

# 과업완료보고서

한국형발사체개발사업 참여 확대를 위한 사업 지속성  
확보방안 연구 용역

2016. 12.

목 차

[붙임1] 국내·외 발사체 개발 조직 및 인력 유지 유사사례 조사 내역  
[붙임2] 우주산업 활성화 컨퍼런스 회의록  
[붙임3] 설문조사 결과

## I 사업 개요

### 1. 사업에 대한 이해

#### □ 한국형발사체개발사업 참여확대 및 지속성 확보

- 한국형발사체개발사업을 통해 우주발사체분야 독자개발을 추진하고 있는 바, 국내 관련 산업계에 기술과급 효과를 증대시켜 민간 기업을 육성하고 향후 세계 발사체 시장 진출을 위한 **산업 생태계 조성 필요**
- 우주개발의 핵심 요소인 발사체 개발에 산업계가 주도적으로 참여할 수 있도록 산업계 육성 및 자립 기반 마련을 위한 관련 사업의 지속성 확보 방안 모색
  - 국내 및 국외 발사체 개발조직 및 인력 현황 및 유지사례 조사·분석 하여 국내 발사체 현장 적용 방안 모색
  - 국내 발사체 개발 관련 산업계 의견 청취를 통한 한국형발사체개발사업 참여 지속성 확보 방안 모색

## 2. 사업의 범위

### □ 해외 발사체 개발 조직 및 인력 유지 유사사례 조사

#### ○ 국내외 문헌, 언론매체 등 다양한 경로를 통한 자료조사·분석

- 유사사례 중심의 자료 조사를 통해 발사체 개발 조직 및 인력 유지를 위한 방안을 마련하는 것을 목적으로 함
- 조사된 결과에 대한 분석을 실시하여 국내 현장 적용 방안 모색을 위한 기본 자료로 활용

### □ 국내 발사체 개발 관련 산업계 개발 역량 및 참여 저해 요인 분석

#### ○ 한국형발사체개발사업 참여 연속성 확보를 위한 산업계 의견 청취

- 산업계 컨퍼런스(간담회) 개최

### □ 사업 지속성 확보를 위한 정부정책 추진방향 및 개선방향 제시

- 한국형발사체개발 관련 산업계 역할 제고 및 현실적 참여 확대 방안 모색
- 사업 지속성 확보를 위한 정책추진 방향 및 개선방향 제시

### 3. 사업 추진 경과

- 사업 추진 일정 -

절차상 수행업무		8월	9월	10월	11월
해외 발사체 개발 조직 및 인력 유지 유사사례 조사	국내·외 자료 조사				
	국내·외 자료 분석				
국내 발사체 개발 관련 산업계 개발 역량 및 참여 저해 요인 분석	산업체 간담회 개최				
	간담회 결과 취합 및 분석				
사업 지속성 확보를 위한 정부정책 추진방향 및 개선방향 제시	정부정책 방향 및 개선방안 제시				
보고서 작성 및 제출					

## Ⅱ

### 수행내역

#### - 해외 발사체 개발 조직 및 인력 유지 유사사례 조사

#### 1. 연구 개요

##### 1) 국내·외 발사체 개발 조직 및 인력 유지 유사사례 조사

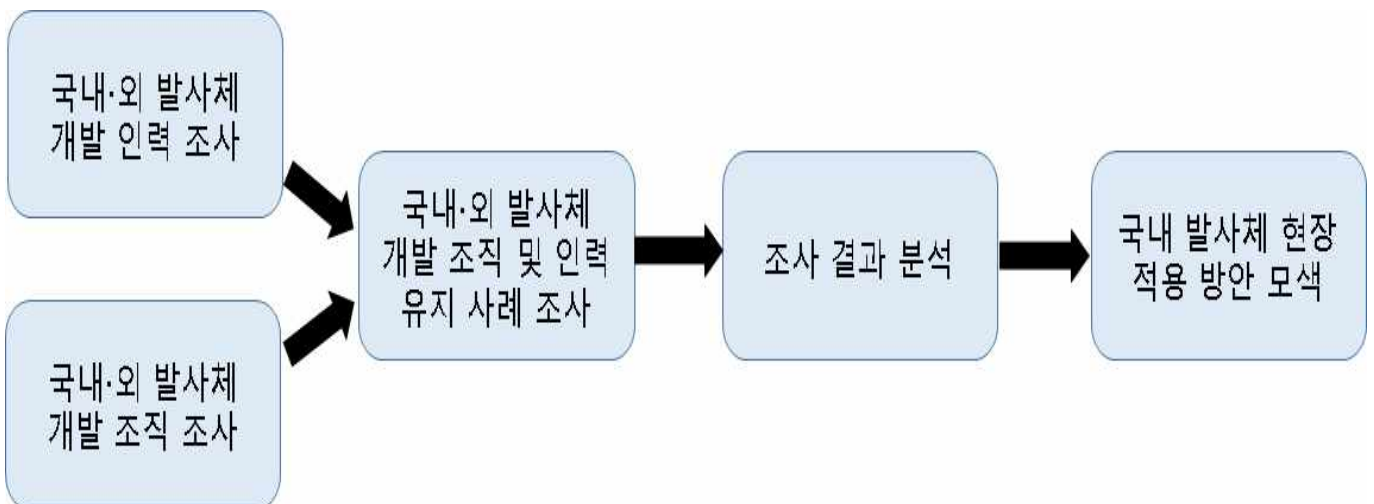
###### ○ 국내·외 문헌 등 다양한 경로를 통한 자료 조사·분석

- 유사사례 중심의 자료 조사를 통해 발사체 개발 조직 및 인력 유지를 위한 방안을 마련하는 것을 목적으로 함
- 국내·외 발사체 개발 인력에 대한 조사 실시
- 국내·외 발사체 개발 조직에 대한 조사 실시
- 국내·외 발사체 개발 조직 및 인력 유지 대한 사례 조사 실시

\* 국내·외 문헌, 홈페이지, 언론매체 등 다양한 경로를 활용한 조사

\* 조사 결과 해당 사례가 없을 경우 관련 조사 내역 첨부

- 조사된 결과에 대한 분석을 실시하여 국내 현장 적용 방안 모색을 위한 기본 자료로 활용



○ 해외 유사 사례 조사 결과에 대한 국내 현장 적용 방안 모색

- 관련 유사 사례 조사 결과가 있을 경우 이를 바탕으로 국내 현장 적용 방안 모색

\* 조사 결과 해당 내용 및 사례가 없을 경우 관련 조사 내역 첨부 및 국내 우주관련 산업체 등을 반영한 해결 방안 모색을 포함한 전반적인 발사체 산업 발전을 위한 방안으로 대체

- 한국형발사체개발사업 관련 인력 및 산업체 발사체 개발 인력 유지 방안 모색을 목적으로 함

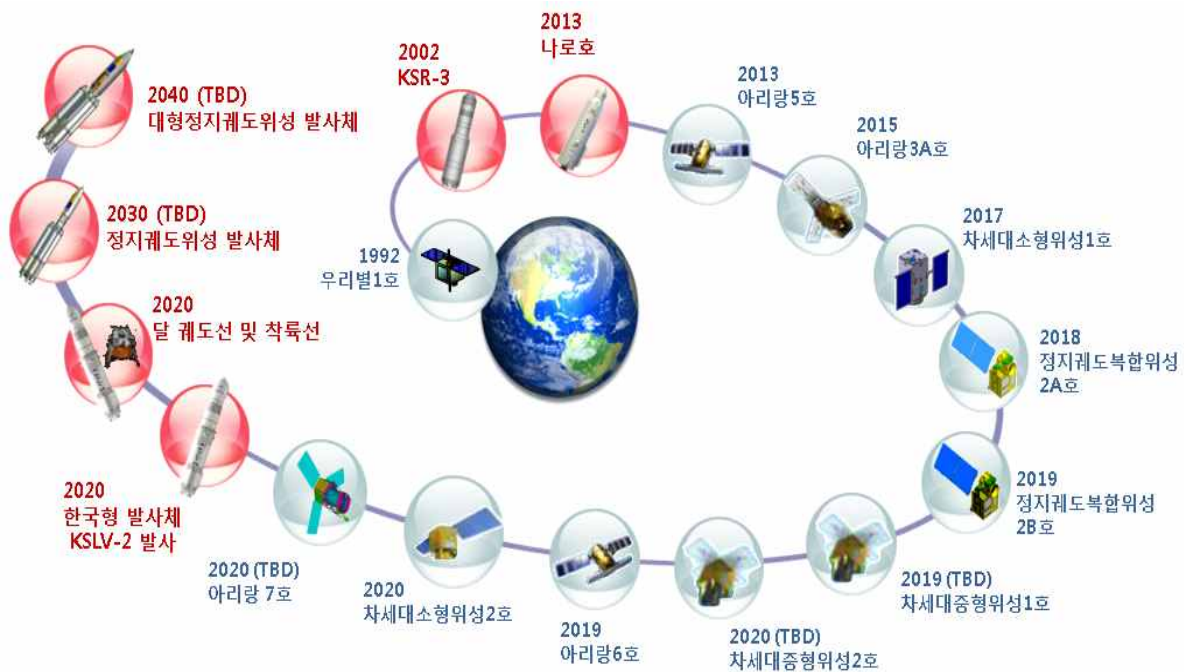
○ 국내·외 발사체 개발 현황 및 산업체 동향 조사

- 국내 발사체 개발 현황 및 산업체 동향을 조사 분석하여 현재 상황을 명확히 파악
- 관련 내용을 기반으로 산업체 참여 유도 및 사업 지속성 유지 방안 도출에 활용
- 국외 발사체 개발 현황 조사 분석하여 현실성 있는 관련 방안 모색

## 2. 연구 내용

### 1) 우리나라 우주발사체 개발사업

1992년 우리나라 최초의 위성인 우리별 1호의 발사를 기점으로 우리나라는 현재까지 위성산업을 중심으로 우주개발 사업을 진행하고 있다. 최근에도 2013년 아리랑 5호, 2015년 아리랑 3A호를 발사했고 앞으로도 2020년까지 다양한 위성과 달탐사선 등을 발사할 예정이다. 이처럼 우주개발 사업이 질적 양적 성장을 거듭하면서 우주개발 사업의 기반산업이라고 할 수 있는 우주발사체 개발에 대한 수요와 필요성이 증대되었다. 이에 맞춰 우리나라는 1997년부터 중장기적인 계획을 통해 우주발사체 자력 개발을 위해 노력하고 있다.



