

로켓추진과 우주여행

2009. 5. 12.

서울대학교 기계항공공학부
윤영빈 교수

내용



로켓의 역사

우리나라 로켓 개발사

우주여행



로켓의 역사



Chinese soldier launches fire-arrow

로켓 (Rocket) 이란 ?

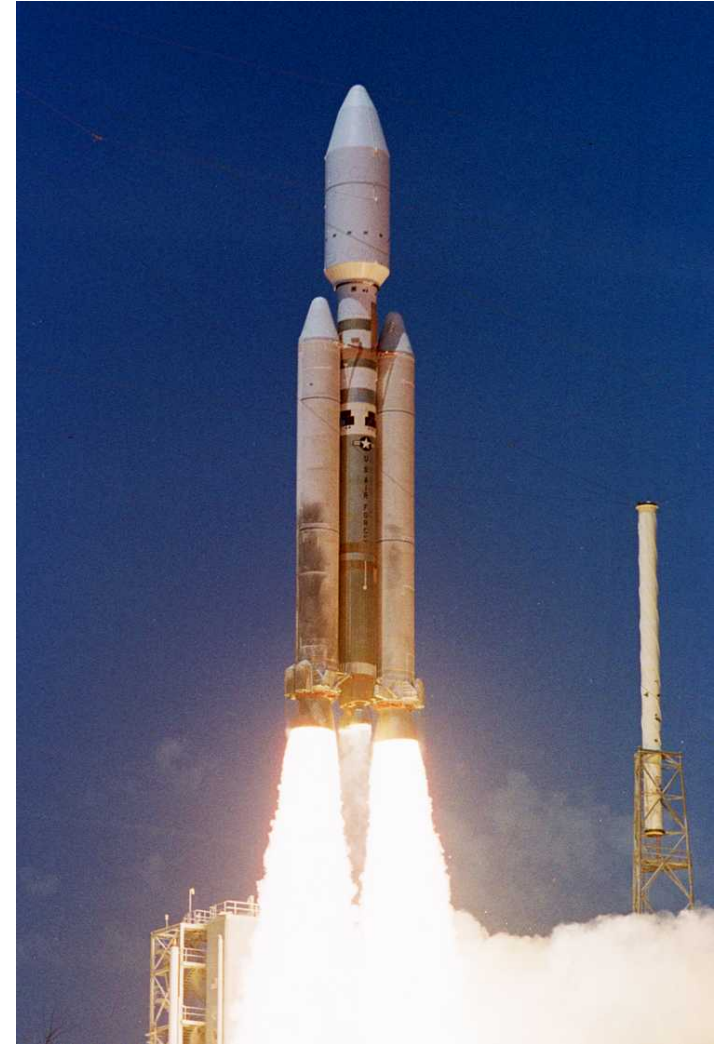


어 원

- “Rocchetto”는 ‘작은 실감개’ 뜻의 이탈리아어

로켓이란?

- **고온 고압의 가스**를 발생·분출시켜 그 반동으로 **추진**하는 장치
- 연료로서 연소에 필요한 **산소**도 함께 가지고 있어 대기권 밖에서도 추진 가능

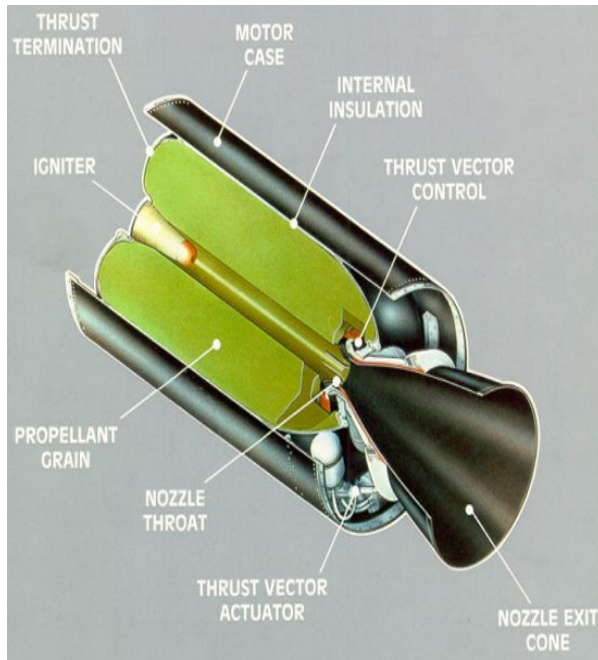


TITAN IV B-27

로켓의 종류

고체로켓

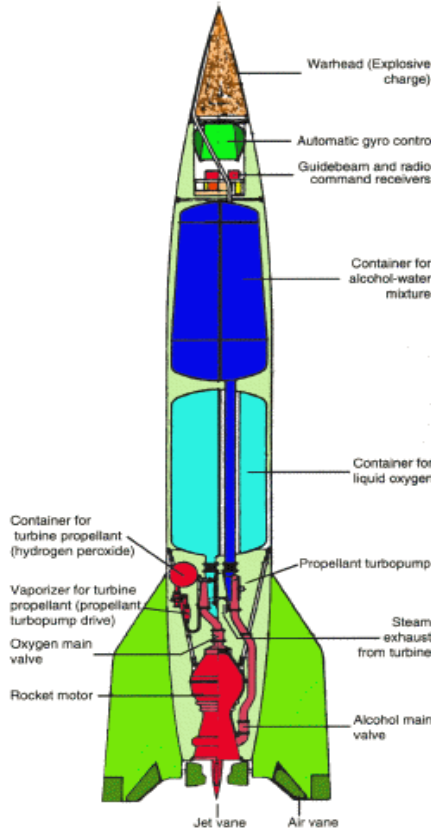
- 고체 연료



고체 로켓 구성

액체로켓

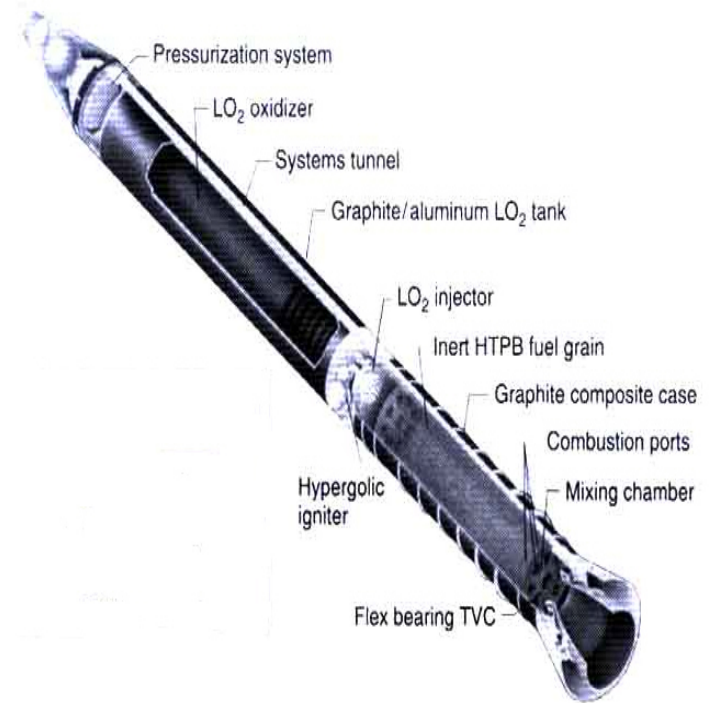
- 액체 연료



액체 로켓 구성

하이브리드로켓

- 고체 연료 + 액체 산화제



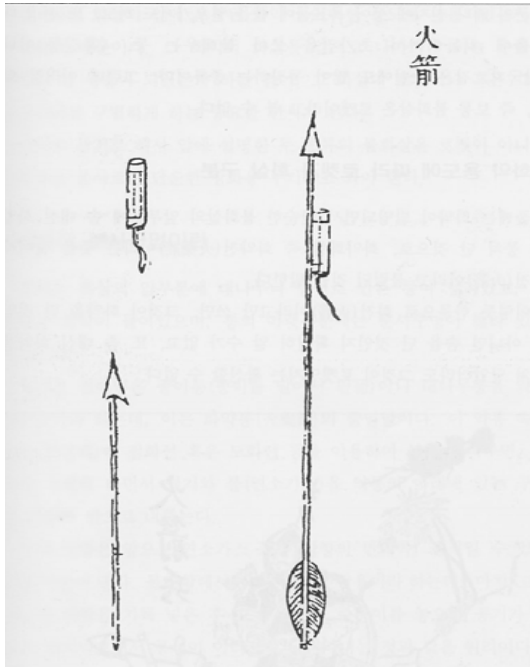
하이브리드 로켓 구성

로켓의 역사



중국의 '화전' (1040년경)

- 일명 불화살
- 로켓의 시조



화전

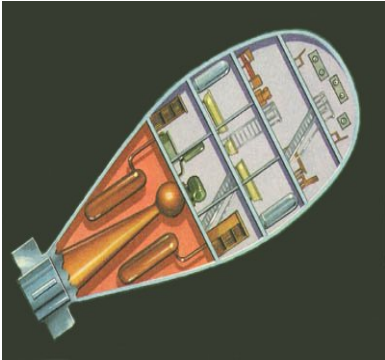
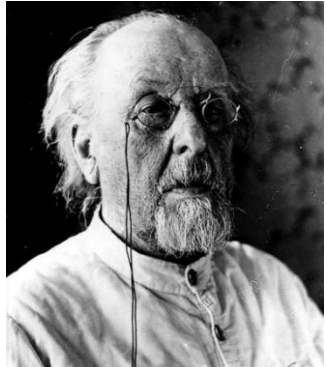
중국의 “비화창” (1230년경)

