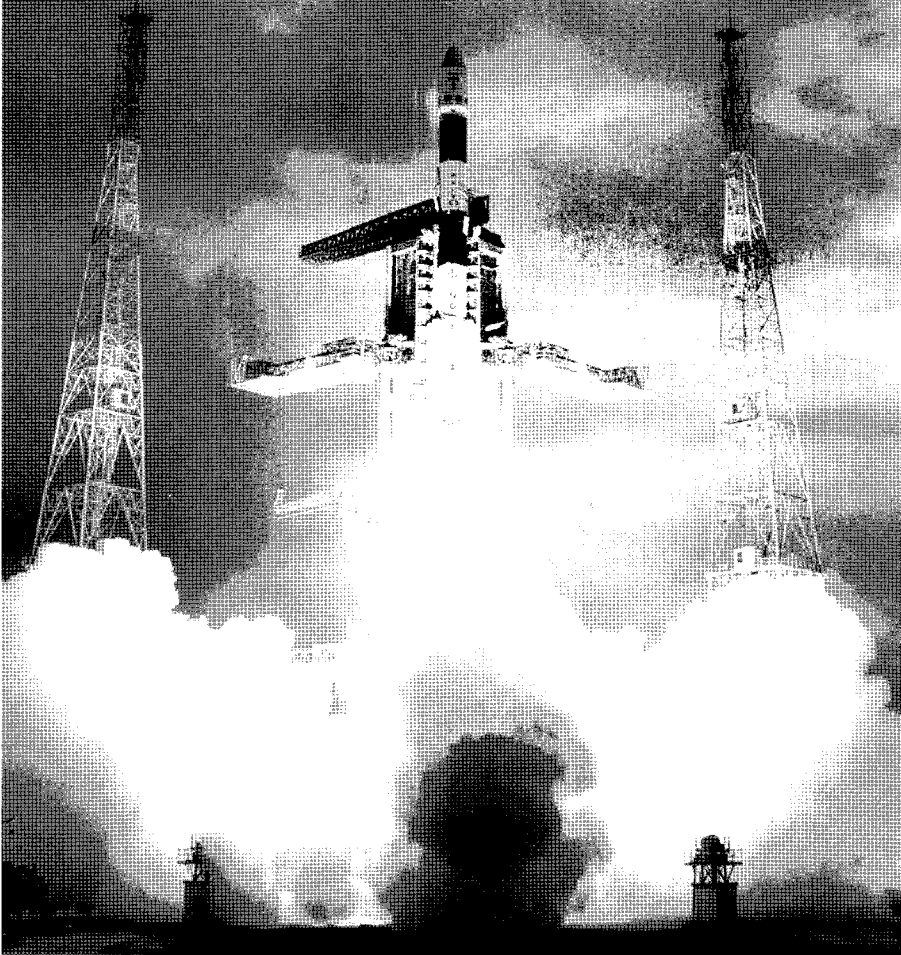


세계의 항공우주기구(10)

인도 우주연구기관

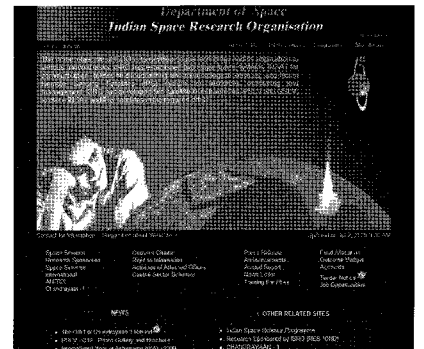
ISRO



미국과 러시아, 유럽연합과 중국의 틈바구니 속에서 나름대로의 독자적인 우주개발 정책을 추진하고 있는 국가가 있다. 바로 인도다. 인도는 방대한 국토와 자원, 우수인력 그리고 저렴한 인건비를 바탕으로 국제협력과 독자개발을 병행하며 독보적인 기술력을 갖추고 있다. 인도의 우주개발은 우주성 및 우주위원회의 계획에 따라 인도 우주연구기관(ISRO : Indian Space Research Organization)이 총괄, 수행하고 있다. 인도의 모든 우주 개발 및 연구에 대한 업무를 총괄하는 국가기관인 인도 우주연구기관에 대해 알아본다.