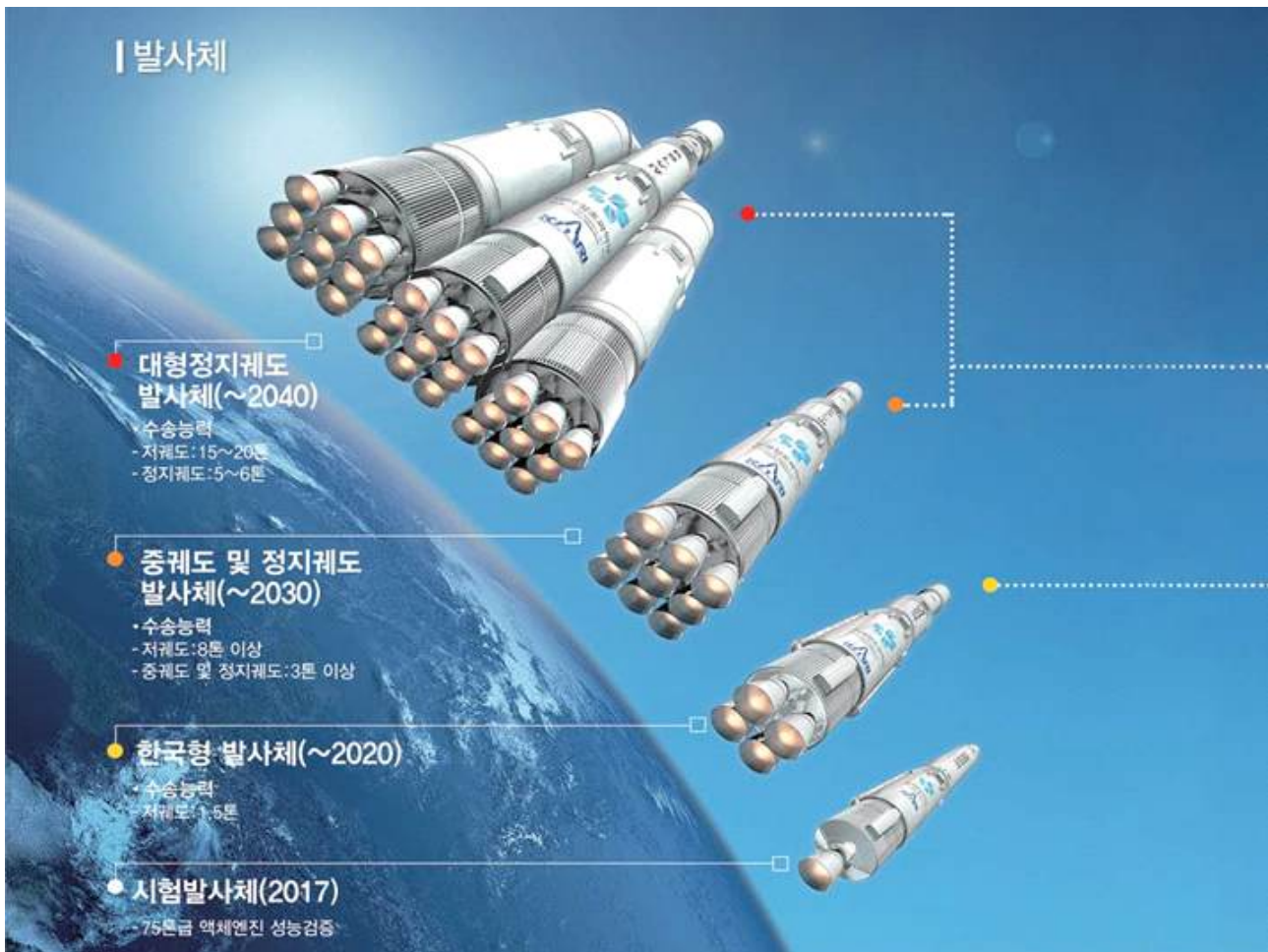
1997년부터 2002년까지 수행된 KSR-3 사업은 과학계측장비를 우주로 보내기 위한 우주발사체 개발 계획이었고 우리나라 최초의 액체로켓 엔진이다. 이러한 기초 개발연구를 통해 2002년부터 시작된 것이 대중들에게 나로호로 알려진 KSLV-1 사업이다. 2002년부터 2012년까지 총 5098억 원의 예산이 투입되었으며 우여곡절 끝에 2013년 나로호 발사에 성



공했다. 비록 1단 로켓의 경우 러시아제인 RD-151을 사용하고 2단으로 국내 개발한 고체로켓을 사용했지만 이 기간을 통해 우주발사체 개발에 대한 노하우와 기술을 습득할 수 있었다. 사업기간 중 30톤급 액체로켓엔진을 EM 수준으로 개발했으며 발사 과정에서의 러시아와의 마찰은 추후 완전한 한국형 우주 발사체에 대한 국민적인 공감을 형성했다. 이어 2010년부터 시작된 한국형 발사체 사업인 KSLV-2는 1단부터 3단까지 모든 발사체를 국산화하는 목표를 가지고 2021년까지 진행될 예정이다. 현재 총 예산은 대폭 증가한 1조 9572억 원이 책정되어 있다. 1단에서는 75톤급 엔진 4개의 clustering을 통해 개발하고 2단은 75톤 액체엔진, 마지막으로 3단은 7톤 액체엔진을 개발할 예정이다. 이를 통해 1.5톤급 인공위성의 저궤도 진입을 목표로 하고 있다.

향후 연구사업 목표는 2030년까지 중궤도 및 정지궤도 발사체를 개발하고 2040년까지는 대형정지궤도 발사체를 개발하는 것이다

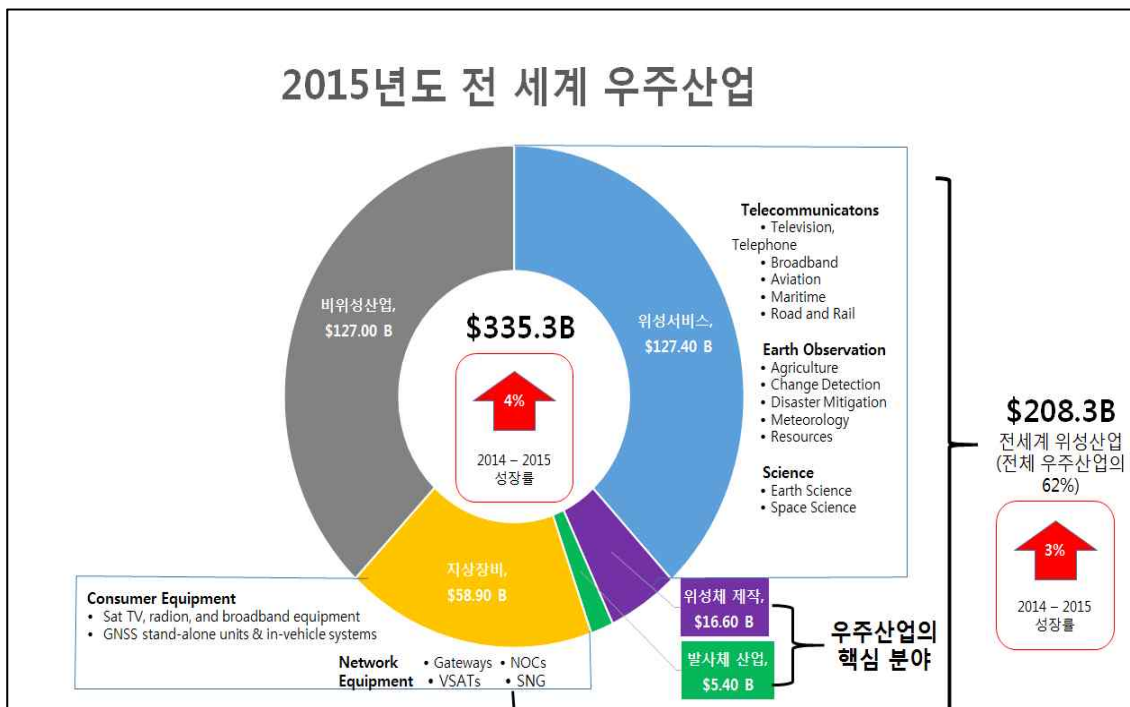
사업명	사업기간	예산	Payload	엔진	비고	사진
KSR-3	1997 -2002	780억원	과학계측장비	13톤급 액체로켓엔진	우리나라 최초 액체로켓엔진	
KSLV-1 (나로호)	2002 -2012	5098억원	100kg 급 소형 인공위성	1단 : RD-151 (170톤, 러시아 개발) 2단 : 고체로켓 (8톤, 국내 개발)	사업기간 중 30 톤급 액체로켓엔진을 EM 수준으로 개발	
KSLV-2 (한국형발사체)	2010 -2021	1조 9572억원	1.5톤급 인공위성	1단 : 75톤 x 4 개 2단 : 75톤 액체엔진 3단 : 7톤 액체엔진	자력개발 1단은 75톤 엔진 4개를 clustering	



출처 : 미래창조과학부

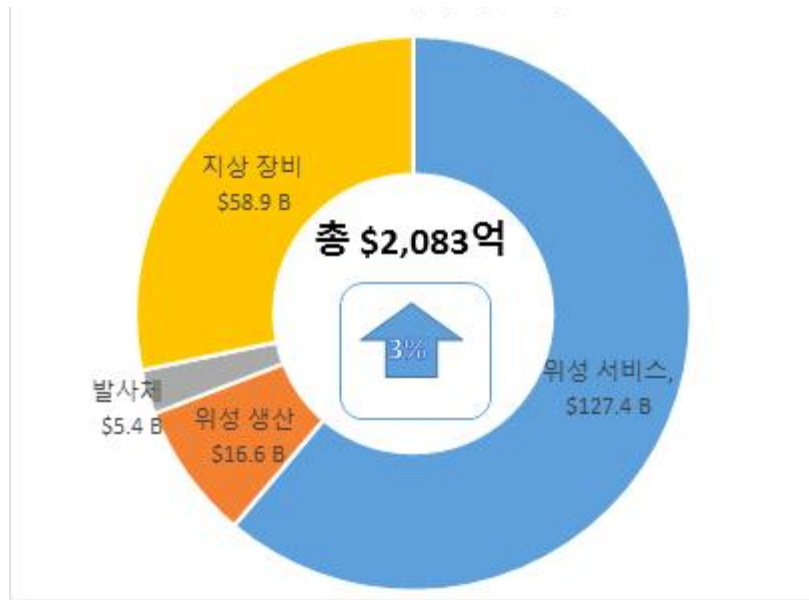
## 2) 국제 발사체 우주개발 현황

2015년 전 세계 우주시장 규모는 전년대비 4% 성장한 3,353억 달러였으며 세부분야별로는 위성서비스 분야가 1,274억 달러로 가장 큰 부분을 차지 하였으며 이어 우주탐사, 과학연구 등의 비위성 산업분야가 1,270억 달러로 조사되었고 지상장비(589억 달러), 위성체 제작(166억 달러), 발사체 산업(54억 달러)의 순으로 집계되었다.



출처: State of The Satellite Industry Report, 2016

전 세계적으로 우주산업에는 2015년 기준으로 2,083억 달러가 투자되었으며 이는 2014년(2,030억 달러)에 비해 3% 증가한 수치이다. 분야별로 살펴보면 위성 서비스 분야가 1,274억 달러로 가장 큰 비중을 차지했고 그 뒤를 이어 지상 장비가 589억 달러, 위성 생산이 166억 달러, 발사체 산업에 54억 달러가 투자되었다.



출처: State of The Satellite Industry Report, 2016

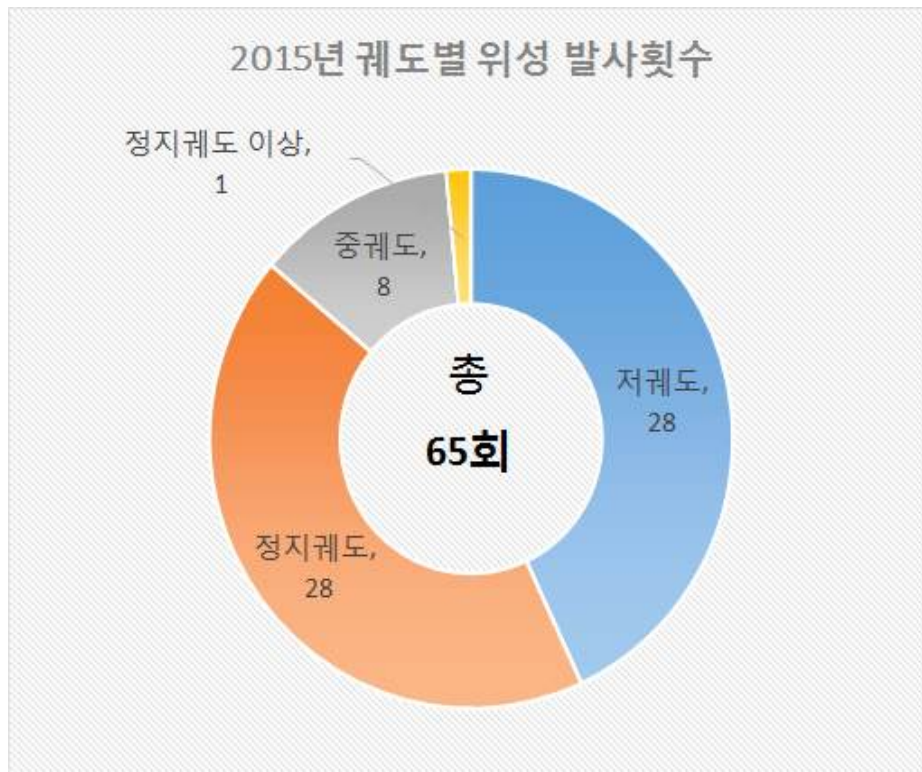
전세계 발사체 산업은 위성체 제작과 함께 위성 산업의 기반이 되는 근간 사업으로 2012년까지 성장세를 기록했으나 이후에는 성장과 하락을 거듭하며 2015년에는 54억 달러에 시장규모를 갖고 있는 것으로 조사되었다. 또한 전체 시장에서 미국이 차지하는 비율은 2015년에 34%로 2014년의 41%에 비해 하락한 것으로 나타났다.