- 문헌상 가장 오래된 로켓
- 금나라의 몽고 대전용
- 화약을 사용



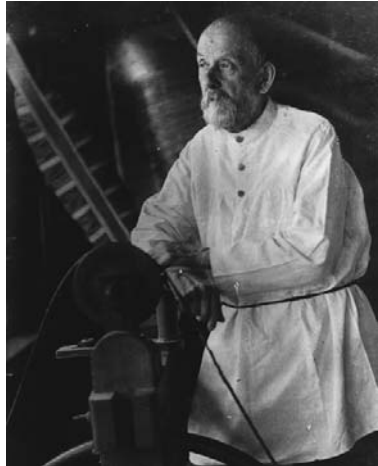
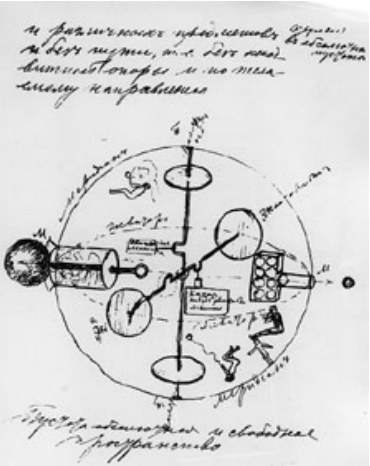
비화창 장전 모습

지올코프스키 (러시아)



- **Konstantin Eduardovitch Ziolkovsky (1857-1935)** : “Father of Cosmonautics and Human Space Flight”

- 로켓 공학 이론의 선구자
- 로켓 운동의 가장 큰 원리인 반작용에 의한 비행을 착상
- 우주 여행을 체계적으로 정립
- “*Rocket Equation*” 정립 (1898)
- 액체 산소와 수소를 이용한 로켓의 원리 발표 (1903)
- 인공 중력을 얻기 위한 공전하는 우주정거장 고안
- 우주복 고안
- 무중력상태에서의 수면, 식사 등의 문제 제안

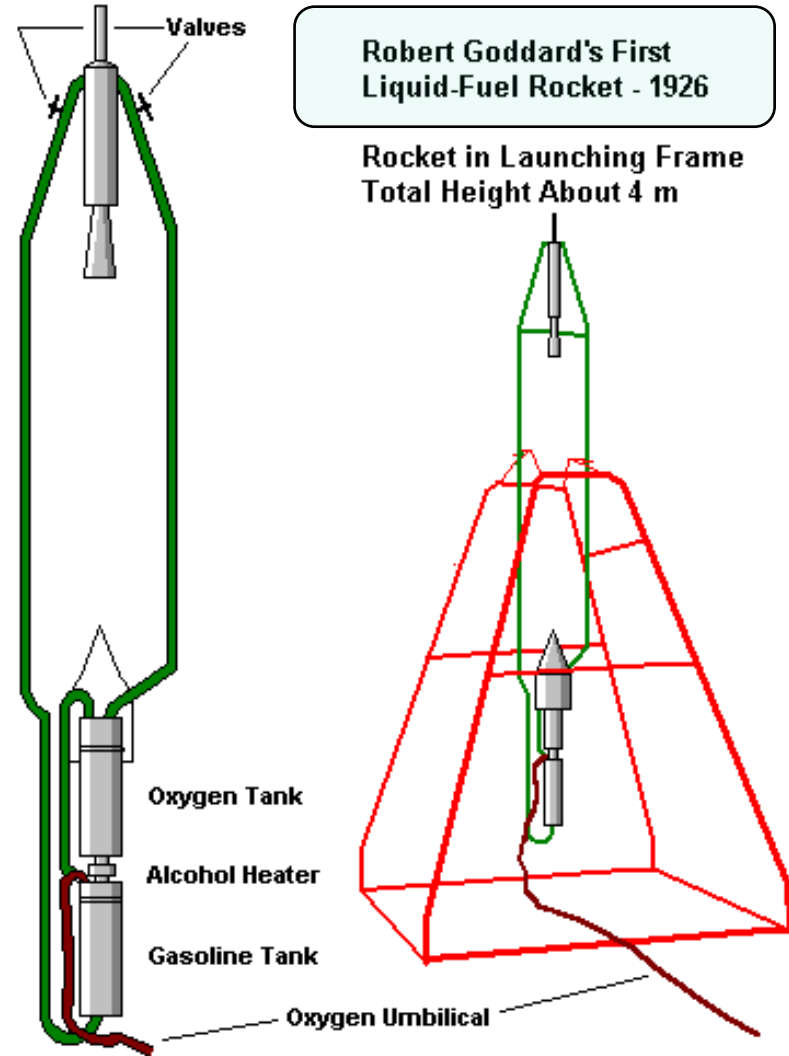


고다드 (미국)

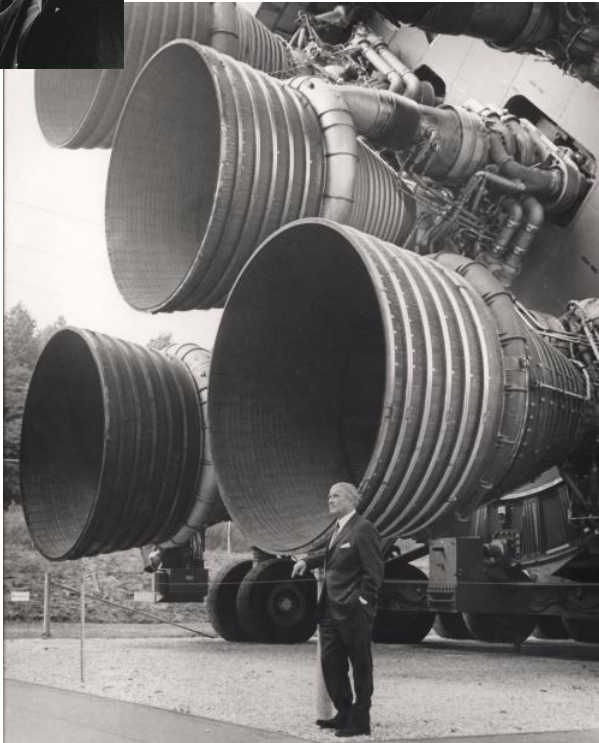


- **Robert Goddard (1882-1945)**
 - 독자적인 로켓 개발
 - “다단 로켓” 개발로 달에 갈 수 있음을 주장 (1920)
 - NewYork Times의 비판을 받음
 - Apollo 11 달 착륙 성공 후 NewYork Times의 공식 사과 (1969)
 - 세계 최초의 액체연료 로켓 발사 (1926)
 - 음속보다 빠른 로켓 개발 (1935)

고다드 (미국)



폰 브라운 (독일)



- **Wernher Von Braun (1912-1977)**
 - 독일우주여행협회 가입 (1929)
 - 액체산소 이용한 연료로 로켓발사 (1931)
 - 독일 로켓 개발 프로젝트 책임자 (1932)
 - 첫 탄도 미사일 발사 V-2로 개량 (1942)
 - V-2 로켓, 첫 실전 발사 (1944)
 - 독일의 패망 직후 미국으로 투항 (Paperclip 작전)

117명의 연구진, V-2로켓 100기, 트럭 300대 분의 자료
 - Saturn Rocket (미국) 개발

V-2 로켓 (독일)



V-2 ROCKET

- 폰 브라운 박사 주축
- 1932년 ~ 1942년
- 현대적 액체로켓
- 우주개발에 중대한 역할

V-2 로켓 시험 발사 장면

동서 냉전시대



미국과 소련의 우주 전쟁



미국의 주피터-C 로켓

소련 [1957. 10.] : Sputnik 1호 (최초의 인공위성)



미국 [1958. 1.] : Explorer 1호 (두번째 인공위성)



미국 [1958. 10.] : NASA 설립



소련 [1961. 4.] : Gagarin - 세계 최초의 유인 우주 비행 (Vostok-1호)



미국 [1961. 5.] : Sheppard - 두 번째 유인 우주 비행 (Mercury-3호)



미국 [1961. 5.] : Apollo 계획 발동

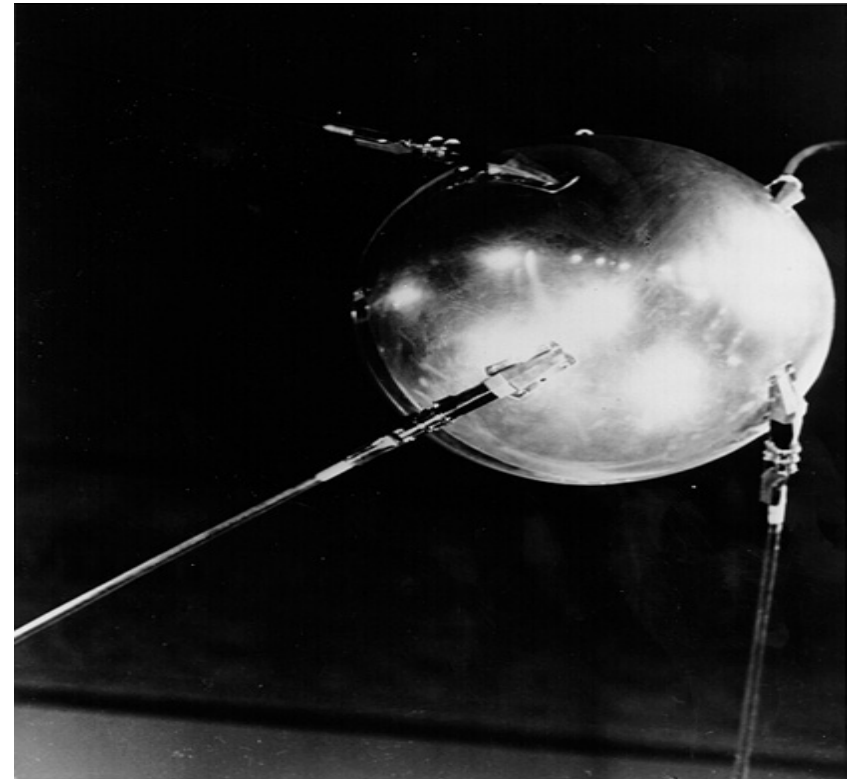
Sputnik 호 (러시아)