ISRO	
설립	: 1969년 8월 15일
본부	: Antariksh Bhavan, New BEL Road, Bangalore, India
기관장	: G. Madhavan Nair (Chairman)
주요시설	: Satish Dhawan Space Centre
예산	: 650억 루피(미국 13억 달러) (2008년 기준)
웹사이트	: http://www.isro.org



ISRO 홈페이지

ISRO의 탄생

인도의 우주개발을 논함에 있어 절대 빠져서는 인물이 바로 비크람 사랍하이 박사(Dr. Vikram Sarabhai)다. 그는 인도 우주개발의 아버지로 불린다. 그는 1962년 인도 국립 우주연구위원회(INCOSPAR : The Indian National Committee for Space Research) 회장으로 추대됐다. 그리고 INCOSPAR의 탄생은 인도가 본격적인 우주개발에 참여했음을 알리는 역사적 신호탄이 됐다. 사실 우주탐사 및 개발에 대한 인도인들의 관심은 과거에도 높았으나 본격적으로 추진되게 된 직접적인 계기는 1957년 소련의 스푸트니크 발사 성공의 영향이 가장 크다. 소련의 성공을 통해 인도 역시 위성발사체를 사용한 본격적인 우주개발이 가능하다고 판단했기 때문이다. 1960년대부터 인도는 소련과 밀접한 관계를 유지하며 우주개발에 박차를 가했다. 또한 소련과의 협력을 통해 원자력 관련 기술도 발전시켰다. 이러한 노력의 결과로 얻어진 성과를 체계적으로 관리하기 위해 우주과학기술센터(SSTC : the Space Science and Technology Centre)가 출범했다. 1967년에는 인도의 위성 시스템 프로젝트(ISSP : the Indian Satellite System Project)를 통해 실험 위성 통신 지구 정거장(ESCES :



인도 우주개발의 아버지 비크람 사랍하이 박사

Experimental Satellite Communication Earth Station)이 Sriharikota기지 설치됐다. 그리고 최종적으로 현재의 인도 우주연구기관(ISRO)이 1969년 비크람 사랍하이 박사에 의해 만들어 졌다. 이후 인도의 우주 개발 업무는 ISRO에 의해 통제될 정도로 강력한 권한과 추진력을 갖추게 됐다.

ISRO의 비전 및 목표

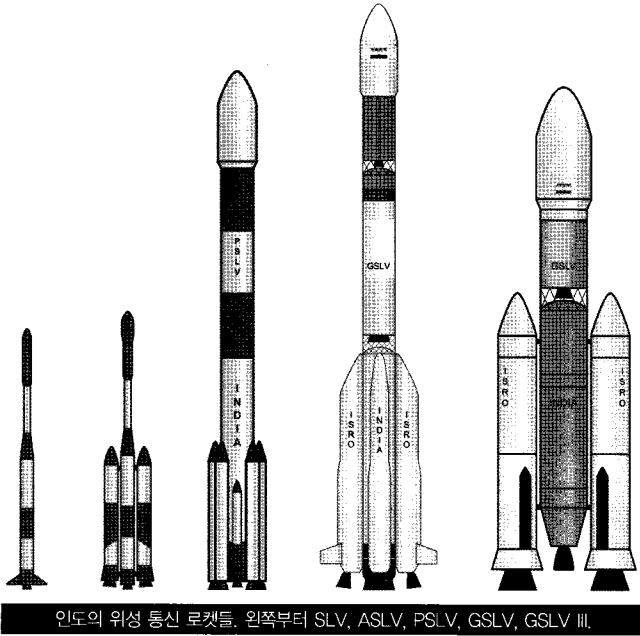
현재 ISRO의 가장 중요한 목표는 인도의 우주개발을 선도하고 각종 사업을 기획·추진·관리하는 것이며 이를 통해 궁극적으로 인도의 국력을 우주에까지 확장하는 것이다. ISRO 운용의 기본 골격은 인도 우주개발의 아버지로 불리는 비크람 사랍하이 박사의 비전을 바탕으로 하고 있으며 그의 뜻을 구현하는데 모든 노력을 집중하고 있다. 인도 경제의 성장에 맞춰 우주 개발 역시 활력을 얻고 있으며 우주개발을 위한 다양한 발사체와 우주기술이 인도인의 손으로 완성되고 있다. 그 결과 인도는 자국 기술로 위성을

궤도에 진입시킬 수 있는 발사체 및 위성기술을 갖춘 몇 안 되는 국가 중 하나가 됐다. 특히 ISRO는 개발된 우주기술을 바탕으로 상업용 기술로 전환하는데도 매우 높은 관심과 다양한 활동을 펼치고 있다. 일례로 1992년 ISRO의 100% 자회사 Antrix사가 설립되어 위성제조, 발사 서비스, 지구관측, 통신, 우주개발 컨설팅 등의 내용을 포함하는 광범위한 상업 우주 서비스를 전개하고 있으며 가시적 성과를 거두고 있다. 앞으로도 ISRO는 비크람 사랍하이 박사의 비전을 구현하고 인도의 국력을 우주로까지 확장하는데 앞장 설 것이다.