출처: State of The Satellite Industry Report, 2016



발사 횟수에서는 2015년도 전년(73회) 대비 8회가 감소한 65회의 발사가 이루어졌으며, 이중 저궤도에 28회, 정지궤도에 28회, 중궤도에 8회, 정지궤도 이상에서 1회가 발사되었다.



출처: State of The Satellite Industry Report, 2016

국가별로 살펴보면 유럽과 중국 그리고 인도에서는 2014년도 대비 2015년도에 더 많은 숫자의 발사체를 발사했다. 세 지역은 각각 11대, 19대, 2대의 발사체를 발사했으며 이는 2014년의 10대, 16대, 1대에 비해 증가한 수치이다. 반면에 미국과 러시아의 경우 6월의 Falcon 9과 5월의 Proton M의 발사 실패로 인해 발사체 산업이 위축되는 분위기다. 아울러 전체 발사체 시장에서 각국 정부가 발주한 금액이 전체 수익의 69%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

2015년에는 총 33개의 발사 계획이 수립되었으며 이는 2014년의 22건에 비해 증가한 것으로 이 중 45%에 해당하는 15건이 미국 기업에 의해 수주되었으며 이는 2014년의 36%에 비해 증가한 수치이다. 그러

나 미국의 시장점유율은 유럽 지역의 아리안스페이스사가 발주한 물량이 2014년 10건에서 2015년 16건으로 증가하면서 2014년 50%에서 2015년 45%로 소폭 감소하였다.

한편 위성제작 시장과 마찬가지로 발사체 시장의 경우도 소형 발사체가 각광을 받고 있다. 이는 소형발사체가 갖는 운영상의 이점 때문으로 현재 전 세계적으로 최소 17개의 저궤도용 소형 발사체가 개발 중에 있으며, 1킬로그램 당 비용은 대형 발사체에 비해 높은 편이며 그 이유는 개발 단계에서의 불확실성과 개발 위험도가 높기 때문인 것으로 분석되었다.

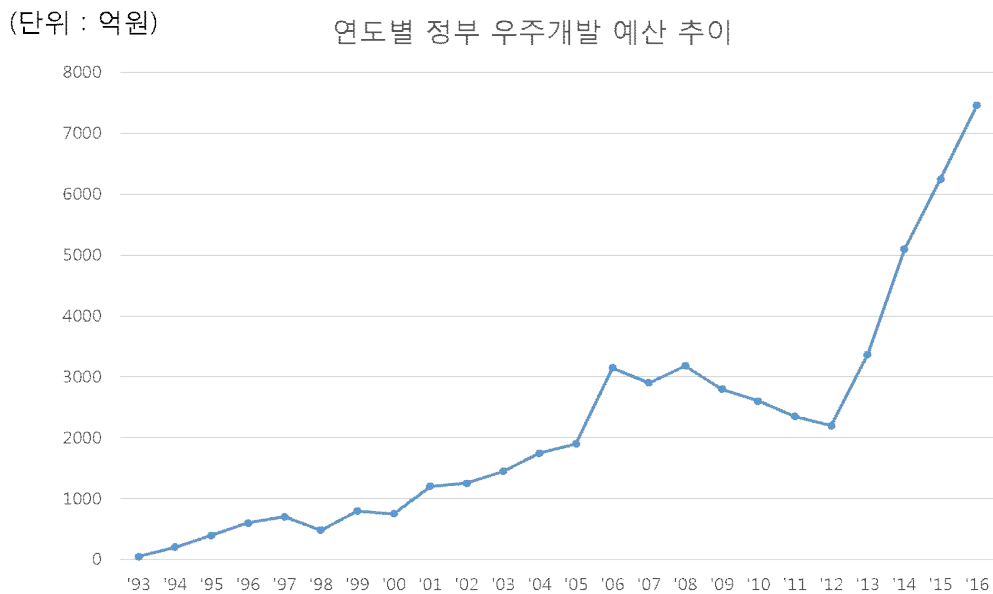


	Alpha	Electron	LauncherOne	Lynx Mark III	SOAR
Company	Firefly Space Systems	Rocket Lab	Virgin Galactic	XCOR Aerospace	Swiss Space System
LEO Capacity	400 kg	150 kg	400 kg	10 kg	250 kg
First Flight	2017	2016	2017	2018	2017
Price	\$ 8M	\$ 4.9M	\$10M	\$545K	\$10.5M
Price/kg	\$20,000	\$32,667	\$25,000	\$54,500	\$42,000

출처: State of The Satellite Industry Report, 2016

### 3) 국내 발사체 개발 현황

2015년 정부의 우주개발 예산은 6,248억 원으로 2014년도의 5,102억 원에 비해 20.9% 증가한 수치이다. 2008년 3,164억 원을 기록한 뒤 2012년까지 지속적으로 감소 추세를 보이던 우주개발 예산은 2013년도를 기점으로 매년 큰폭으로 증가하여 '15년 6,248억, '16년 7,464억을 기록하고 있다.



출처 : 연도별 우주개발 시행계획 예산, 미래창조과학부

2015년 발사체 분야의 경우 2015년에 총 2,794억 원이 투자되었으며 이는 2014년의 2,573억 원에 비해 소폭 증가한 수치이다. 한국형발사체 개발에 2,555억 원이 투입되었고 우주센터 2단계 사업에 239억 원이 투입되었다.

우주관련 활동금액은 3조 1,231억원\*으로 전년대비(2,720억원) 9.5% 증가하였으며 이는 우주기기제작 분야의 활동금액은 한국형 발사체 및 정지궤도복합위성 사업 등 관련 예산의 증액으로 인한 참여기관의 확대로 전년대비 3,159억원 상승한 하였다.

\* 기업 매출·연구기관 예산·대학 연구비 합산 금액으로 기업이 전체 활동금액의 79.7%, 연구기관이 19.2%, 대학이 1.1% 차지

[단위 : 백만원]

구 분		2014년	2015년	변동치	증감률
우주 기기	합계	2,851,133	3,123,116	271,983	9.5%
	기업체	229,665	288,549	58,884	25.6%
	연구기관	269,224	519,589	250,365	93.0%
	대학	9,604	16,209	6,605	68.8%
	소계	508,493	824,347	315,854	62.1%
우주 활용	기업체	2,248,175	2,199,136	- 49,039	- 2.2%
	연구기관	72,319	80,276	7,957	11%
	대학	22,147	19,356	- 2,791	- 12.6%
	소계	2,342,641	2,298,768	- 43,873	- 1.9%

출처 : 우주산업 실태조사, 한국항공우주연구원, 2016

국내에서 우주산업에 참여하고 있는 기관은 2011년을 기준으로 급격하게 증가하고 있다. 2011년 총 98개의 기관이 우주산업에 참여하고 있었는데 2015년에는 그 숫자가 381개로 증가했으며 이는 300%가 넘는 증가세이다. 기관 종류별로는 기업체가 2011년 61개에서 2015년 300개로 가장 크게 증가했고 연구기관도 18개에서 25개로 증가했다. 참여 대학의 경우에도 2011년 19개에서 2015년에는 56개로 3배가 넘게 증가했다.

## 우주분야 기관 현황

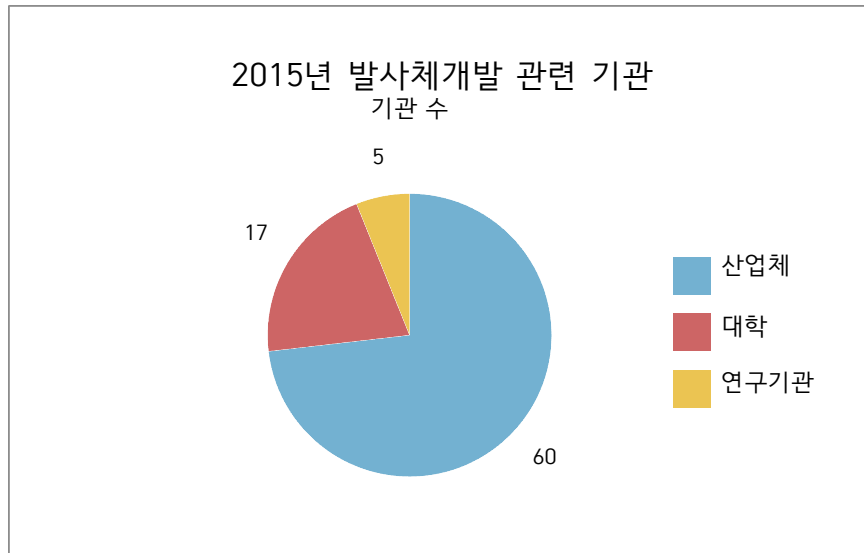
[단위 : 개]

구분	'09년	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년	'15년	전년 대비 증감률
기업체	57	61	61	91	147	248	300	21 %
연구기관	12	15	18	22	31	27	25	-7.4 %
대학(학과)	16 (17)	17 (23)	19 (26)	33 (42)	54 (84)	56 (104)	56 (104)	-
합계	85	93	98	146	232	331	381	15.1.7 %

출처 : 우주산업 실태조사, 한국항공우주연구원, 2016



이 중 발사체 분야의 경우 2015년 기준 총 82개의 기관들이 참여하고 있으며 이는 전체 우주산업 기관 수의 21.5%에 해당한다. 이 중 산업체가 60개, 대학이 17개, 그리고 연구기관이 5개이다.



이와 발맞추어 우주분야 인력도 큰 폭으로 증가했다. 2011년 총 3,035명이 우주산업에 참여했지만 2015년에는 7,856명으로 2배 이상 증가했다. 이 중 특히 기업체 분야에서 2011년 1,845명에서 2015년 5,456명으로 큰 폭으로 인원이 증가했다. 이러한 수치들을 통해 국내 우주산업의 성장세와 기업체가 수행하는 역할이 증대되었음을 확인할 수 있다.

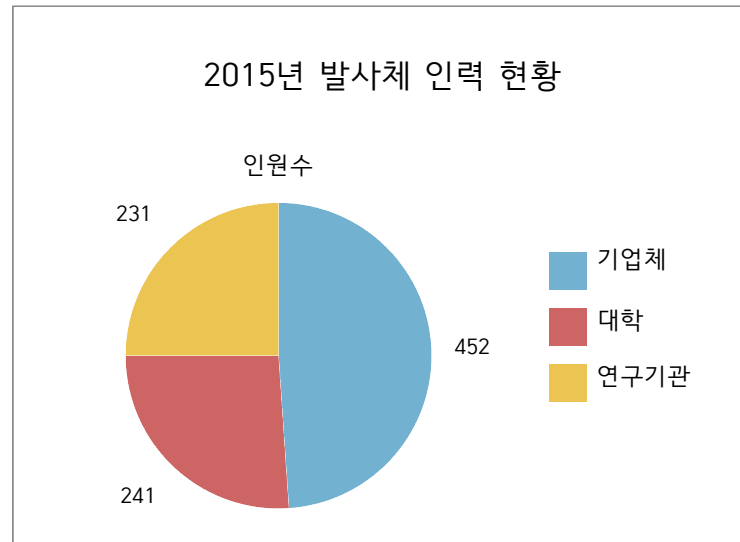
#### 우주분야 인력 현황

[단위 : 명]

구분	'09년	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년	'15년	전년 대비 증감률
기업체	1,843	1,821	1,845	2,202	3,450	4,257	5,456	28.1 %
연구기관	687	782	803	871	969	895	909	1.6 %
대학	377	364	387	532	904	1,184	1,491	25.9 %
합계	2,898	2,967	3,035	3,605	5,323	6,336	7,856	23.9 %

출처 : 우주산업 실태조사, 한국항공우주연구원, 2016

인력의 경우 우주산업 인력 전체의 11.8%에 해당하는 924명으로 2014년 대비 21.1% 증가 하였다. 인력 현황을 보면 연구기관이 기관 수에 비해 인력이 많은 것을 볼 수 있다.