스푸트니크

- 세계 최초의 인공위성
- 1957년 10월 4일 발사

Sputnik 1호	
무 게	86.3kg
직 경	58cm
위 치	근지점 : 228km 원지점 : 947km 주기 : 96.2분 적도경사 : 65.2°
모 양	4개의 안테나가 달린 금속구
탑재물	라디오 송신기 2개



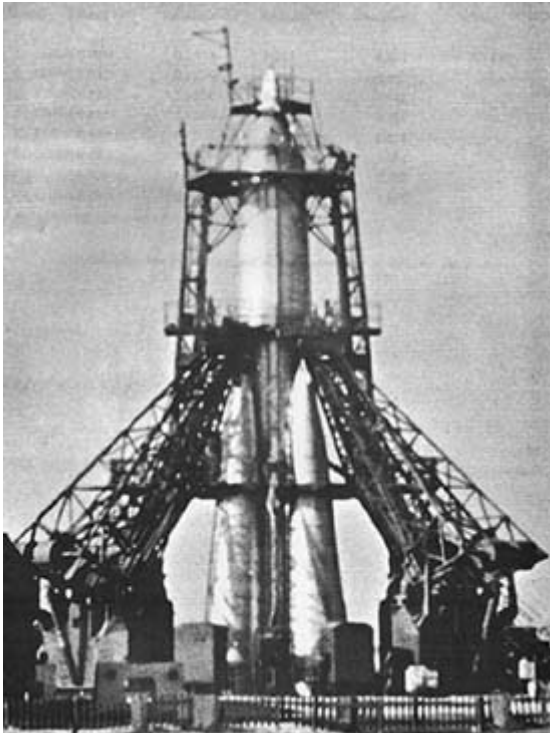
스푸트니크 1호

세르게이 코롤로프 (러시아)



- **Sergey Korolyov (1907-1966)**

- 구소련 로켓 엔지니어의 수장
- 동서 냉전시대 구소련의 로켓개발 주도 (1950-1960)
- 유도탄 로켓모터 개발에 공헌
- 스푸트니크 1호 발사 성공 (개발 책임자)
- 스푸트니크, 보스토크 프로젝트 담당자



John F. Kennedy (미국)



아폴로 계획 발표 [1961. 5. 25.]



NASA에서의 케네디



연설문을 낭독하는 역사적 순간

Kennedy's Speech

“I believe this Nation should commit itself to achieving a goal before this decade is out, of landing a man on the Moon and returning him safely to the Earth.”

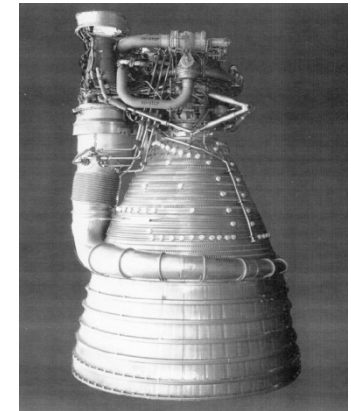
SATURN 로켓 (미국)



- 목적 : 아폴로 계획
- 1962.1. 폰 브라운 지휘하에 개발 착수
- 1967.11. 새턴 5 로켓 발사 성공
- 1969.7.16 인류 최초 유인 달착륙 성공
- 구성 : 3단 로켓
- 인류 역사상 가장 강력한 발사체



발사대로 옮겨지는 새턴 로켓



F-1 엔진

: 세계 최대의 액체 추진 엔진



아폴로 계획에 참여한 새턴 로켓들

Space Shuttle (미국)



우주왕복선 (Space Shuttle)



Columbia호

- 우주개발 예산 절감
- 재사용 가능
- 구성 : 궤도선
고체 추진제 (2)
외부탱크
- 1981. 4. 발사 성공
- 국제 우주정거장 이동 수단



우주왕복선 발사장면

부란 (Buran, 러시아)



개발 및 비행 결과

- 1980년 제조 시작
- 1984년 실물 크기 시험기 제작,
대기권 내 비행실험 실시
- 실제 우주왕복선은 1988 제작 완료
- 11월 15일, 처음이자 마지막으로
우주 궤도 비행 실시
- 생명유지장치 점검 미완료로 인해
컴퓨터 자동조종으로 고도 256km에서
궤도를 2번 돈 뒤 3시간 25분만에 착륙



발사 준비중인 부란 Space Shuttle

Soyuz 로켓 (러시아)



개발 및 활용

- 1966년 개발
- 1980년대 초반에는 연간 60여대 생산
- 세계 최다 발사 횟수 (1700회 이상)
- 저비용, 높은 신뢰성으로 상업적 사용에 적합
- 최신형 소유즈/ST (소유즈-2) 개발
 - 디지털 유도 시스템 적용
- 2003년 2월 ~ 2005년 7월 사이에는
국제우주정거장(ISS)와의 유일한 수송수단

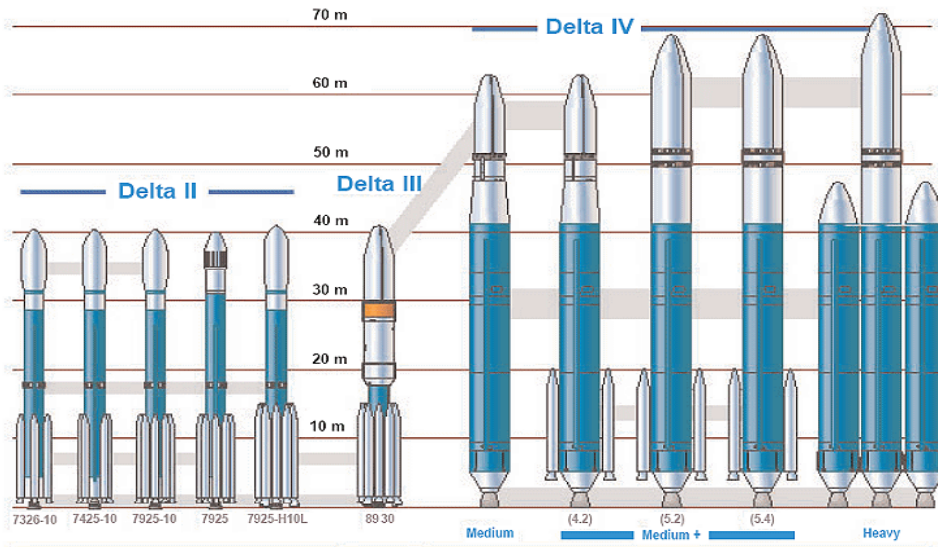


소유즈 발사 장면

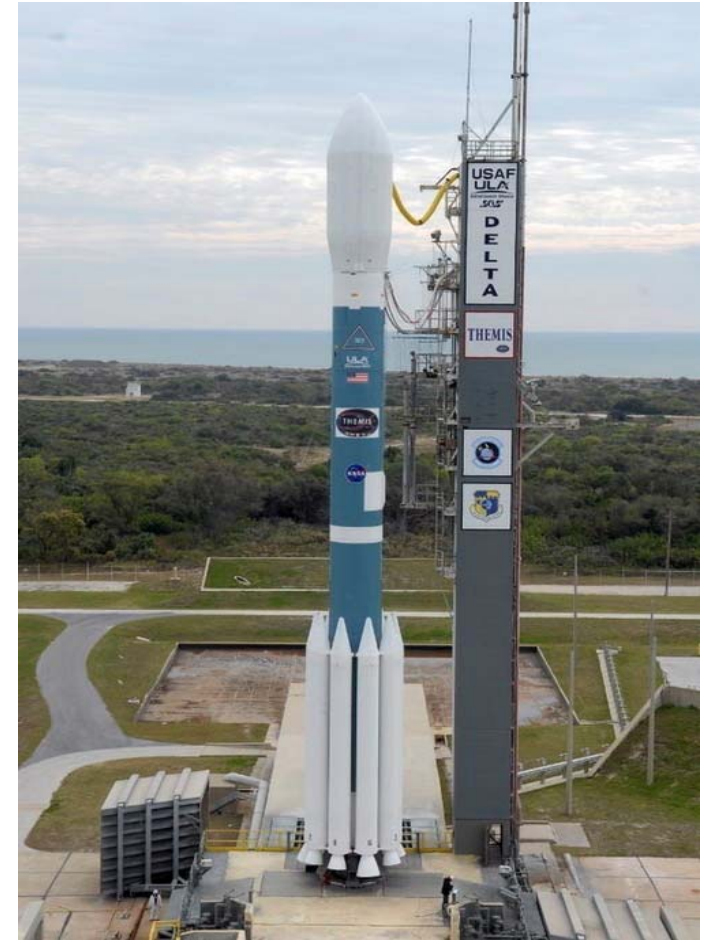
Delta 로켓 (미국)



