 국가 자체의 생존문제와 직결되어 주로 군과 관련된 개발이 선행되어 왔다. 이스라엘이 개발하여 궤도에 투입한 Ofeq 위성은 주로 정찰 및 관측위성으로 정보를 수집하고 활용하는데 초점이 맞추어져 있는 것 같다. 또한 이스라엘은 기술의 고도화 및 직접화로 위성의 소형화를 위하여 많은 노력을 기울여 소형화 및 나노테크놀로지 분야에서 대단한 성과를 올리고 있다. 뿐만 아니라 지금은 통신으로 활용되는 레이저 신호도 이스라엘과 같이 전쟁이나 무력충돌이 잦은 국가에서는 활용도가 훨씬 높은 기술로 발전할 수 있다.

이스라엘의 우주개발은 군사적인 측면만 살펴보면 숲을 보고 나무를 보지 못하는 결과를 초래할 수도 있는 것이다. 즉, 이스라엘은 군사적인 활용 외에도 학문적인 연구를 게을리 하지 않는다. 그러한 예

로써, 대학에서 기술위성을 개발하고 천문학적인 연구를 계속하는 것 등에서 알 수 있다.

이와 같이 이스라엘은 대부분의 국가와는 다른 특수한 상황 하에서 국민의 생명과 재산을 보호하고 국가의 안전을 지켜나가야 하는 대전제가 있다. 아울러 현대문명의 활용으로 삶의 수준 향상이라는 인간의 욕구를 충족시키는 문제도 동시에 달성해야 하는 것이다. 이러한 문제들을 동시에 고찰하고자 본 논문에서는 이스라엘의 우주개발에 관련된 사항으로 우주개발 체계, 우주 프로그램, 우주 개발 기술, 발사체, 발사장, 우주인, 대한민국과의 협력사례 및 국제협력 등에 관하여 살펴보았다.

참고문헌

1. 채연석, “눈으로 보는 우주개발 이야기”, (주)나경문화
2. <http://www.israelipalestinianprocon.org/Intromaps/arabworld2.html>
3. World Prospects for Governments Space Markets, Euroconsult 2005
4. Wendy Elliman, "Israel In Space," <http://www.mfa.gov.il/>
5. <http://www.astronautix.com/craft/ofeq12.htm>
6. <http://www.astronautix.com/lvs/leonklk1.htm>
7. <http://www.astronautix.com/lvs/shavit.htm>
8. <http://www.astronautix.com/sites/palmachim.htm>
9. <http://www.astronautix.com/astros/ramon.htm>
10. <http://tauvex.iiap.res.in/>