#### 4) 해외 각 국 발사체개발 현황 및 조직

##### 가) 미국

소련 붕괴 이후 우주 산업의 절대 강자의 자리를 지키고 있는 미국은 발사체 시장에서도 언제나 시장을 선도했다. 1900년대 중반 이후 소련과의 우주 개발 경쟁 속에서 Atlas 발사체, Delta 발사체들이 활약했으며 2000년대 들어서도 다각화된 임무에 맞게 다양한 발사체를 운용 중이다. 최근에는 민간 우주발사체 시장이 활성화되면서 SpaceX, Virgin Galactic, Blue Origin 등의 민간 기업들이 미항공우주국(NASA)과 협력하여 발사체 시장이 다각화되고 있다.

##### 1. 발사체 종류

###### (1) Atlas 발사체

###### 1) 개발사: General Dynamics

###### 2) 역사

1957년 미국 최초의 대륙간 탄도미사일(ICBM)으로 등장한 Atlas 발사체는 General Dynamics사에서 개발했고 현재까지 약 600회의 발사를 수행했다. 최초 개발 당시 ICBM의 역할을 수행했으나 얼마 안가 우주발사체로 그 용도가 변경되었다. 1962년부터 1963년까지 Atlas 발사체는 미국 최초의 우주인 4명을 지구 궤도로 보내는데 성공했다. Atlas 2 모델인 1991년부터 2004년까지 총 63회 발사되었고 Atlas 3 모델은 2000년에서 2005년까지 총 6회 발사되었다. 현재까지 운용되고 있는 Atlas V 발사체는 2020년까지 운용될 예정이다. Atlas 발사체군은 현재까지 82회의 연속 발사 성공을 기록해 이 분야에서 세계 기록을 가지고 있다.

###### 3) 특징

2002년부터 운용된 Atlas V 발사체는 초기에는 Lockheed Martin사에서 운용했지만 현재는 Lockheed Martin사와 Boeing사의 협력자회사인 United Launch Alliance(ULA)가 운용 중이다. Atlas V 발사체는 1단계에서 러시아제 RD-180 엔진을 사용하며 상단부에서는 미국에서 개발한 RL10 엔진을 사용한다. Atlas V 400 2014년 미 의회는 러시아 엔진을 사용하는 Atlas V 발사체의 군용 발사를 중단하는 법안을 통과시켰고 2020년 은퇴가 예정되어 있다.

Atlas V 발사체 주요 제원	
높이	58.3 m
직경	3.81 m
질량	334,500 kg
단계	2
LEO Payload	9,800–18,810 kg
GTO Payload	4,750–8,900 kg



출처: [https://en.wikipedia.org/wiki/Atlas\\_\(rocket\\_family\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Atlas_(rocket_family))

## (2) Delta 발사체

### 1) 개발사: United Launch Alliance (ULA)

### 2) 역사

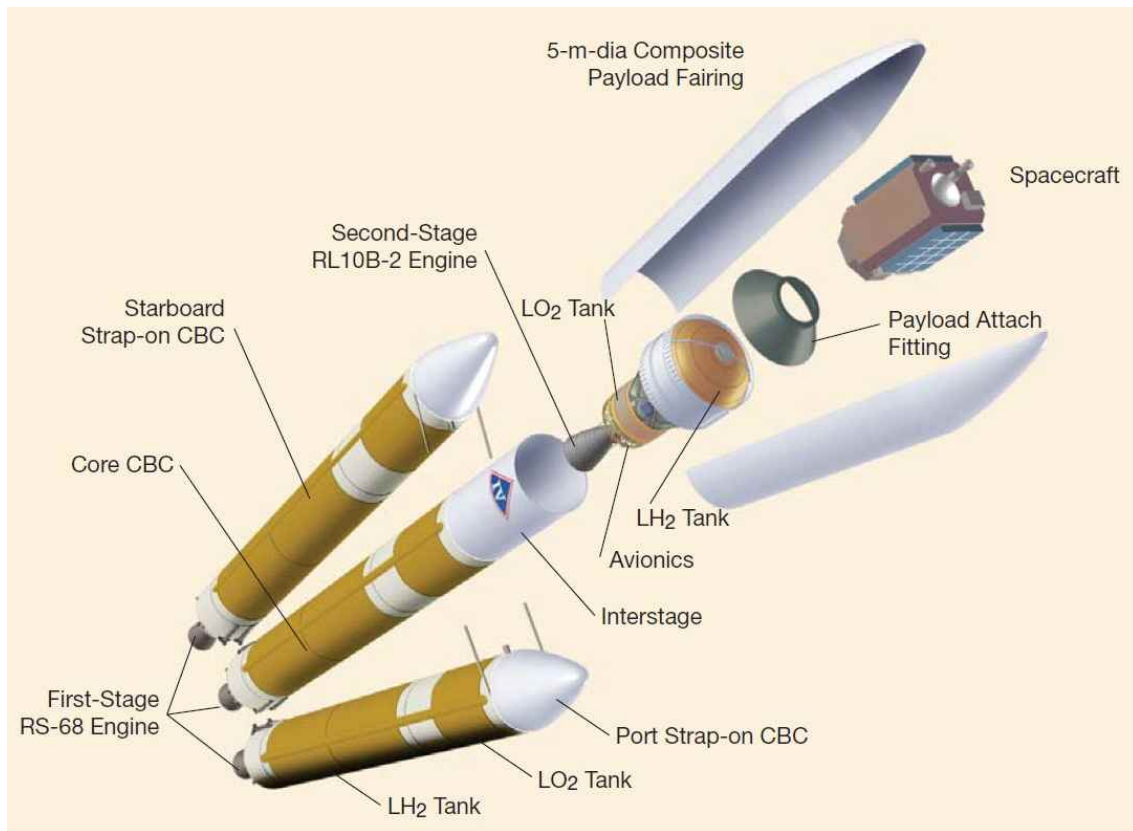
1960년에 처음으로 등장한 Delta 발사체는 미국의 우주탐사 임무에서 핵심적인 역할을 수행해왔다. 수 많은 개량형을 거쳐 현재에는 Delta II 발사체와 Delta IV 발사체가 운용 중이다. 그러나 Delta II 발사체는 곧 운용이 중단될 예정이다. 현재까지 300회 이상 발사되었고 95%의 발사 성공률을 보이고 있다.

### 3) 특징

2002년 처음 발사된 Delta IV 발사체는 현재까지 총 33회의 발사 시도 중 32회 성공했다. Delta IV 발사체가 운용되기 시작한 때는 이미 우주 발사 시장에서 공급이 수요를 초과한 상태였다. 신형 발사체에 대한 불확실성과 당시 경쟁 모델들에 비해 비싼 발사 비용으로 인해 Delta IV 발사체는 초기에 상업 발사 시장에서 난항을 겪게 되고 결국 2003년 Boeing 사는 Delta IV 발사체를 상업 발사 시장에서 철수시킨다. 2005년 다시 시장에 나온 Delta IV 발사체는 이후 주로 미국 정부에 의해 운용된다. Delta IV 발사체는 1단계에서 RS-68 엔진을 사용하고 2단계에서 RL-10B2 엔진을 사용한다.

Delta IV 발사체는 5개의 모델을 가지고 있는데 Medium, Medium+ (4,2), Medium+ (5,2), Medium+ (5,4), 그리고 Heavy이다. 현재 Delta IV 발사체를 운용하고 있는 ULA는 2015년 3월에 이 중 Heavy 모델을 제외한 모델들의 운용을 2018년에 종료하겠다는 계획을 발표했다. 현재 운용되고 있는 Delta IV 발사체는 Atlas V 발사체와 현재 개발 중인 Vulcan 발사체에 의해 대체될 예정이다.

Delta IV 발사체 주요 제원	
높이	63-72 m
직경	5 m
질량	249,500-733,400 kg
단계	2
LEO Payload	9,420-28,790 kg
GTO Payload	4,440-14,220 kg



출처: <http://spaceflight101.com/spacerockets/delta-iv-heavy/>

## (3) Falcon 9 발사체

## 1) 개발사: SpaceX

## 2) 역사

Falcon 9 발사체는 민간 기업인 SpaceX사에서 위성 운송과 Dragon 우주선 발사를 위해 개발한 2단 발사체이다. 2010년 6월에 최초로 발사되었으며 2012년에는 Dragon 우주선을 국제우주정거장(ISS) 랑데부에 성공하면서 SpaceX사는 민간 기업으로는 최초로 ISS 임무를 수행한 기업이 되었다. 또한 2016년 4월에는 사용을 마친 1단 엔진을 지상에 안전하게 착륙시키는데 성공하면서 발사체 재활용 분야에서 큰 성과를 얻었다. 이후 SpaceX사는 Falcon 9 발사체를 이용해 국제우주정거장 임무를 수행하고 있으며 추후 유인 우주선 발사를 위한 발사체 개발에도 박차를 가하고 있다.

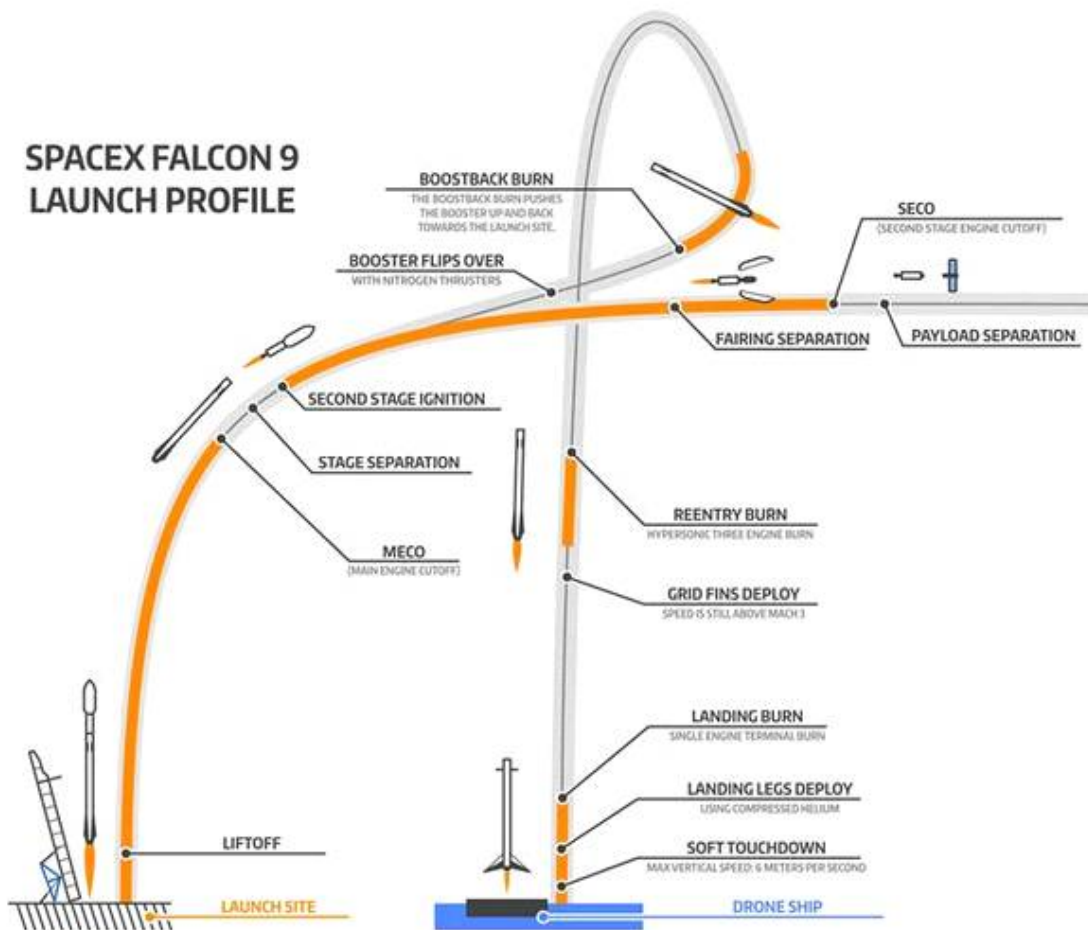
## 3) 특징

자체 개발한 Merlin 엔진을 사용하며 2단 발사체로 이루어진 본체는 분리 단계를 최소화하고 9개의 1단계 엔진 단계를 통해 엔진 정지 상황에서도 임무를 수행할 수 있도록 설계되었다.