- 기존 12개 로켓의 기술 이용, 1959년 개발
- 최초 발사 : 1960년 5월 13일
- 델타 계획에 따라 200회 이상 발사됨
- GPS용 위성인 NAVSTAR 발사
- 지속적으로 개발, 활용할 계획



Delta family



Delta II 로켓

Ariane 로켓 (유럽)



- 프랑스 주도하 **ESA / CNES**에서 개발,
Arianespace사 운용
- 유럽 **10**개국 참여
- **1979**년 첫 발사 성공
- 세계 최대 상업 위성 발사 로켓
- 현재 **Ariane 5**까지 개발

Ariane
Family



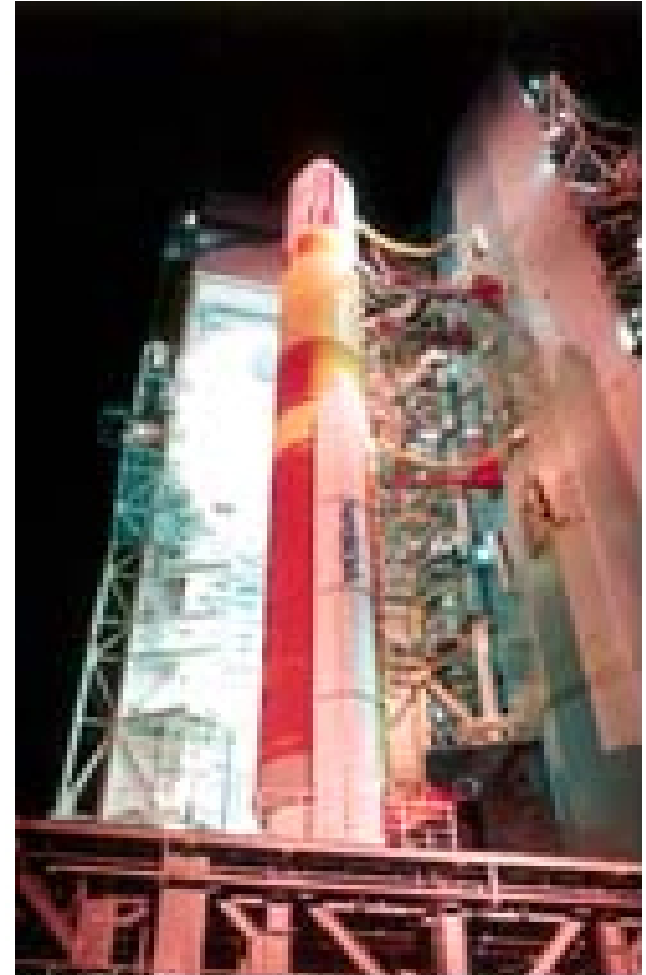
Ariane-5 로켓 발사

H-2 로켓 (일본)



H-II 로켓의 탄생 (1994. 2.)

- 10년의 개발 기간, 자주기술
- 1단 엔진 : 액체 수소와 액체 산소를 추진제 (LE-7 엔진 사용)
- 2단 엔진 : H-I 에 사용한 (LE-5A 엔진)
- 총 중량 260톤을 발사 가능
→ 위성 중량 약 2톤



발사를 기다리는 H-2로켓 1호

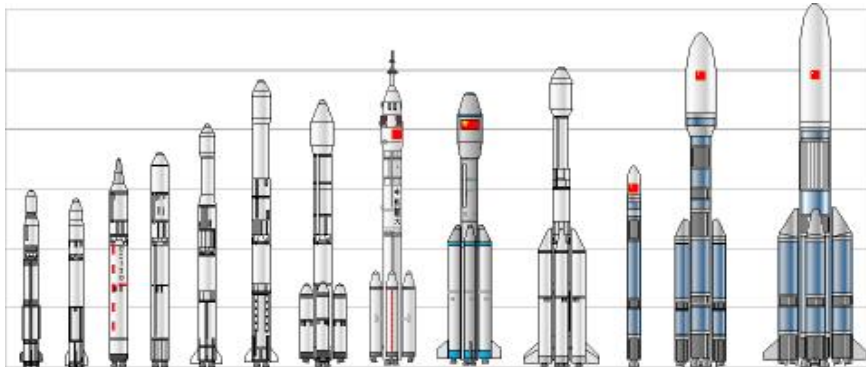
장정 로켓 (중국)

첸쉐센 박사

- 1955년 미국에서 귀국
- 핵심 로켓 기술 보유

장정 로켓

- 1970년대부터 개발



장정 로켓의 개발사



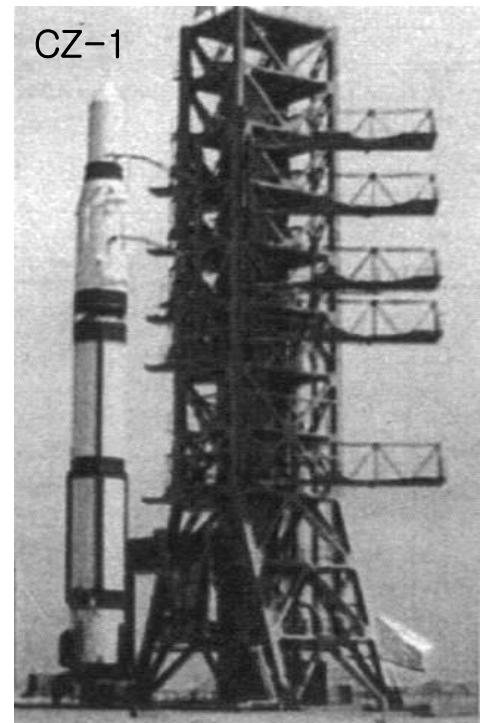
장정 로켓 발사 장면

첸 쉘셴 (중국)



첸 쉘셴 박사 (1909-)

- 캘리포니아 공과대학 박사학위 (1938)
- 캘리포니아 공과대학 교수로 있으면서 초음속 및 제트추진기를 연구
- 제2차 세계대전 중 미국 국방과학위원회 미사일조 주임, 전쟁 후 독일 미사일 설비 조사대 책임자
- 과학문서를 휴대하고 중국으로 가려다가 미국 이민국에 의해 구금, 후에 보석 (1950)
- 중국 귀국, 중국과학원 역학연구소를 창설 (1955)
- 핵물리연구소 역학연구소장 (1964)
- 핵미사일 실험 지휘, 국방과학위원회 부주임 (1966)
- 중국 인공위성 제작 책임자 (1970)



선저우호 (중국)



선저우 5호

- 2003년 10월 15일 발사
- 중국 최초 유인 우주선
- 세계 3번째 유인 우주선
- 양리웨이 탑승



양리웨이



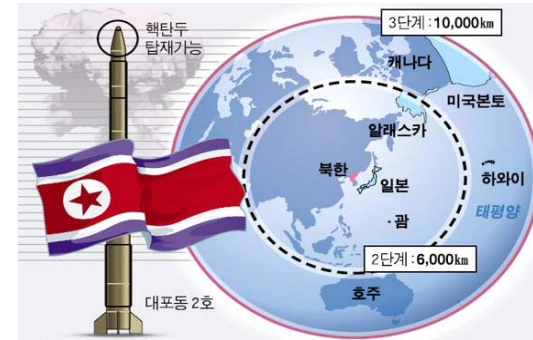
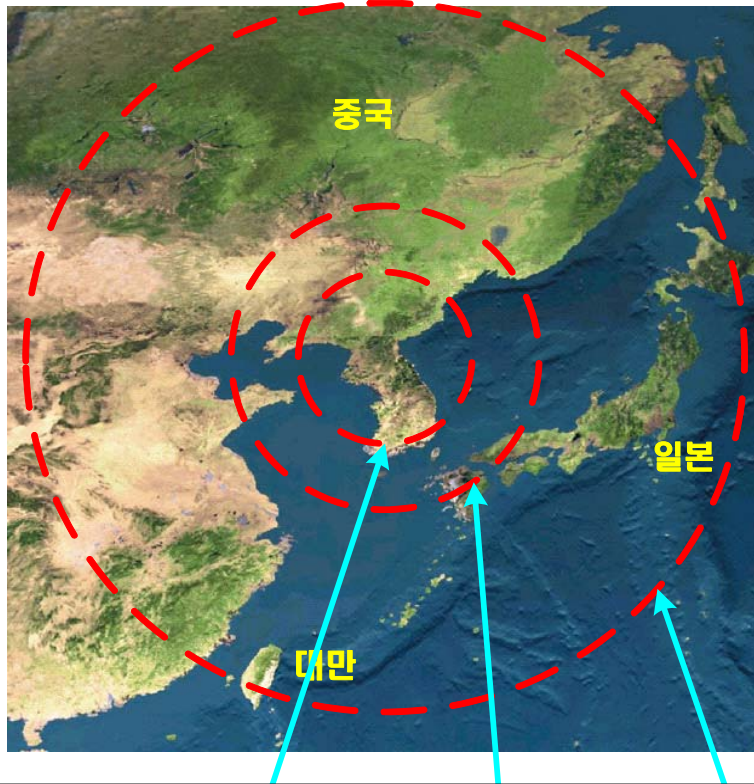
선저우 6호 (2005. 10. 20)