ISRO가 개발한 위성 발사체들

인도의 자체 위성 발사체 개발은 1960년대부터 본격적으로 시작됐다. 인도의 정치적, 지정학적, 경제적 이유 때문이었다. 그 결과 제 1단계로 1960년대부터 1970년대까지 SLV로 불리는 위성 발사 운반체(Satellite Launch Vehicle)를 자체기술로 성공적으로 완성했다. 인도는 1980년 국산로켓 SLV-3으로 35kg급 과학위성 Rohini(RS-1)을 궤도에 진입시키는데 성공하고 독자적 위성 궤도 진입 능력을 갖춘 국가로 당당히 인정받았다. 위성 발사체 기술 개발이 더욱 진전을 보이면서 1980년대에는 보다 성능이 강화된 ASLV(Augmented Satellite Launch Vehicle)를 개발하는데 성공했다. 인도는 ASLV를 사용해 1992년 SROSS-C 위성 발사에 성공했다.

이후 액체산소 및 액체수소 엔진 개발을 통해 PSLV(Polar Satellite Launch Vehicle)을 완성하게 된다. PSLV-D1으로 불리는 최초의 PSLV는 1993년 발사에서 실패했으나 문제점을 보완한 2호기가 이듬해 발사되어 중량 800kg급 IRS P2를 817km 궤도에 진입시키는데 성공했다. 이후 1996년 PSLV-D3가, 1997년에는 PSLV-C1이 IRS를 발사하는데 성공했다. 1999년에는 PSLV-C2로 IRS-P4, 우리나라의 KITSAT-3, 독일의 DLR-Tubsat 이상 3개의 위성을 궤도에 진입시키는데 성공했다. 2001년에도 PSLV-C3로 ESA의 선진 소형기술 위성 PROBA, 기술 실험 위성 TES, 독일 관측위성 BIRD 이상 3개의 위성을 궤도에 진입시키는데 성공했다. 2002년에는 PSLV-C4로 1톤급 정지 위성 METSAT-1을 최초 발사하는데 성공했다. 전 세계에서 가장 저렴한 발사 비용으로 위성 서비스를 제공하고 있는 것이다. 한편 GSLV(Geosynchronous Satellite Launch Vehicle), GSLV III 등 보다 대형의 위성체를 운반할 수 있는 로켓을 순차적으로 개발해 실제 위성 발사에 사용하고 있다.



인도의 위성 통신 로켓들. 왼쪽부터 SLV, ASLV, PSLV, GSLV, GSLV Mk III.

ISRO의 주요 위성 발사체들

1 Satellite Launch Vehicle(SLV)

인도가 가장 처음으로 완성한 위성 발사체다. 보통 SLV 또는 SLV-3라는 약칭으로 더 많이 알려져 있다. 4단계 고체 연료 방식으로 발사되며 경로켓으로 분류한다. 500km 고도까지 40kg급 위성체를 운반할 수 있으며 1979년 최초 발사됐고 1982년 마지막 발사가 이루어 졌다.

2 Augmented Satellite Launch Vehicle(ASLV)

기존 SLV의 성능을 더욱 개량한 위성발사체로 최대 150kg급 위성체를 운반할 수 있으며 5단계 고체연료 방식을 취하고 있다. 1980년대 초 ISRO의 주도하에 정지 궤도에 위성을 진입시킬 수 있는 기술을 확보하기 위해 개발됐다. 최초의 발사시험은 1987년 실시됐고 1988년과 1992년 그리고 1994년에 각각 3번의 추가 발사시험이 이루어졌다. 그러나 기술적 완성도가 미흡하여 단 2번만 성공했고 PSLV로 발전해 가는 과도기적 위성 발사체로 분류된다.

3 Polar Satellite Launch Vehicle(PSLV)

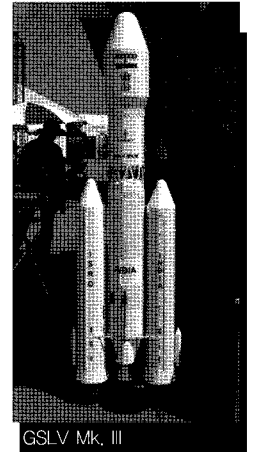
1톤급 극궤도 위성을 위한 4단식 위성 발사체다. 사실 인도에서 PSLV를 완성하기 전까지 상업용 극궤도 위성 발사능력은 러시아만 유일하게 갖춘 기술로 평가받아왔다. 2008년 4월까지 다양한 극궤도 위성 및 정지궤도 위성을 궤도에 진입시켰는데 그 숫자가 30대에 이른다. 이 중 14개의 위성이 인도의 것이며 나머지 16개는 다른 국가의 것으로 인도가 만든 PSLV의 기술적 완성도를 반증한다. 한편 PSLV는 10개의 위성체를 한 번에 발사한 기록도 갖고 있는데 이것은 그간 러시아가 자랑 하던 위성체 최대 발사 기록을 크게 갱신하는 것이었다.