로켓이 점화되면 9개의 엔진에 이상이 없는지 확인한 후 발사된다. Falcon 9 발사체는 해수면에서는 170만 파운드의 추력을 내지만 우주의 진공 상태에서는 180만 파운드의 추력을 낸다. 1단계가 종료되는 시점에서 9개의 Merlin 엔진이 서서히 정지한 뒤 단분리가 일어난다. 2단계에서는 1개의 Merlin 진공 엔진이 사용되고 여러 번의 분사를 통해 페이로드들을 각각의 다양한 궤도에 진입시킨다.

이외에도 아래 그림에서 확인할 수 있듯이 Falcon 9 발사체의 1단 엔진은 지구로 재진입하여 해상의 Droneship에 착륙하게 된다. 2016년 4월에 처음으로 발사체 재착륙에 성공했으며 이를 통해 추후 우주 발사 비용의 획기적인 감소가 기대된다.

Falcon 9 발사체 주요 제원	
높이	70 m
직경	3.7 m
질량	549,054 kg
단계	2
LEO Payload	22,800 kg
GTO Payload	8,300 kg
MARS Payload	4,020 kg



출처: Image credit: Jon Ross, NBC News.com



#### (4) Antares 발사체

##### 1) 개발사: Orbital Sciences Corporations (Orbital ATK)

##### 2) 역사

초기 발사 과정에서는 Taurus II로 알려졌던 Antares 발사체는 Orbital Sciences Corporation에서 제작한 발사체 중 가장 크다. 국제우주정거장 보급 임무를 수행하는 Cygnus를 발사하기 위한 NASA의 프로젝트에 의해 개발되었다. 2013년 4월에 첫 번째 발사에 성공했고 이후 4번째 발사까지 성공했으나 2014년 10월에 있었던 5번째 발사에서 1단계 엔진에서 결함이 발생해 발사에 실패하면서 발사체와 페이로드가 모두 소실되었다. 이후 개량을 거쳐 2016년 10월에 다시 국제우주정거장으로의 발사에 성공했다.

##### 3) 특징

2단 또는 3단 발사체인 Antares 발사체는 1단계에서는 RP-1과 액체 산소를 연료로 사용하고 2단계에서는 러시아의 NK-33 엔진을 개량한 AJ-26 엔진을 사용한다. 3단에서는 BTS 또는 Star 48 기반 Star 48BV 고체 로켓 모터를 사용한다.

Antares 발사체 주요 제원		
높이	110/120	40.5 m
	130	41.9 m
	230	42.5 m
직경		3.9 m
질량	100	282,000-296,000 kg
	230	298,000 kg
단계		2-3
LEO Payload		6,120 kg



출처: NASA TV

(5) Athena 발사체

1) 개발사: Lockheed Martin & ATK

2) 역사

1993년 개발 당시 Lockheed Launch Vehicle이라는 이름을 가졌지만 1995년 발사부터 Athena라는 이름을 사용하기 시작했다. 2001년까지 총 7회 발사되었고 이 중 5회 성공하였다. 2001년 Lockheed Martin과 ATK 사는 Athena 발사체의 운용을 중단한다고 발표했으나 2010년 NASA의 Launch Services II 계약의 일환으로 임무에 복귀하게 되었다.

3) 특징

Athena 발사체는 크게 Athena I 발사체와 Athena II 발사체로 나뉘어진다. Athena I 발사체는 2단 발사체이고 1단에는 Thiokol Castor-120을 사용하고 2단에서는 P&W ORBUS 21D를 사용한다. Athena II 발사체는 3단 발사체이고 1단과 2단에는 Castor-120을, 3단에서는 ORBUS-21D를 사용한다. 2010년에 다시 임무에 사용된 Athena Ic와 Athena IIc 모델은 상단에서 Orbus 21D 대신Castor 30을 사용한다.

Athena 발사체 주요 제원	
높이	19.8-30.48 m
직경	2.36 m
질량	66,344-120,202 kg
단계	2-3
LEO Payload	794-1,896 kg



출처:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Athena\\_\(rocket\\_family\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Athena_(rocket_family))

(6) Minotaur 발사체

1) 개발사: Orbital Sciences Corporation (Orbital ATK)

2) 역사

Minotaur I 발사체는 2000년 처음으로 발사되었고 현재까지 Minotaur II, Minotaur IV, Minotaur V 모델이 있다. 이 중 Minotaur IV의 경우 Lite, HAPS의 세부 모델이 존재한다. 현재까지 Minotaur I 발사체는 총 11회, Minotaur II 모델은 8회, Minotaur IV 모델은 5회, Minotaur V 모델은 1회의 발사를 모두 성공적으로 수행했다.

3) 특징

Minotaur I, II 발사체는 군축으로 인해 임무에서 제외된 Minuteman missile의 엔진을 재활용한다. 이와 비슷하게 Minotaur IV, V 발사체군은 주로 군축 협정에 따라 임무에서 제외된 Peacekeeper ICBM에서 사용했던 엔진들을 재활용한다.

Minotaur I 발사체 주요 제원	
높이	19.21 m
직경	1.67 m
질량	36,200 kg
단계	4-5
LEO Payload	580 kg
SSO Payload	331 kg

Minotaur IV 발사체 주요 제원	
높이	23.88 m
직경	2.34 m
질량	86,300 kg
단계	4
LEO Payload	1,735 kg



출처: [https://en.wikipedia.org/wiki/Minotaur\\_I](https://en.wikipedia.org/wiki/Minotaur_I)



출처 : [https://en.wikipedia.org/wiki/Minotaur\\_IV](https://en.wikipedia.org/wiki/Minotaur_IV)

## (6) Pegasus 발사체

### 1) 개발사: Orbital Sciences Corporation (Orbital ATK)

### 2) 역사

1900년 4월에 Orbital Sciences Coporation에서 개발한 Pegasus 로켓은 NASA의 B-52 비행기에서 발사되었다. Pegasus 발사체와 Pegasus XL 발사체에서 현재까지 42회 발사되었고 3회의 발사 실패를 기록했다.

### 3) 특징

Pegasus 발사체는 Stargazer L-1011 비행기에 실려서 해발 40,000 피트에서 5초 간 자유낙하한 뒤 엔진을 점화한다. 3개의 고체 로켓 엔진이 추력을 발생시키며 대기권을 벗어날때까지는 로켓 엔진을 사용하는 비행체처럼 비행한다. Delta 형 날개를 가지고 있기 때문에 약 10분 만에 인공위성을 궤도에 진입시킬 수 있다. 1994년에 개발된 Pegasus XL 모델은 기존의 모델에 비해 페이로드가 늘어났고 이후 Pegasus 모델은 더 이상 사용되지 않았다.

Peagsus & Pegasus XL 발사체 주요 제원		
높이	Pegasus	16.9 m
	Pegasus XL	17.6 m
직경	Pegasus	1.27 m
	Pegasus XL	
질량	Pegasus	18,500 kg
	Pegasus XL	23,130 kg
단계		3
LEO Payload		443 kg



출처: Current Space Launch Vehicles Used by the United States, Nathan Daniels, 2014



## (7) Taurus

### 1) 개발사: Orbital Sciences Corporation (Orbital ATK)

### 2) 역사

현재는 Minotaur-C라고도 알려진 Taurus 발사체는 Orbital Sciences Corporation에서 개발해 1994년 3월에 처음으로 발사되었으며 현재까지 9번의 임무 중 6회 성공했으며 이를 통해 17개의 위성을 궤도에 진입시켰다. 그러나 최근 4번의 발사 중 3회나 실패하면서 막대한 피해가 발생했다.

### 3) 특징

Taurus 발사체는 상공에서 발사되는 Pegasus와 같이 쉽고 빠른 발사를 위한 지상 발사체로서 개발되었다. 4단 발사체인 Taurus 발사체는 1단계에서 Peacekeeper ICBM의 1단계에 기반한 Castor 120을 사용하며 2단계와 3단계에서는 Orion-50s를 사용하고 4단계에서는 Pegasus-3에 기반한 Orion-38을 사용한다.

Taurus 발사체 주요 제원	
높이	27.9 m
직경	2.35 m
질량	73,000 kg
단계	4
LEO Payload	1,320 kg



출처: Current Space Launch Vehicles Used by the United States, Nathan Daniels, 2014

(8) New Shephard

1) 개발사: Blue Origin

2) 역사

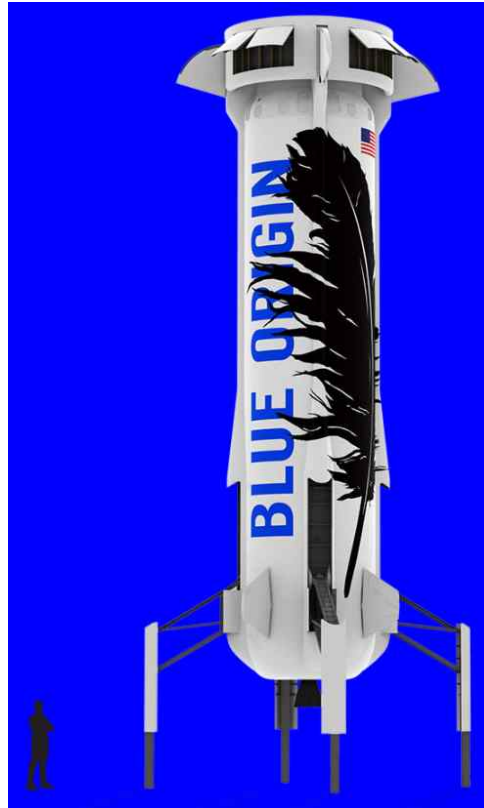
2006년부터 프로토타입 실험을 시작했고 2010년에 들어 본격적인 개발에 착수해 2015년 개발이 완료되었다. 2015년 무인비행 시험이 완료되었고 유인 시험비행은 2017년 예정되어 있으며 2018년부터 일반을 대상으로 하는 유인 우주비행 상품이 제공될 예정이다.

3) 특징

New Shephard는 아케도 발사체로 수직 발사 및 수직 착륙(VTVL)이 가능하다. 2015년 11월에 고도 100.5km 까지 상승한 뒤 안전하게 착륙했으며 최초로 수직 착륙에 성공한 발사체로 기록되었다. 110,000 파운드의 최대 추력이 가능한 BE-3 엔진을 사용하며 착륙시에는 20,000 파운드까지 추력을 줄일 수 있다. 현재 New Shephard 프로그램은 아케도 발사를 하고 있지만 추후 궤도 발사가 가능한 발사체 개발을 위해 BE-4 엔진이 개발 중이다.



출처: [https://www.blueorigin.com/technology#engine\\_stories\\_1](https://www.blueorigin.com/technology#engine_stories_1)



출처:  
[https://www.blueorigin.com/technology#engine\\_stories\\_1](https://www.blueorigin.com/technology#engine_stories_1)

2. 발사체 조직

- 1) NASA
- 2) Orbital Sciences Corporation (Orbital ATK)
- 3) United Launch Alliance (ULA)
- 4) Lockheed Martin
- 5) SpaceX
- 6) Blue Origin

## 나) 중국

1960년대 중반부터 발사체를 자체 개발하기 시작한 중국은 현재 임무에 따른 다양한 발사체를 보유하고 있다. 중국의 대표적인 발사체인 CZ 발사체군의 설계, 생산 및 실험에 이르기까지 모든 과정을 China Academy of Launch Vehicle Technology(CALT)에서 주도했다. 1970년대에는 CZ 발사체와 함께 군용으로 FB-1 발사체를 개발했지만 CZ 발사체에 밀려 1981년 폐기된다.