러시아, 미국에 이어 3대 우주강국으로 진입

해외자본 유치 폭등 → 경제 성장에 이바지

국제적 이미지, 국제 경쟁력 강화

대포동 (북한)



	스커드 B	스커드 C	노동 1호	대포동 1호	대포동 2호	대포동 2호 개량형
사거리 (km)	340	500	1300	2200~2900	4300~6000	5400~6700
추진장치	1단(액체연료)	1단(액체)	1단(액체)	2단(액체+고체)	2, 3단(액체+고체)	2, 3단(액체+고체)
배치여부(년도)	실전배치(1981)	실전배치(1989)	실전배치(1999)	시험발사(1998)	개발중 (추정)	개발중 (추정)

[자료: 외신종합, 조선일보, 한국일보]



우리나라 로켓 개발사

K-1 백곰 / K-2 현무



K-1 백곰

- 1978년 개발
- 사정거리 180km
- 구형 흑색화약 추진제



< K-1 백곰 >

K-2 현무

- 1986년 양산
- 사정거리 180km(개량형은 300km)
- 무연화약 추진제



< K-2 현무 >

KSR-I (과학로켓 1호)



- 다른 이름 : KSR-420
- 대기 상태, 오존 농도, 로켓 온도, 연소실 온도 측정
- 1993. 6. 3. 서해안 안흥시험장에서 발사
- 1단 고체추진 로켓
- 96.3초 후 최대고도 39km에 도달

전장	6.72m
무게	1.410ton
지름	0.42m
단수	1단
추력	-
연소시간	18초
도달고도	50km
발사각도	70°
비행시간	188 초
비행거리	77.1km
최대속도	1100m/s
최대가속도	-



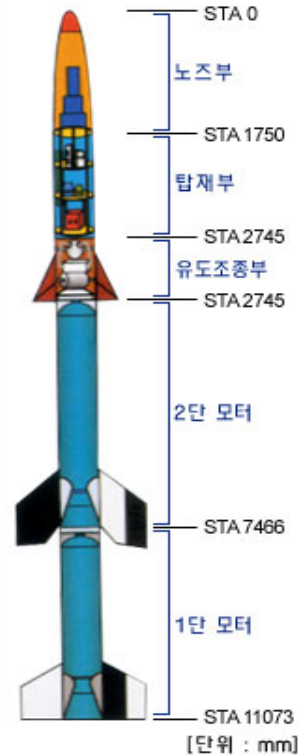
<KSR-I 발사 장면 >

KSR-II (과학 로켓 2호)



- 제원 : KSR-I과 유사
- 1998. 9. 1. 발사
- 112.5초 후 최대고도 49.4km 도달
- 213초 동안 101.3km 비행
- 대한민국 상공 오존층 농도 측정

▪ 탑재중량	: 150KG
▪ 도달고도	: 137.2km (발사각각 79도)
▪ 지상거리	: 123.9km (발사각각 79도)
▪ 비행시간	: 365초
▪ 길이	: 11.10m
1단	: 3.6m
2단	: 7.5m
▪ 직경	: 0.42m
▪ 총 중량	: 2.02톤
탑재중량포함	: 2.02톤
1단	: 0.77톤
2단	: 1.25톤
▪ 추진제중량	: 423kg
1단	: 423kg
2단	: 582kg
▪ 연소시간	: 9초
1단	: 9초
2단	: 20초
▪ 최대추력	: 22.7톤
1단	: 22.7톤
2단	: 15.8톤
▪ 최대속도	: 1550m/sec(30.8초)
▪ 최대가속도	: 12.6g(3.6초)



< KSR-II 제원 >

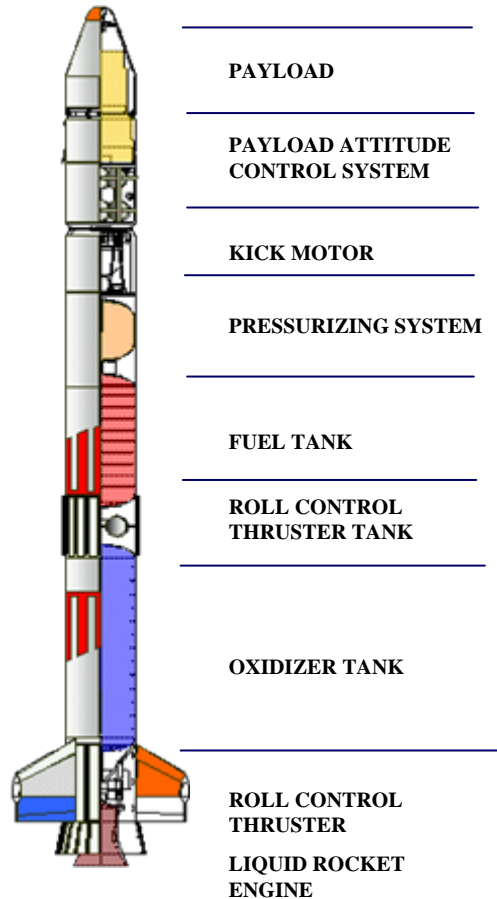


< KSR-II 발사 장면 >

KSR-III



- 국내 최초 액체추진로켓
- 발사 : 2002.11. 28.
- 총 연구비: 780억원
- 가압식 액체추진 과학로켓
- 관성항법장치(Pegasus급)
- 추력벡터제어
- 총중량: 6 ton
- 총길이/직경: 14 m, 1 m
- 추진제: Kerosene/Lox



< KSR-III 구조 >



< KSR-III 제작 >

KSR-III 발사장면 (동영상)



KSLV-I 제원

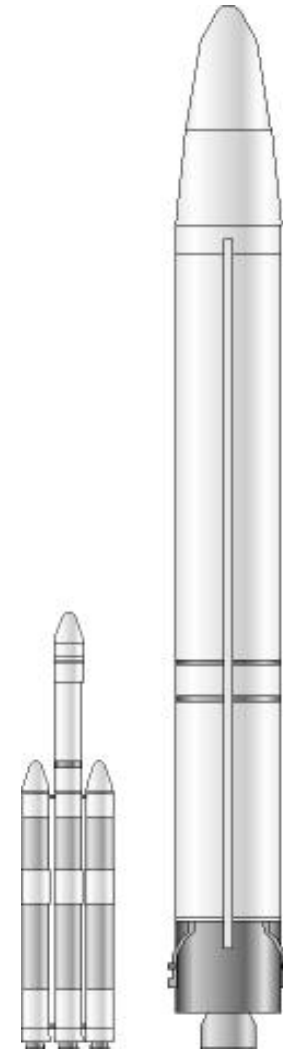


엔진 제원

- 추력 : 150 ~ 170 톤
- 크기 : 높이 32m, 직경 2.9m
- 인젝터 : 동축형
- 연료공급방식 : 터보펌프 식
- 냉각방식 : 재생냉각

엔진 개발 방식

- 러시아와 공동 개발
- 러시아 주도, 한국 참여 형태
- 발사 : 2009년

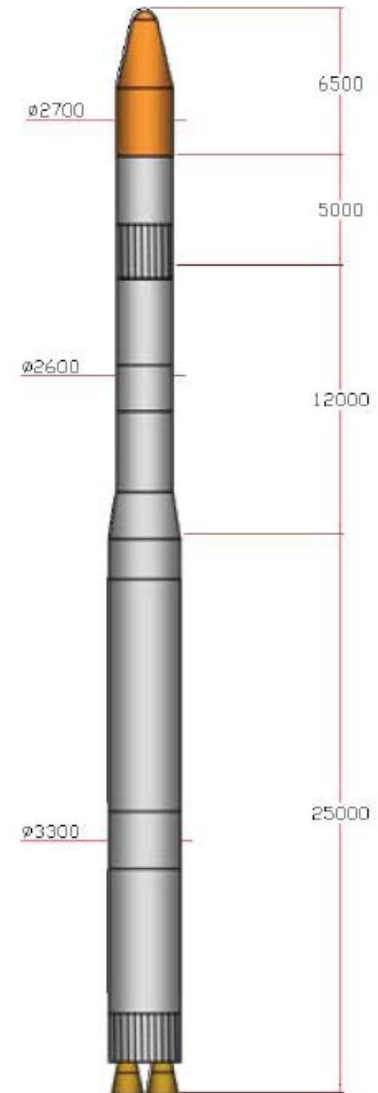


< Korea Space Launch Vehicle >

한국형 발사체 (KSLV-II)



- 목표 성능
 - 1.5톤급 실용위성을 고도 600~800 km의 태양 동기 궤도에 발사
- 개발 기간 : 2009년 ~ 2017년
- 개발안
 - 국내 개발 가능한 75톤급 엔진을 사용한 3단형
 - 구성
 - 1단 : 75톤급 엔진 4기 클러스터링
 - 2단 : 75톤급 엔진 1기
 - 3단 : 5~10톤급 엔진 1기
 - 제원
 - 이륙 중량 : 200톤
 - 직경 : 약 3m , 높이 : 약 50m



국내외 우주개발동향



세계 우주산업 매출액

구 분	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	연평균 증가율
매출액	490	550	604	737	786	861	910	1,030	13.3

억달러 (%)