4 Geosynchronous Satellite Launch Vehicle(GSLV)

2.5톤급 정지 궤도 위성 발사를 위한 위성 발사체다. 현재까지는 인도에서 완성한 위성 발사체 중 가장 대형을 자랑한다. 2001년 4월 1톤급 실험용 통신위성 발사에 최초 성공한 이후 2003년 GSLV 2호기로 정지위성 발사에 성공했다. 또한 2004년에는 최초의 실용위성 EDUSATDML 발사에도 성공했는데 무게가 무려 1950kg에 이른다.

5 Geosynchronous Satellite Launch Vehicle Mark-III(GSLV Mk III)

현재 인도가 개발 중인 위성 운반체 중 가장 대형이다. 현재 ISRO는 최대 5톤급 저궤도 위성을 GSLV를 사용해 궤도에 진입시키는 방안을 연구 중인데 그 주인공이 바로 GSLV Mk. III다. 현재 기본 설계를 완료했으며 각 서브시스템과 발사 설비를 설계하고 있다. 2010년 첫 발사를 준비하고 있다.

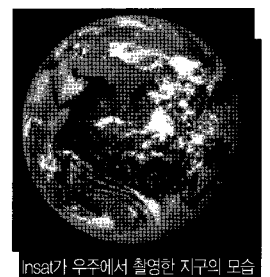


GSLV Mk. III

ISRO의 주요 위성체

1 통신·기상 위성

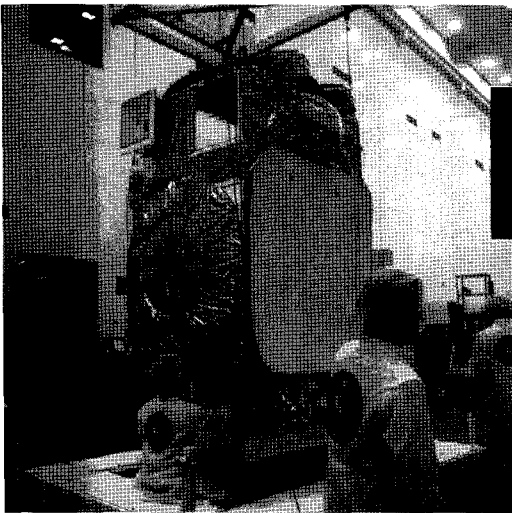
인도의 통신 및 기상위성은 1975년부터 1년간 NASA의 위성 ATS-6을 사용하여 TV 수신 실험을 실시한 것을 최초로 본다. 이후 독일과 프랑스 공동 작업에 의한 통신실험이 1977년부터 2년간 실시되었고 1981년에는 Ariane I 형으로 최초의 국산 통신실험위성 APPLE을 발사해 각종 통신 실험을 실시했다. 이러한 경험을 바탕으로 통신·방송·기상의 다목적 임무 수행이 가능한 실용위성 Insat-1을 FACCS에 발주하여 1982년 이후 총 4대를 발사했다. 또 이동체 통신을 추가한 차세대 Insat-2 1992년 발사한 2A부터 1999년 발사한 2E까지 총 5대를, 보다 성능을 개량한 Insat-3도 총 5대가 발사됐다. 현재 7대가 계획되어 있는 Insat-4는 2005년부터 순차적으로 발사되고 있으며 12 하이파워 Kuqosem 트랜스 폰터를 갖추고 인도 최초의 Direct-To-Home TV 방송에 핵심 역할을 하고 있다. 한편 국산 실험 통신위성 Gsat-1이 스리하리코타 발사장에서 GSLV로 2001년 발사됐으며 2003년 Gsat-2, 2004년 교육용 정지 통신 위성 Gsat-3의 발사에도 성공했다. 인도 최초의 기상위성 METSAT-1은 2002년 발사됐다.