### 1. 발사체 종류

#### (1) Chang Zheng (Long March) 2 발사체






1) 개발사: China Academy of Launch Vehicle Technology

#### 2) 역사

Long March 2 발사체는 China Academy of Launch Vehicle Technology (CALT)에서 개발했으며 초기 모델인 2A 모델이 1974년 11월 발사되었으나 발사에 실패한다. 2A 모델은 1979년 생산이 중단되었고 2B 모델이 개발되었으나 명칭이 Long March 3으로 바뀌게 된다. 1975년 최초 발사된 2C 모델은 총 44회 발사 중 1회 실패했고 1992년 최초 발사된 2D 모델은 총 22회의 발사를 모두 성공적으로 수행했다. 2D 모델의 경우 CALT가 아닌 Shanghai Academy of Space Flight Technology (SAST)에서 개발했다. 두 모델은 현재까지도 사용되고 있다. 한편 2E 모델의 경우 1990년 최초 발사되었고 총 7회 발사 중 2회 실패했으며 현재는 사용이 만료되었으며 2E(A) 모델이 개발 중에 있다. 1999년 최초 발사된 2F 모델은 현재까지 11회 발사를 모두 성공적으로 수행했다.

#### 3) 특징

2A, 2C, 2D 모델은 부스터가 없으며 2E, 2F 모델의 경우 4개의 부스터를 장착했으며 2E 모델의 경우 Long March 발사체군 중 최초로 액체 부스터를 사용해 정지궤도 임무를 수행할 수 있게 되었다. 2F 모델은 유인 우주임무를 위해 2E를 개량한 발사체로, 무인용으로는 2F/G라는 파생 모델이 있다. 현재 2C, 2D, 2F 모델이 사용되고 있으며 2E 모델을 개량한 2E(A) 모델의 경우 개발 중에 있다.

시리즈	2A	2C	2D	2E	2F
모델					
단	2단	2단	2단	3단(4개 부스터)	2단(4개 부스터)
높이(m)	31.17	35.15	33.667	49.686	62
최대 직경(m)	3.35	3.35	3.35	7.85	7.85
이륙 질량(t)	190	192	232	462	464
이륙 추력(kN)	2786	2786	2962	5,923	6,512
LEO 페이로드(kg)	1800	2400	3100	9,200	8,400
GTO 페이로드(kg)	-	-	-	3,500	3,370

## (2) Chang Zheng (Long March) 3 발사체





### 1) 개발사: CALT

### 2) 역사

명확하게 밝혀지지 않았지만 1970년 4월 중국 최초의 위성이었던 동방홍 1호 발사에 사용된 것으로 알려진 Long March 3 발사체는 원래 Long March 2 발사체군에 속해있던 2B 모델이었지만 이후 하나의 독립된 발사체군을 형성하게 된다. 공식적으로 1984년에 최초로 발사되었고 총 13회의 발사 중 3회 실패를 기록했다. 현재는 3A, 3B, 3B/E, 3C 모델이 임무를 수행 중이고 3B(A) 모델이 개발 중에 있다.

### 3) 특징

CALT에서 개발한 발사체로 저궤도와 지구 정지궤도에서의 임무를 수행하기 위해 설계되었다. 구체적인 제원은 다음과 같다.

시리즈	3	3A	3B	3B/E	3C
모델					
임무 상태	퇴역	현역	현역	현역	현역
단	3단	3단	3단	3단	3단
높이(m)	43.25	52.52	54.838	56.326	54.8
최대 직경(m)	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
이륙 질량(t)	204	241	425.8	458.97	345
LEO 페이로드(kg)	5,000	8,500	12,000		
GTO 페이로드(kg)	1,500	2,600	5,100	5,500	3,800
HCO 페이로드(kg)	-	1,600	3,300		2,400
GEO 페이로드(kg)			2,000		



## (3) Chang Zheng (Long March) 4 발사체




## 1) 개발사: CALT

## 2) 역사

Long March 4A 발사체는 1988년 최초로 발사되었고 총 2회 발사되었고 모두 성공했다. 4B 발사체는 1999년 최초로 발사되었고 총 28번의 발사 시도 중 27회 성공하였다. 4C 발사체는 2006년 최초로 발사되었고 20번의 발사 시도 중 19회 성공하였다. 4B와 4C 모델은 현재까지 사용 중이며 4A 모델은 1990년 마지막 발사 이후 단종되었다.

## 3) 특징

Long March 4 발사체는 주로 위성을 궤도에 올리는데 사용되었으며 4B 모델의 경우 2007년 위성 격추용 미사일 테스트를 수행했다. 4C 발사체의 경우 4B 모델의 개량형으로 가장 최근인 2016년 8월에 알 수 없는 원인으로 발사에 실패하였다. 각각의 모델들의 주요 제원은 다음과 같다.

시리즈	4A	4B	4C
모델			
단	3단	3단	3단
높이(m)	41.9	44.1	45.8
최대 직경(m)	3.35	3.35	3.35
이륙 질량(t)	249	249.2	250
LEO 페이로드(kg)	4,000	4,200	4,200
SSO 페이로드(kg)	1,500	2,800	2,800
GTO 페이로드(kg)	-	1,500	1,500

#### (4) Chang Zheng (Long March) 5 발사체

##### 1) 개발사: CALT

##### 2) 역사

Long March 5 발사체는 CALT에서 개발한 중국의 대형발사체이다. 미국의 Delta IV 발사체에 대항하기 위해 만들어진 것으로 추정되며 2016년 11월에 첫 발사가 성공적으로 수행되었다.

##### 3) 특징

Long March 5 발사체는 대형발사체로 높은 페이로드를 자랑한다. 현재까지 1회만 발사되었으나 여러가지 모델들을 개발중이다. 주요 제원은 다음과 같다.

시리즈	CZ-5
모델	
단	2단
높이(m)	57
최대 직경(m)	5
이륙 질량(t)	879
LEO 페이로드(kg)	25,000
GTO 페이로드(kg)	14,000
TLI 페이로드(kg)	8,000

LAUNCH VEHICLE	First stage	Second stage	Third stage	Launch mission	Payload capability	Operational availability
	Propellant	Propellant	Propellant	Type	kg	Year
CZ-1	UDMH HNO <sub>3</sub> -27S	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Solid	LEO	300	N/A
CZ-1D	UDMH HNO <sub>3</sub> -27S	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Solid	LEO	750	-
FB-1(CZ-2B)	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	None	LEO	1200	N/A
CZ-2C	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	None	LEO SSO	1800 750	1976
CZ-2C / CPKM	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Solid	GTO 28.2°	1440	-
CZ-2C / SD	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Solid HTPB	LEO	1800	1997
CZ-2D	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	None	LEO SSO	3100 2000	N/A
CZ-2E	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	None	LEO 150 km	9200	1991
CZ-2F					Manned	1999
CZ-2E / TS	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Solid	LEO 900 km	5760	-
CZ-2E / EPKM	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Solid HTPB	GTO	3460	1995
CZ-2E 'stretched'	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	None	LEO	space-plane 10 to 15 t	2000
CZ-3	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	LH/LOX	GTO	1500	1986
CZ-3A	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	LH/LOX	GTO	2300	1995
CZ-3B	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	LH/LOX	GTO LEO	4800 10000	1997
CZ-3C	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	LH/LOX	GTO	3700	-
CZ-4	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	SSO	2500	1988
CZ-4B	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	UDMH N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	LEO GTO	- 1500	1999

FIGURE 5 - LONG MARCH GENERAL DESCRIPTION

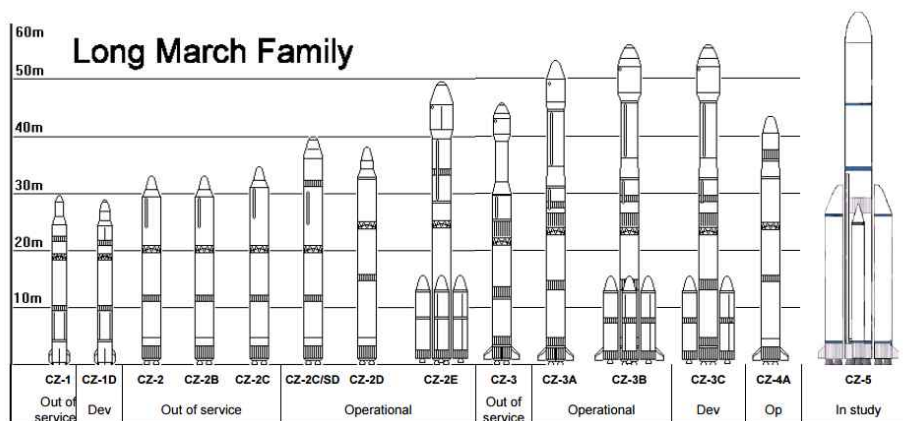
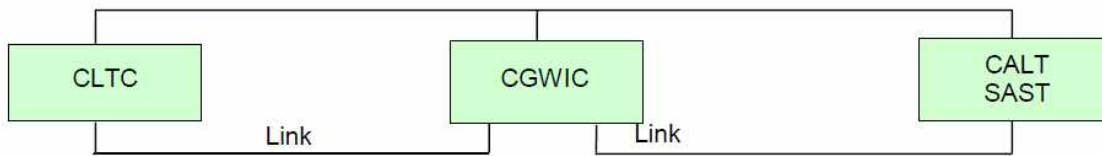


FIGURE 3 - LONG MARCH LAUNCH VEHICLES FAMILY

## 2. 발사체 조직



중국의 경우 다른 국가들과는 달리 정보를 모두 공개하지 않기 때문에 구체적인 우주활동 예산 및 개발조직에 대한 현황 파악이 어려운 편이다. 중국 발사체 개발의 주관 부서는 China Great Wall Industry Corporation(CGWIC)로서, 모든 발사체 개발 및 운용에 관여한다. 또한 중국이 상업 발사 시장에 진입한 뒤로는 발사 계약을 주관하고 있다. 그림의 오른쪽에서 볼 수 있는 China Academy of Launch Vehicle Technology(CALT)와 Shanghai Academy of Space Technology (SAST)는 발사체 개발 및 시험을 주로 맡고 있다. 즉, 실질적으로 발사체를 개발하는 기관들이라고 볼 수 있다. 왼쪽의 China Satellite Launch and Tracking Control(CLTC)은 발사장 관리와 운용을 맡고 있다. 요약하자면 CGWIC가 발사체 개발에 대한 계획을 세우면 CALT와 SAST가 개발 및 시험을 진행한 뒤 CLTC가 생산된 발사체 운용을 맡는 구조이다.

중국은 1970년 자력으로 개발한 발사체를 성공적으로 발사한 뒤 지속적으로 Long March 발사체군을 개발해왔다. 1985년에 중국 정부는 Long March 발사체를 이용한 상업 발사 계획을 공표했고 1988년과 1989년에 프랑스와 독일의 위성 발사에 성공했다. 이후에 미국과 협약을 맺고 1995년부터 2001년까지 총 15대의 미국의 정지궤도 위성 발사를 맡게 된다.

중국의 발사체 산업의 중심에 있는 CGWIC의 경우 1999년 7월에 설립되었고 베이징에 본사를 두고 있다. 2013년 기준으로 2940억 위안의 매출을 기록했고 17만 명이 넘는 직원을 보유하고 있다. 개발을 맡고 있는 CALT의 경우 1957년 베이징에 China Aerospace Science and Technology Corporation(CASC)라는 이름으로 설립되었다. 주로 Long March 발사체를 개발했으며 최소 13개의 연구 시설을 보유하고 있고 27,000명의 직원들이 근무하고 있다. 또 다른 개발 기관인 SAST는 CASC의 자회사로서 1961년 설립되었다. 171억 위안의 매출을 기록했으며 약 17,000여 명이 근무 중이다.

## 다) 러시아

냉전시대 소비에트 연합은 미국과 함께 우주분야에 있어서는 타의 추종을 불허하는 강국이었다. 세계 최초의 위성을 발사했으면 세계 최초의 우주인을 배출하는 등 인류의 우주탐사 역사를 소련의 역할을 빼고는 논할 수 없는 정도이다. 90년대 들어 소련이 붕괴하고 이러한 우주강국의 지위를 넘겨받은 것이 지금의 러시아이다. 비록 이제는 예전의 소련만큼 화려한 위상은 아니지만 지금도 러시아는 전통적인 우주강국이다. 유일하게 승무원을 국제우주정거장으로 보낼 수 있는 소유즈 우주선을 보유하고 있으며 가장 많은 상업적 발사를 통해 우주기술이 어떻게 경제적으로 활용될 수 있는지를 잘 보여주고 있다. 우주강국의 지위에 걸맞게 러시아의 발사체 기술은 세계적인 수준이다.