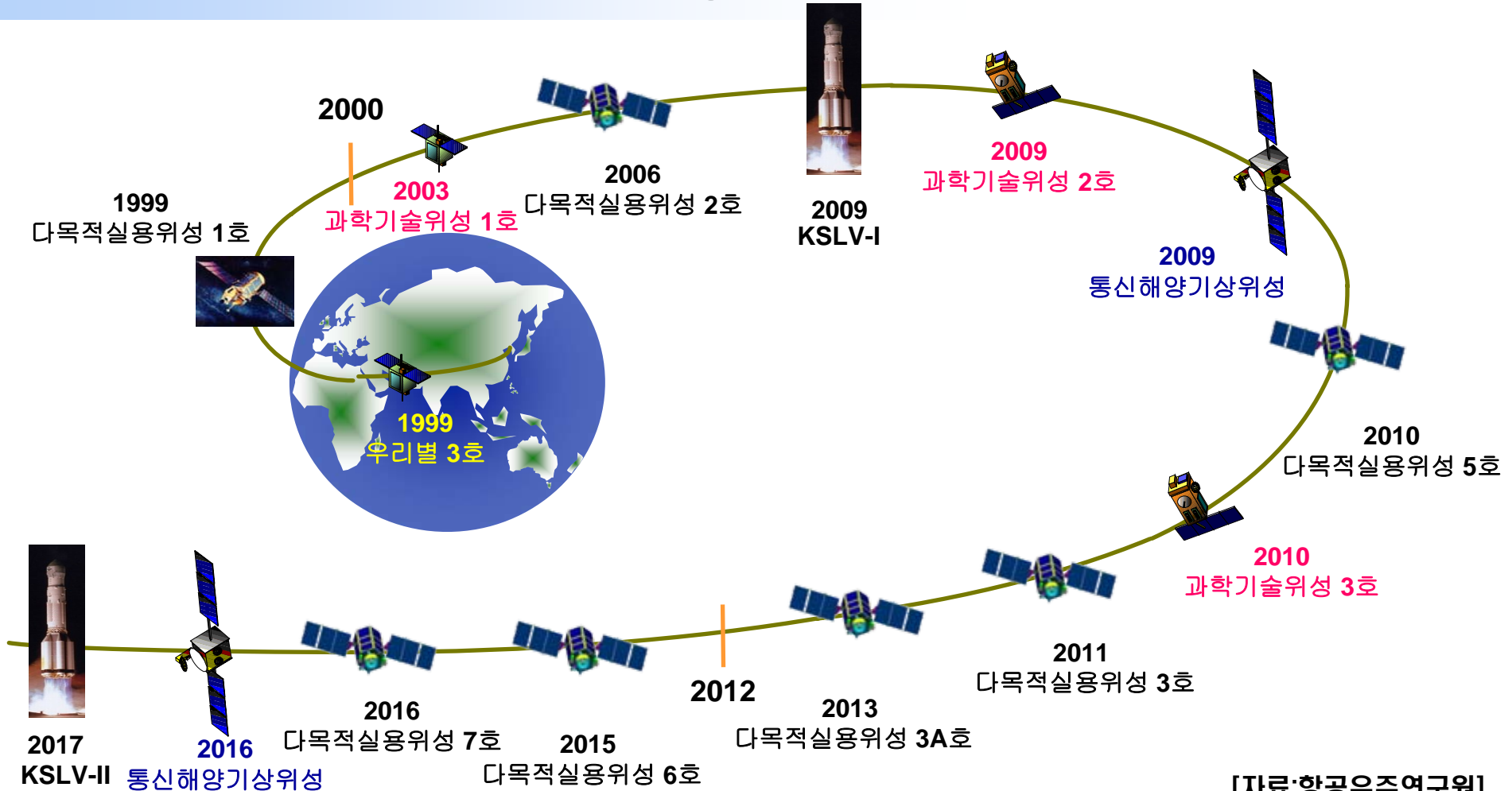
자료 : Futron Corporation(2004).

그 룹	구 분	국 가
A 그룹	자체로켓 발사능력 및 위성개발 능력 보유국가	미국, 러시아, 영국, 프랑스 일본, 인도, 중국, 이스라엘
B 그룹	위성개발 능력 보유국가	캐나다, 독일, 이탈리아, 브라질
C 그룹	부분적 로켓 및 위성개발능력 보유국가	한국, 오스트리아, 덴마크, 벨기에 핀란드, 네덜란드, 노르웨이
D 그룹	최근 연구개발 착수 국가	인도네시아, 호주, 대만

국가우주개발 진흥 기본계획



독자적 우주개발력 및 자주적 우주 운용력 확보



[자료:항공우주연구원]

인공위성 해상도 비교



다목적위성 (아리랑 1호 & 2호 & 3호) 해상도 비교

위성개발추진



KOMPSAT-1
6.6m급 해상도



KOMPSAT-2
1m급 해상도



KOMPSAT-3
80cm급 해상도

[자료:과학기술부]

최근 인공위성 사진



평양 인공위성 사진



서울 잠실 인공위성 사진

나로 우주센터



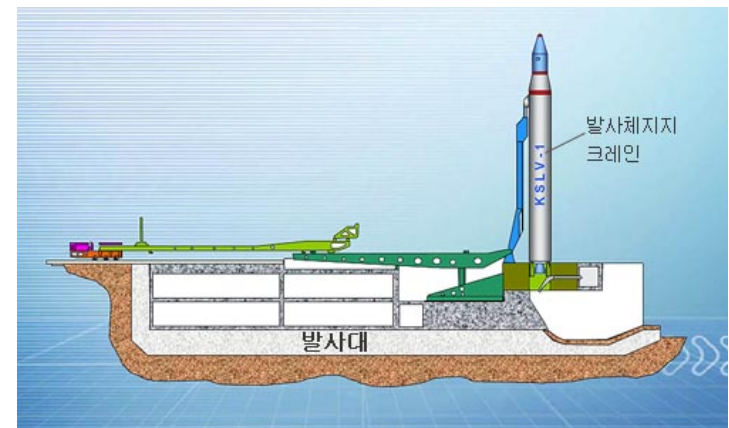
나로 우주센터

- 전라남도 고흥군 봉래면 위치
- 면적 : 150만 평(시설부지 8.7만평)
- 투자규모 : 2650억원
- 2003년 8월 착공
- 2008년 말 준공 예정



위성 발사대

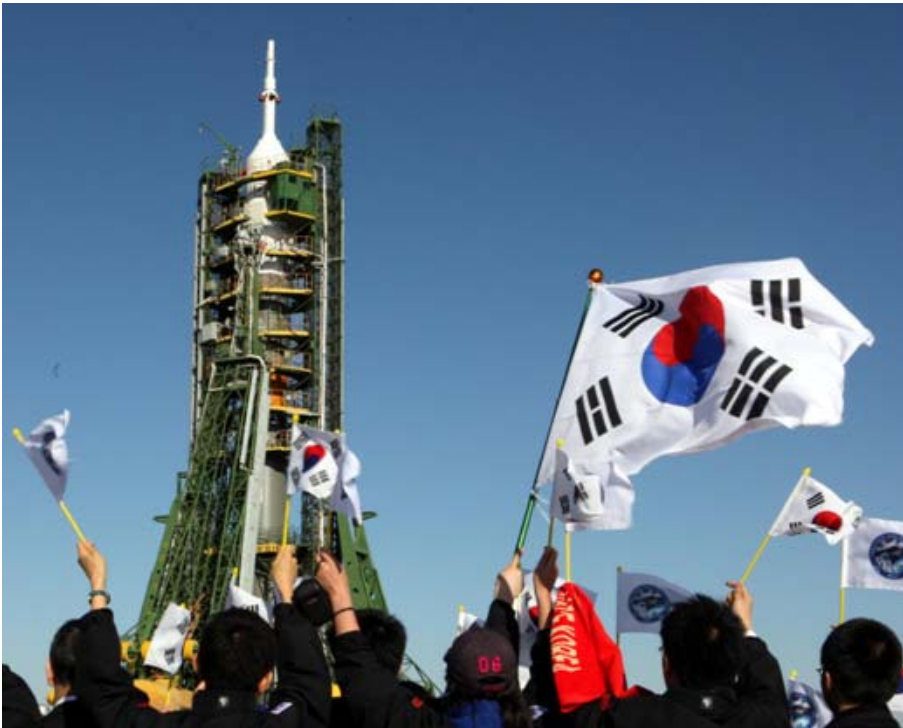
- 세계 26번째 발사장
- 공사 완료시
 - 세계 13번째 위성 발사시설 보유
 - 세계 9번째 위성 발사능력 확보



우주인 양성 계획



우주발사체



우주운송체인 소유즈 발사체 (2008. 4. 8.)