Insat가 우주에서 촬영한 지구의 모습

2 원격 탐사 위성

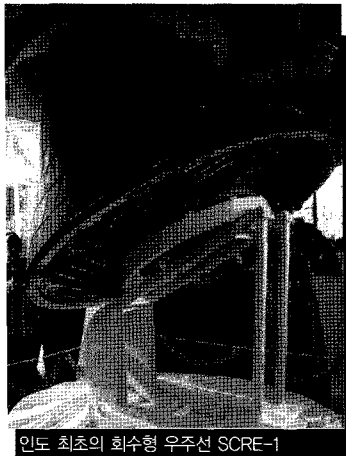
국산 극궤도 리모트센싱 위성 IRS-1A와 1B를 각각 1988년, 1991년에 소련 로켓으로 발사하는데 성공했다. 이후 IRS-1C, 1D, P2, P3, P4를 연속해서 발사했으며 P3 이후는 국산 PSLV를 사용해 궤도에 진입시키고 있다. 최근에는 해상도 10~2.5m급 IRS-P5, P6를 개발했고 IRS-P6를 2003년 발사했다. IRS-P9으로 불리는 환경감시 위성도 개발 중이다. 2001년에는 PSLV를 사용해 분해능력 1m급, 고도 500km 궤도를 순회하는 기술 실험 정찰 위성 TES(Test Evaluation Sat)의 발사에 성공, 고해상도 위성 화상 기술을 가진 국가 중 하나가 됐다. 2005년에는 분해능력 2.5m급, 주사폭 30km의 판크로매틱센서를 탑재한 CARTOSAT-1을 PSLV-C6로 발사했으며 2007년에는 분해능력 1m급, 주사폭 10km의 판크로매틱센서를 탑재한 CARTOSAT-2를 PSLV-C7으로 발사했다.



인도가 쏘아 올린 원격 탐사 위성 중 하나인 Insat-1B

3 과학위성

인도 최초의 달 탐사위성 Chandrayaan-1을 올해 PSLV로 발사할 예정이다. 530kg급 달 탐사위성에는 ESA, 불가리아, NASA로부터 제공받은 관측기기를 탑재하게 된다. 또한 2007년 11월 러시아 우주청과 Chandrayaan-2의 탐사에 상호 협력한다는 내용의 합의문서에 서명했다. 2011년 발사를 목표로 개발에 박차를 가하고 있다. 한편 인도 최초의 회수형 우주선 SCRE-1(Space Capsule Recovery Experiment)가 2007년 1월 CARTOSAT-2 및 다른 2대의 소형위성과



인도 최초의 회수형 우주선 SCRE-1

함께 발사되어 마이크로 G 하에서 금속 재료의 재결정 실험 등을 수행하고 궤도상에 12일간 임무를 무사히 완수한 뒤 지구에 귀환하는데 성공했다.

4 항공위성

2006년 인도 최초의 IRNSS(Indian Regional Navigation Satellite System) 즉 측위위성 시스템의 개발이 정부에서 승인되어 ISRO가 본격적인 작업을 진행하고 있다. IRNSS는 7대로 구성되며 인도 전체 국토를 커버할 예정이다. 현재 인도의 주요 국가 전략사업 중 최우선 사항으로 진행되고 있다.

ISRO의 국제협력

인도 ISRO는 약 20개 국가와 우주협력에 관한 각서를 교환하고 국제 협력에도 적극적인 모습을 보이고 있다. UN-COPUOS, COSPAS-SARSAT, CEOS 등 우주에 관련된 국제기관에서도 주요 역할을 맡고 있다. 이것은 역설적으로 우주개발 분야에서 인도의 영향력 즉 국력이 그만큼 강력해 졌다는 반증이다. 인도는 2대의 러시아 GLONASS 위성 발사에도 서로 협력하고 있으며 2005년에는 프랑스 EADS Astrium사와 출력 4kW급, 중량 2~3t급 통신위성 개발 및 운용에 상호 협력한다고 발표했다. 참고로 프랑스와 인도가 함께 개발 중인 위성은 ISRO의 INSAT 플랫폼에 EADS Astrium의 통신 페이로드를 결합한 형태를 띠고 있다. 이 협력의 결과 ISRO는 2006년 Eutelsat용 통신위성 W2M 및 ESA용 통신위성 Hylas를 수주하는데 성공했다. ⑥

ISRO의 주요 연구시설

시설명	위치	기능
Physical Research Laboratory	Ahmedabad	천체 물리학 및 태양행성 물리학 등
Semi-Conductor Laboratory	Chandigarh	반도체 기술 연구 및 개발 등
National Atmospheric Research Laboratory	Chittoor	대기 및 우주과학 기초 응용분야 연구
Raman Research Institute (RRI)	Bangalore	천체 물리학 및 천문학 등 물리학 RRI 수행 선택 분야 연구
Space Applications Centre	Ahmedabad	우주기술 실용화에 따른 행정법 및 관련제도 마련, 검토, 위성 기반 통신 및 기상 환경 감시 등