### 1. 발사체 종류

#### (1) Proton

1) 개발사: Khrunichev State Research and Production Space Center

#### 2) 역사

프로톤 발사체는 원래 100메가톤 급의 핵무기를 싣고 13,000km를 비행할 수 있는 초대형 대륙간탄도탄(ICBM)을 위해 개발되었다. 하지만 실제로는 ICBM으로 사용되지 않았고 우주 발사체로 사용된다. 개발을 거쳐 1965년에 처음으로 시험 비행을 했지만 촉박한 개발일정으로 인해 1977년이 되어서야 90%의 신뢰도를 달성하며 국제기준을 통과하게 된다. 프로톤 발사체의 실체는 1986년까지 자유 세계에 알려지지 않았지만 1986년 미르 발사 때 그 실체가 드러난다. 프로톤은 1996년부터 International Launch Services(ISH)에 의해 상업용 위성들을 발사하고 있으며 이 분야에서 2011년까지 약 60억 달러를 벌어들였다.

#### 3) 특징

프로톤-K로 알려진 Proton 8K82K 모델은 프로톤 발사체 초기 모델로 상당한 독성을 가진 연료를 사용한다. 그러나 두 연료가 접촉하면 연소되는 특성으로 인해 점화 시스템이 따로 필요 없으며 상온에서 보관할 수 있기 때문에 발사체를 발사대에 무기한으로 배치해놓을 수 있다. 1971년부터 본격적으로 사용되기 시작했으며 365번의 발사 성공과 47번의 발사실패를 기록했다.

프로톤-K 발사체	
높이	53 m
직경	7.4 m
페이로드(LEO/GTO)	22.8 / 6.3 ton



출처:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Proton\\_\(rocket\\_family\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Proton_(rocket_family))

프로톤-K 발사체에 비해 개량된 프로톤-M 발사체는 국제우주정거장이 있는 저궤도에서 22톤의 페이로드를 가지고 있다. 또한 개량형인 Phase III Proton-M/ Briz-M 모델이 개발되었으나 2012년부터 2015년까지 연속적인 발사 실패를 겪으면서 현재 지속적으로 개발 중에 있다.

## (2) Kosmos-3M

1) 개발사: Production Association Polyot

### 2) 역사

Kosmos-3 발사체의 개량형인 Kosmos-3M 발사체는 1967년부터 운용되었고 2010년에 은퇴할 때까지 총 424번의 발사를 성공적으로 수행했다.

### 3) 특징

액체연료를 사용하는 2단 로켓인 Kosmos-3M 발사체는 저궤도에는 1,500 킬로그램, 태양동기궤도에는 775 킬로그램의 페이로드를 가지고 있다.



Kosmos-3M 발사체	
높이	32.4 m
직경	2.4 m
페이로드(LEO/SSO)	1,500 / 775 kg

### (3) Soyuz

1) 개발사: OAO S. P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia (OKB-1)

#### 2) 역사

소유즈 발사체는 1966년부터 운용되었으며 이후 다양한 파생 모델들이 나왔으며 그 중 Soyuz-U, Soyuz-FG, Soyuz-2 모델은 현재까지도 운용하고 있다. 2011년 미국의 스페이스 셔틀 프로그램이 종료되면서 현재 국제우주정거장에 우주인들을 실어 나를 수 있는 유일한 발사체가 되었다. 모든 모델을 합쳐서 현재까지 소유즈 발사체는 1700 회 이상 발사되었고 이는 역사상 그 어떤 발사체보다도 많은 횟수이다.

#### 3) 특징

소유즈 발사체의 가장 큰 특징은 그 단순성과 높은 신뢰성인데, 이로 인해 적은 가격에 이용할 수 있어 현재 많은 상업용 발사가 소유즈 발사체를 이용하고 있다.

현재까지 운용되고 있는 모델 중 Soyuz-U 모델의 경우 1973년부터 운용되어 오늘날까지도 사용되고 있다. 비록 2015년을 기점으로 생산은 중단되었지만 2017년까지도 발사가 예정되어 있다. 현재 운용되고 있는 발사체 중 가장 오래된 발사체인 Soyuz-U 발사체는 총 785회의 임무를 수행해 이 분야에서 세계 기록을 보유하고 있다.



Soyuz-U 발사체	
높이	51.1 m
직경	3 m
페이로드(LEO)	6700 - 6900 kg



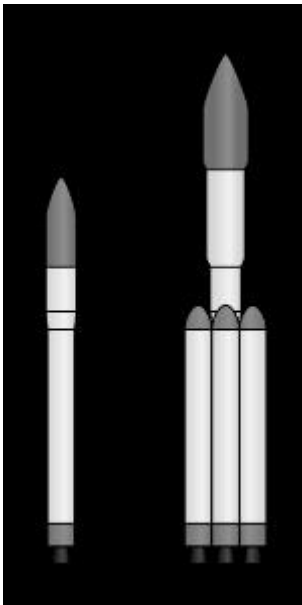
#### (4) Angara

1) 개발사: Khrunichev State Research and Production Space Center

##### 2) 역사

소비에트 연방의 해체 이후 러시아 정부는 부품을 생산하는 회사가 러시아가 아닌 우크라이나에 위치해 있고 발사장은 카자흐스탄에 위치해 있는 등 지속적인 우주탐사에 있어서 문제점을 가지게 된다. 이로 인해 러시아 정부는 우주탐사를 위해 러시아가 단독으로 생산해서 발사할 수 있는 계획을 세우게 되고 그 중 발사체 분야에서 1992년에 차세대 발사체인 Angara 발사체 개발을 시작한다. 그러나 재정적인 문제와 연료 변경 등으로 인해 2004년에서야 본격적인 Angara 발사체의 설계가 시작된다. 계획이 시작된지 22년이 지난 2014년 7월에 처음으로 Angara 발사체의 실험 비행이 수행되었다. 이러한 차세대 발사체 개발을 통해 러시아 정부는 앞으로의 우주 시장에서 앞선 소유즈, 프로톤 발사체와 같이 상업발사에서 큰 성과를 거둘 것으로 기대하고 있다.

##### 3) 특징



Angara 1.2 & Angara A5

Angara 발사체	
높이	42.7 - 64 m
직경	2.9 - 8.86 m
페이로드(LEO/GTO)	3800-24,500 / 5,400 - 7500 kg

Version	Angara 1.2	Angara A5
Booster	N/A	4x <a href="#">URM-1</a>
First stage	1xURM-1	1xURM-1
Second stage	Modified Block I	URM-2
Third stage (not used for <a href="#">LEO</a> )	–	<a href="#">Briz-M/Blok DM-03/KVTK</a> <sup>[29]</sup>
Thrust (at sea level)	1.92 <a href="#">MN</a>	9.61 MN
Launch weight	171.5 t	759 t
Height (maximal)	41.5 m	55.4 m
Payload ( <a href="#">LEO</a> 200 km)	3.8 t	24.5 t
Payload ( <a href="#">GTO</a> )	–	5.4/7.5 t
Payload ( <a href="#">GEO</a> )	–	3/4.6 t

## 2. 발사체 조직

(1) Khrunichev State Research and Production Space Center  
angara, Proton

(2) OAO S. P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia (OKB-1)  
soyuz

(3) Production Association Polyot  
kosmos

## 라) 유럽

11개의 유럽 국가들이 우주 탐사에 있어서 유럽의 연합된 노력이 필요하다는 판단 아래 1975년에 유럽항공우주국(ESA)가 설립되면서 가장 먼저 진행된 프로젝트 중 하나는 자체 기술로 만들어진 발사체 산업이었다. 다양한 국가가 모인 만큼 우주 탐사 계획에 있어서 서로 우선순위가 달랐지만 독자적인 우주 탐사를 위해서는 자체 개발한 발사체가 필수불가결하다는 사실에는 모든 국가가 동의했다. 1977년에 원래는 프랑스가 주도했었던 발사체 프로젝트의 이름을 정해야 했고, 테세우스가 미노타우루스의 미로를 빠져나올 수 있게 실을 준 그리스 여신인 아리안(Ariane)의 이름을 따서 아리안 프로젝트가 시작되었다. 1974년부터 개발이 진행된 발사체 프로젝트는 액체 산소와 액체 수소를 연료로 한 액체 로켓이었다. 여러 번의 우여곡절을 겪은 후 1979년 12월 24일에 프랑스령 기아나에서 성공적으로 발사되며 아리안 발사체의 시작을 알렸다.

### (1) 아리안 1,2,3 발사체

#### 1) 개발사: Arianespace

#### 2) 역사

1979년에 최초로 발사된 아리안 1 발사체는 한 번의 발사에 2대의 통신위성을 궤도에 올릴 수 있도록 설계되었다. 위성의 크기가 커지면서 점차적으로 페이로드가 증가된 아리안 2, 아리안 3 발사체가 등장했다. 아리안 1 발사체는 1979년부터 1986년까지 총 11회, 아리안 2 발사체는 1987년부터 1989년까지 총 5회, 아리안 3 발사체는 1989년부터 1993년까지 총 11회 발사되었다.

#### 3) 특징

세 발사체는 각기 조금씩 다른 특징을 가졌고 특히 아리안 3 발사체는 액체 연료 혹은 고체 연료 엔진을 추가로 장착할 수 있어서 세 발사체 중 가장 유연한 임무 능력을 자랑했다.

	아리안 1	아리안 2	아리안 3
높이	47.4 m	49 m	49 m
직경	3.8 m	3.8 m	3.8 m
발사 질량	210 톤	219 톤	237 톤
최대 페이로드	1.83 톤	2.27 톤	2.65 톤



출처:  
[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Launchers/Ariane\\_1\\_2\\_32](http://www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Ariane_1_2_32)

## (2) 아리안 4 발사체

### 1) 개발사: Arianespace

### 2) 역사

아리안 4의 별명은 ‘workhorse’였다. 1998년부터 2003년까지 총 113회의 발사가 진행되었으며 운용되었던 기간의 상업 발사 시장의 50%를 차지하면서 유럽이 상업 발사 시장에서 어떠한 역할을 수행할 수 있는지를 보여줬다.

### 3) 특징

아리안 4 발사체는 아리안 2/3의 개량형으로 1단계와 3단계에서 그 길이를 늘림으로서 구조적으로 뿐만 아니라 역학적으로도 뛰어난 성능을 보였다. 1단계에서는 각각 667kN의 추력을 내는 Viking 2B 엔진 4개를 사용하고 2단계에서는 1개의 Viking 4B 엔진을, 그리고 마지막 3단계에는 액체 산소와 액체 수소를 이용하는 HM7-B를 사용했다. 또한 여기에 고체 혹은 액체 엔진을 사용하는 부스터를 추가로 장착하는 다양한 모델을 활용해 다양한 임무에 맞는 성능을 낼 수 있었다.

아리안 4 발사체						
	40	42P	44P	42L	44LP	44L
높이 (m)	58.72	58.72	58.72	58.72	58.72	58.72
직경 (m)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
발사 질량 (ton)	240	320	350	360	420	470
최대 페이로드 (ton)	2	2.7	3.1	3.3	3.8	4.3

Ariane 44LP Ariane 40 Ariane 42P Ariane 44P Ariane 42L



출처: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Launchers/Ariane\\_42](http://www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Ariane_42)

### (3) 아리안 5 발사체

#### 1) 개발사: Arianespace

#### 2) 역사

아리안 4 발사체를 잇는 발사체이긴 하지만 아리안 4 발사체의 개량형은 아니다. 1997년 시험 발사에 성공하고 1999년 12월에 첫 비행 발사에 성공한 이래 현재까지 많은 개량형을 거쳐 사용되고 있으며 2023년까지 사용될 예정이다. 2015년 10월까지 총 88회의 발사되었으며 2002년 12월 발사 실패 이후 74번 동안 실패 없이 발사되었다.