한국최초의 우주인 (이소연)



국제우주정거장 (International Space Station)



우주정거장의 역사

- 살류트 시리즈(Salyut, 러시아) : 1971 ~ 1991
- 스카이랩(Skylab, 미국) : 1973 ~ 1979
- 미르(Mir, 러시아) : 1986 ~ 2001
- 국제우주정거장(ISS) : 1998 ~

ISS 건설 진행 상황

- 미국, 러시아, 유럽연합(11개국), 일본, 캐나다, 브라질 등 총 16개국 참여
- 43개 모듈, 500ton
- 1998년 시공, 2010년 건설 완료 목표
- 1000억 달러 이상 소요 예상



International Space Station

달 탐사 계획



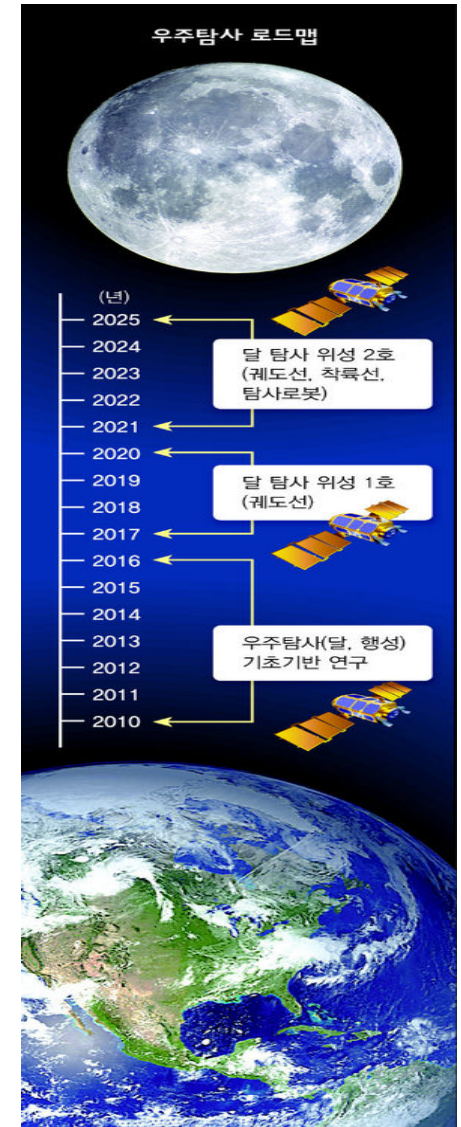
❖ 우리나라의 계획

“ 2020년에 우리나라도 달 탐사 궤도위성 1호를 쏘아 올리고 2025년엔 달 탐사 위성 2호를 쏘아 착륙선과 탐사로봇이 달 표면을 밟게 하겠다 ”

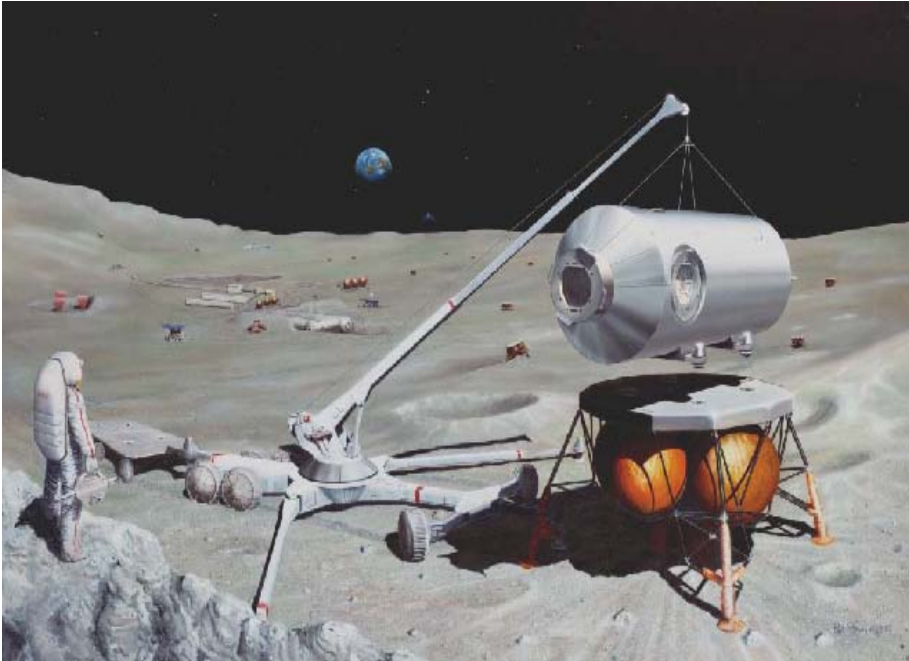
- 2007.11.20 과학기술부 “우주개발 세부 실천 로드맵”-

❖ 실천 방향

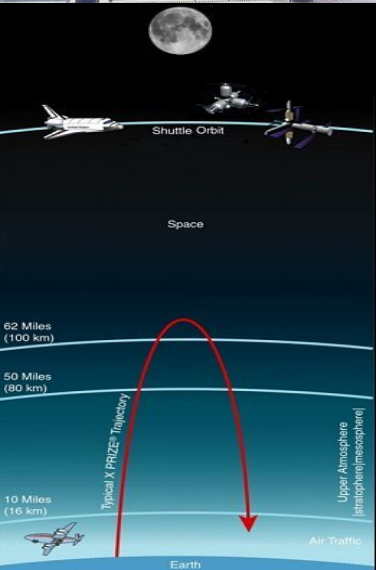
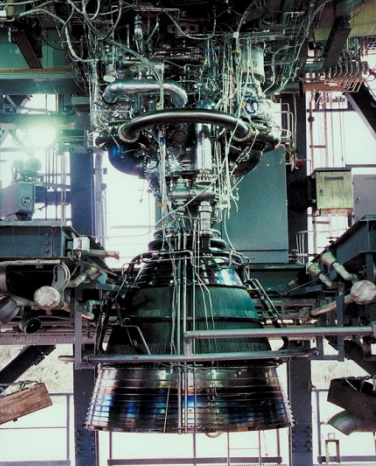
- 2010 ~ 2016 년 : 위성 기술 자립화와 우주 탐사 기초 연구를 진행
- 2017 ~ 2020 년: 달 탐사 위성 발사로 상징되는 여러 우주 탐사 프로그램 본격 추진
- 2017 년부터 : 국제 공동 우주 탐사 프로그램에 참여해 달과 행성 탐사사업 중장기로 추진
- 2026 년까지 : 우주탐사용 위성을 발사할 수 있는 ‘우주운송 시스템 발사 시설’ 구축, 달 탐사와 유인우주선에 대한 기초연구도 진행



달 탐사 목적



- 기초 과학 연구
 - 달의 토양, 암석 채취 등을 통한 우주 연구
- 자원 확보
 - 달 궤도를 돌며 광물질 등 자원에 관한 정보 수집
 - 헬륨3 : 핵융합 발전의 원료
(200만톤 매장 추정)
- 환경 조사
 - 미래의 인류 주거 가능 환경 여부 연구
 - 달의 지도 작성
- 탐사 기술 확보
 - 더 먼 행성 혹은 위성으로의 탐사 기술 확보



우주 여행



우주 여행

우주 여행 [Space Tourism]

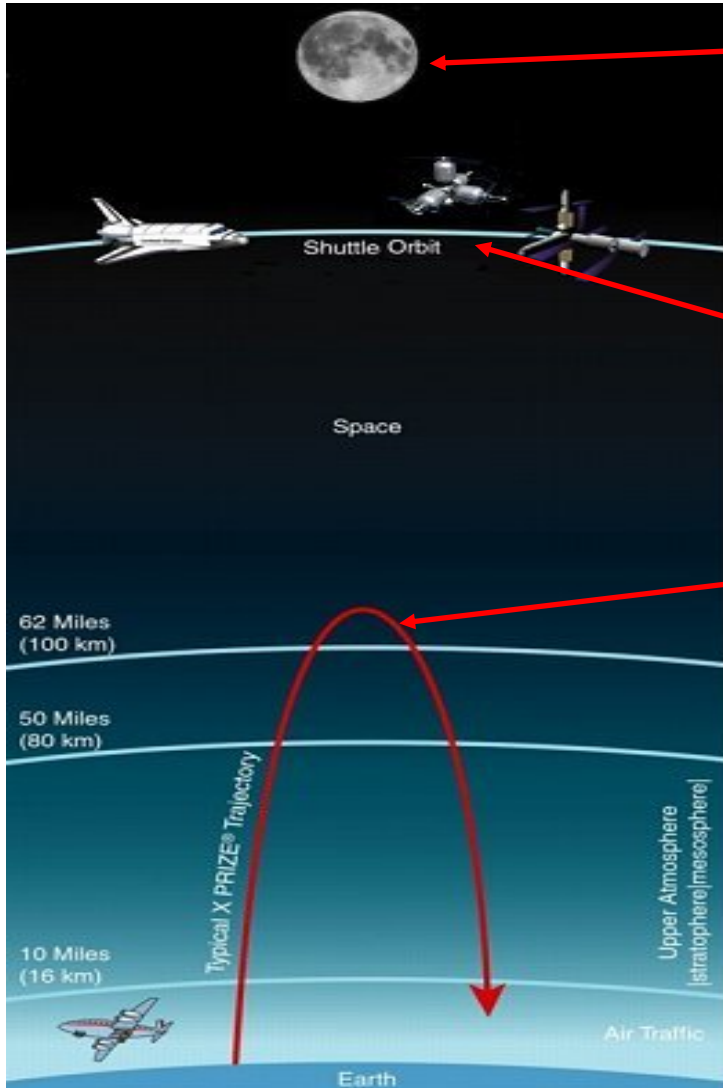
- 개인이 우주여행 가능성
- 과학 연구의 목적이 아닌 개인의 기쁨을 위한 여행
- 개인의 큰 부담 ➡ 개발 초점 : 우주로의 여행 & 저비용을 모두 충족



지구 궤도에서 본 지구 곡선

: 이 멋진 광경을 보기 위해 사람들이 우주를 여행하고 싶어한다.

우주 여행 분류



✓ 달 여행

- 달 궤도를 여행
- 소유즈호
- 티켓가격 : \$ 1억 정도

✓ 궤도 여행

- 소유즈 탑승, 국제 우주정거장에서 1주일 정도 거주
- 티켓 가격 : \$ 2,000만 정도

✓ 근궤도 여행

- 100km 정도의 고도 여행, 약 5분간의 무중력 체험
- 티켓 가격 : \$10만 ~ \$20만

✓ 초고도 제트 비행

- 36km 고도 비행, 티켓 가격 : \$ 24,000

✓ 무중력 체험

- 포물선 궤도, 30초간의 무중력 체험
- 티켓가격 : \$ 3750

우주 관광객



우주 관광객

- 5명의 고객이 소유즈를 타고 국제 우주정거장을 여행하였다.

1st



Dennis Tito
(미국)

2001. 4. 28 - 5. 6

2nd



Mark Shuttleworth
(남아프리카공화국)

2002. 4. 25 - 5. 5

3rd



Gregory Olsen
(미국)

2005. 8. 1 - 11

4th



Anousheh Ansari
(이란/미국)

2006. 9. 18 - 29

5th



Charles Simonyi
(미국)

2007. 4. 7 - 21

- 1명의 고객이 소유즈 탑승이 예약되어 있다.

근궤도 우주 여행

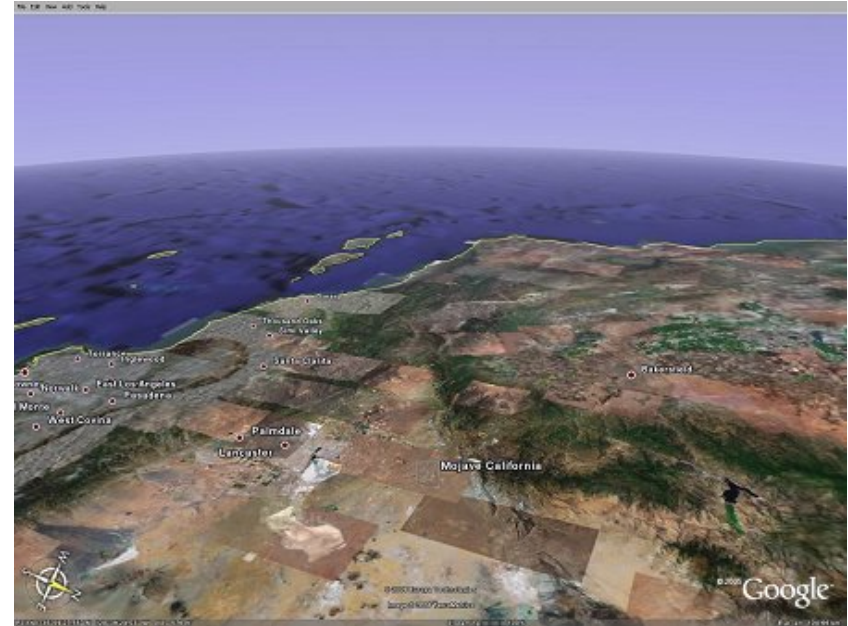


근궤도

- 100km 정도 고도의 궤도

근궤도 우주 여행

- 100km 정도의 고도의 궤도까지 비행
- 5분 정도의 무중력 체험
- 우주 공간에서의 천체, 지구의 모습 관람
- 여행비 : \$ 20만 → \$ 3만 정도 목표

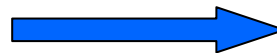


100km 상공에서의 California (Google 제공)

궤도 우주 여행

- 엄청난 비용

대중화 (상대적)



근궤도 우주 여행

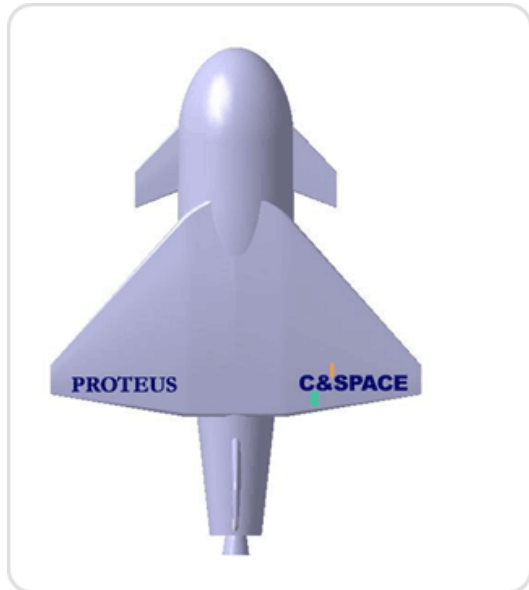
- 간결한 우주 여행
- 1/100의 비용

근거리 우주 여행 - 한국



C & SPACE

- 국내 벤처 기업
- 프로젝트 - 'Proteus'



Proteus

CHASE-10

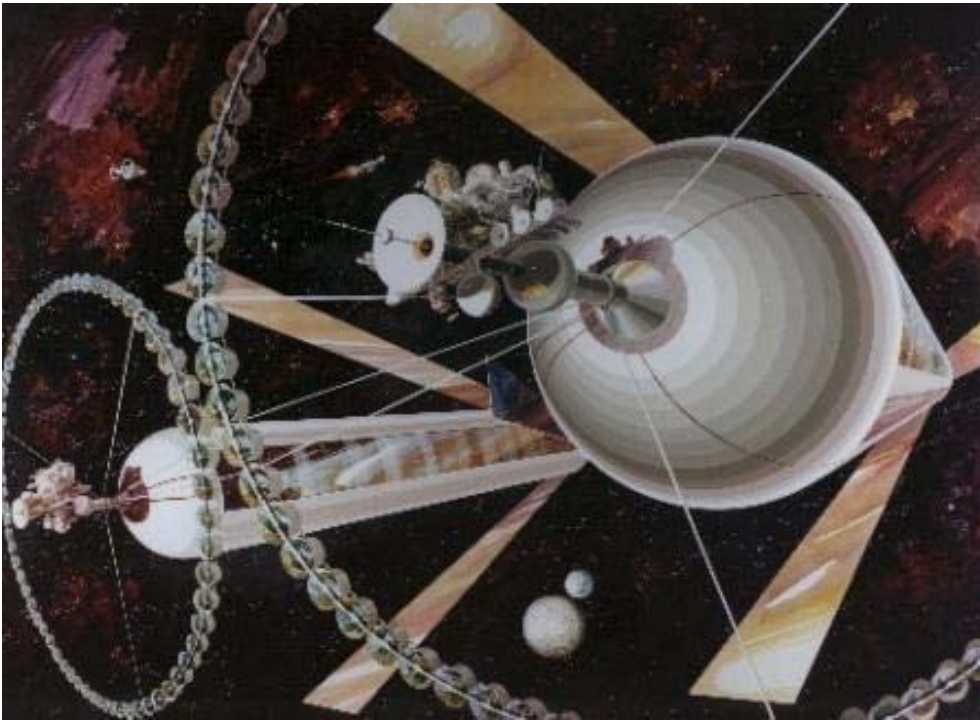
- Proteus 메인 엔진
- LNG(메탄) 엔진
- 순수 국내 기술



미래의 우주 주거지

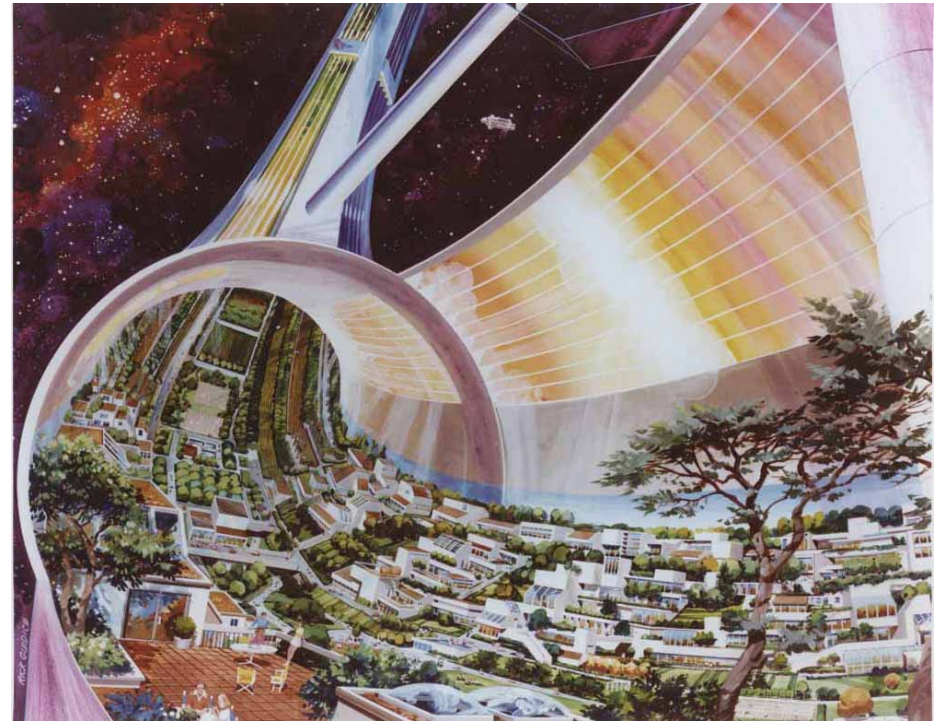


원통형 우주정거장



원통형 우주정거장의 외형

고리형 우주정거장



고리형 우주정거장의 주거지 모습