#### 3) 특징

아리안 5 발사체는 HVL로써 정지궤도, 저궤도, 태양 동기 궤도, 그리고 지구탈출용 발사체로 사용된다. 아리안 5 발사체의 1단계는 액체 산소와 수소를 사용하는 EPC를 사용하고 1,390kN의 추력을 내는 Vulcain 2 엔진으로 구성되어 있다. 또한 임무에 맞게 고체 부스터를 추가로 사용한다. 2단계에서는 개량형에 따라 고체 혹은 액체 엔진을 사용한다. 현재는 주로 2가지 분류의 아리안 5 발사체가 사용되고 있는데 아리안 5 ECA 발사체는 주로 통신위성을 발사하는데 사용되고 아리안 5 ES 발사체는 저궤도 혹은 중궤도에서의 다양한 임무를 위해 사용되고 있다.

아리안 5 발사체를 운용하기 위해 유럽항공우주국은 프랑스령 기아나에 새로운 우주 센터를 건설했으며 그 근방에서 부스터에 사용되는 고체 연료를 생산하고 있다.

높이 (m)	46 - 52
직경 (m)	5.4
발사 질량 (ton)	746
페이로드	6(GTO) & 9.5(SSO)



출처: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Launchers/Launch\\_vehicles/Ariane\\_5\\_Generic2](http://www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Launch_vehicles/Ariane_5_Generic2)

#### (4) 아리안 6 발사체



출처: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Launchers/Launch\\_vehicles/Ariane\\_6](http://www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Launch_vehicles/Ariane_6)

##### 1) 개발사: Arianespace

##### 2) 역사

2014년 12월 유럽우주기구(ESA)는 급변하는 상업 발사 시장의 수요에 대응하기 위해 새로운 발사체가 필요하다는 판단 하에 차세대 발사체인 아리안 6 발사체 개발을 결의한다. 차세대 발사체의 경우 ESA와 산업계에서 그 임무와 비용 그리고 위험요소를 나눈다는 점에서 이전의 발사체들과는 차이를 지닌다.

##### 3) 특징

아리안 6 발사체 개발의 목표는 정부의 지원 없이 경쟁력 있는 가격으로 우주탐사에 나설 수 있는 발사체를 개발하는 것이다. 구체적으로는 극궤도 및 태양동기궤도의 경우 4.5톤의 페이로드를, 정지궤도의 경우 5-10.5톤의 페이로드를 목표로 하고 있다. 또한 아리안 5 발사체에서 사용한 엔진을 재활용하여 발사 비용을 현재의 절반으로 낮추는 것을 목표로 하고 있다. 첫 발사 예정은 2020년이다.



## (5) Vega 발사체

### 1) 개발사: Arianespace

### 2) 역사

Vega 발사체는 Arianespace 사가 Italian Space Agency와 ESA와 협력해 1998년부터 개발한 발사체로 2012년 2월 최초로 발사되었다. 현재까지 총 7회 발사되어 모두 성공했다.

### 3) 특징

Vega 발사체는 소형 발사체로 부스터를 사용하지 않고 3개의 고체 엔진을 사용한다. 1단에서는 P80 엔진을, 2단에서는 Zefiro 23 엔진을, 3단에서는 Zefiro 9 엔진을 사용한다. Vega 발사체의 기본 임무 할당량은 1500kg의 페이로드를 700km 고도에 올려놓는 것이다.

높이 (m)	30
직경 (m)	3
발사 질량 (ton)	137
극궤도 페이로드	1,430 kg
타원궤도 페이로드	1,963 kg
SSO 페이로드	1,450 kg



출처: [https://en.wikipedia.org/wiki/Vega\\_\(rocket\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Vega_(rocket))

## 2. 발사체 조직

### (1) Arianespace

Arianespace는 1980년 설립된 프랑스의 다국적 기업으로서 최초의 상업 발사를 제공한 기업이다. 유럽우주기구 ESA의 협력체로서 Ariane 발사체 프로그램의 생산, 운용 및 마케팅을 담당했다. 현재 3개의 발사체를 운용하고 있는데 대형 발사체로는 Ariane 발사체, 중형 발사체로는 Soyuz, 소형 발사체로는 Vega를 운용하고 있다. 특히나 Soyuz 발사체의 경우 2011년 10월에 과거 소련 영토가 아니었던 지역에서 최초로 발사했다. 남아메리카에 위치한 프랑스령 기아나에 발사장을 가지고 있으며 이곳에서 3개의 발사체를 모두 운용하고 있다. 또한 카자흐스탄의 바이코누르(Baikonur) 발사장에서는 Soyuz 발사체만을 운용하고 있다.

출범 이후 총 540대가 넘는 위성을 발사했으며 현재까지 발사된 통신위성의 절반 이상의 발사를 담당했다. 2015년 매출은 약 14억 유로를 기록했고 현재 52억 유로에 달하는 54개의 임무에 대한 계약이 진행 중이다. 세부적으로는 Ariane 5 발사임무 21개, Soyuz 발사임무 24개, 그리고 Vega 발사임무 9개이다. 2015년에는 Ariane 5 발사체 6회 발사, Soyuz 발사체 3회 발사, Vega 발사체 3회 발사를 수행해 총 12회의 발사임무를 수행했다.

프랑스 파리 근교의 Evry에 본부를 두고 있으며 전세계적으로 남아메리카, 미국, 일본, 그리고 싱가포르에 지부를 가지고 있다. 300명이 넘는 직원이 근무하고 있으며 총 20개의 유럽 국가들이 지분을 가지고 있다. 프랑스가 64.1%, 독일이 19.85%, 이탈리아가 3.38%, 그리고 벨기에가 3.36%의 지분을 보유 중이다.

2004년 한 때 전 세계 상업 발사 시장의 절반 이상을 차지했던 Arianespace는 이후 미국의 SpaceX사의 등장과 함께 경쟁 체제에 들어가게 된다. 합리적 구조조정과 가격 정책 등을 통해 더욱 저렴한 발사 비용을 제공하기 위해 노력하고 있지만 최근에는 유로와 달러 간의 환율 등으로 인해 더욱 경쟁이 어려워지면서 유럽우주기구에 지원금을 요청했다. 앞으로도 상업 발사 시장에서 SpaceX사를 비롯한 다양한 업체들과의 험난한 경쟁이 계속될 것으로 전망된다.

## 마) 일본

일본은 1950년대부터 현재까지 우주 과학탐사 위주로 꾸준히 우주개발을 진행하고 있는 우주 선진국이다. 특히 최초로 소행성 샘플 채취에 성공한 Hayabusa로 우주강국으로서의 지위를 전세계에 알렸고 현재도 많은 탐사 프로젝트를 단독 또는 공동으로 진행하고 있다. 이런 일본의 우주탐사의 뒤에는 1960년대부터 진행해온 발사체 기술이 있다. 1960년대 운용되었던 L-4S 발사체부터 현재 쓰이고 있는 H-II 로켓, 그리고 그 후속작인 H-IIA와 H-IIB에 이르기까지 일본의 우수한 발사체 기술은 다양한 임무를 수행하는 기반이 되고 있다.

### 1. 발사체 종류

#### (1) H-II 발사체

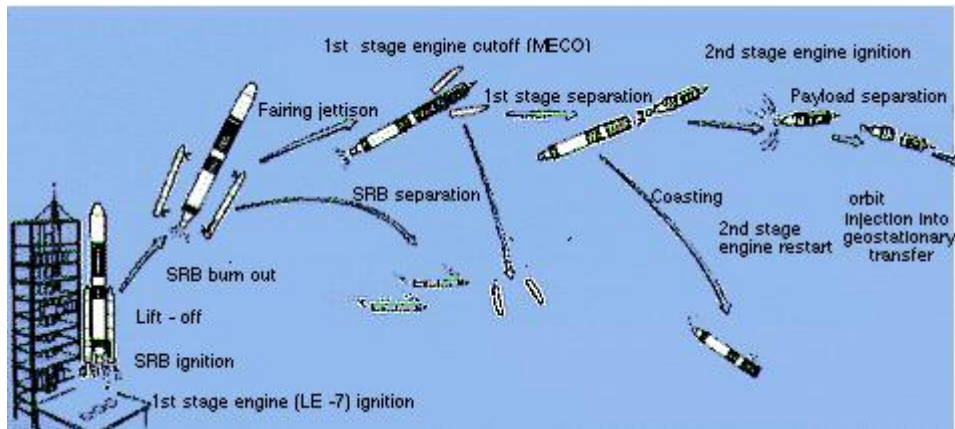
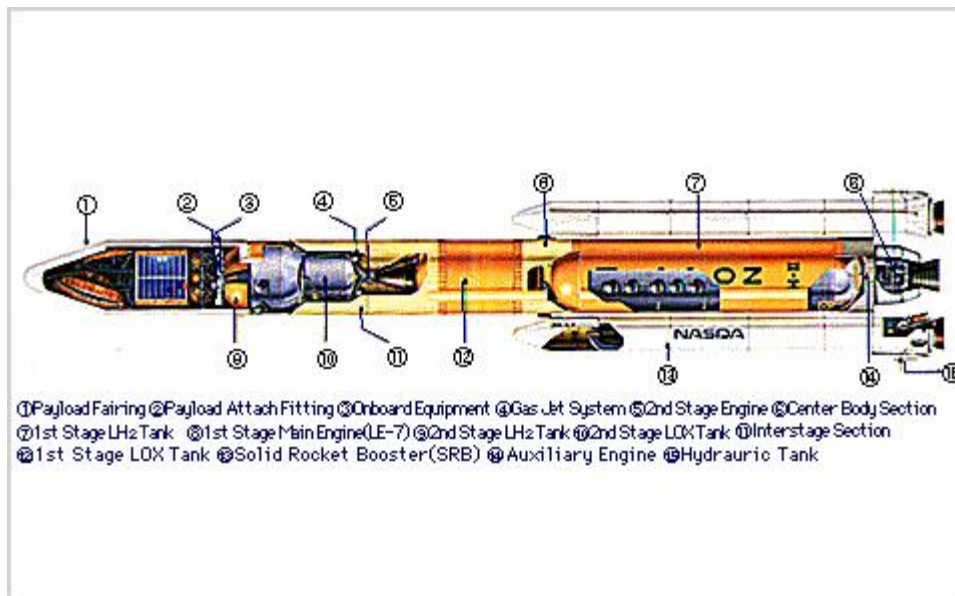
##### 1) 개발사: Mitsubishi Heavy Industries

##### 2) 역사

1994년에 최초로 발사되었고 1999년의 발사 실패 이후 더 이상 발사되지 않았지만 H-II 개발에 축적된 노하우와 기술들은 차후 H-IIA 발사체 개발에 핵심적인 역할을 수행했다.

##### 3) 특징

일본 우주탐사 계획의 중심에 있는 H-II 발사체는 2톤 급의 정지궤도 위성을 발사할 수 있으며 일본이 완전히 자체 개발한 2단계의 액체연료를 사용하는 발사체로 구성되어 있다. 정지궤도 뿐만 아니라 저궤도와 중궤도 발사가 가능하며 2톤의 수용능력으로 인해 1톤급 정지궤도 위성 2대를 발사하는 것도 가능하다. 1단계는 LE-7로 알려진 액체 산소/액체 수소 엔진으로 이루어져 있다. H-II 발사체 개발을 위해 새롭게 개발된 이 엔진은 진공상태에서 약 110톤 정도의 출력을 제공한다. 2단계는 LE-5A 엔진이 달려있는데 H-I 발사체에서 사용된 LE-5 엔진보다 향상된 성능을 제공한다. 관성 유도 방식을 이용하여 보다 안정적인 궤도 진입이 가능하다.



출처: <http://global.jaxa.jp/projects/rockets/h2/index.html>

## (2) H-IIA 발사체

### 1) 개발사: Mitsubishi Heavy Industries

### 2) 역사

2001년 8월에 202 모델이 최초로 발사되었고 이후 총 31번의 발사 중 30번의 발사에 성공했다. 원래는 JAXA에서 생산 및 관리를 담당했지만 2007년 4월 이후 MHI로 그 권한이 넘어간다.

### 3) 특징

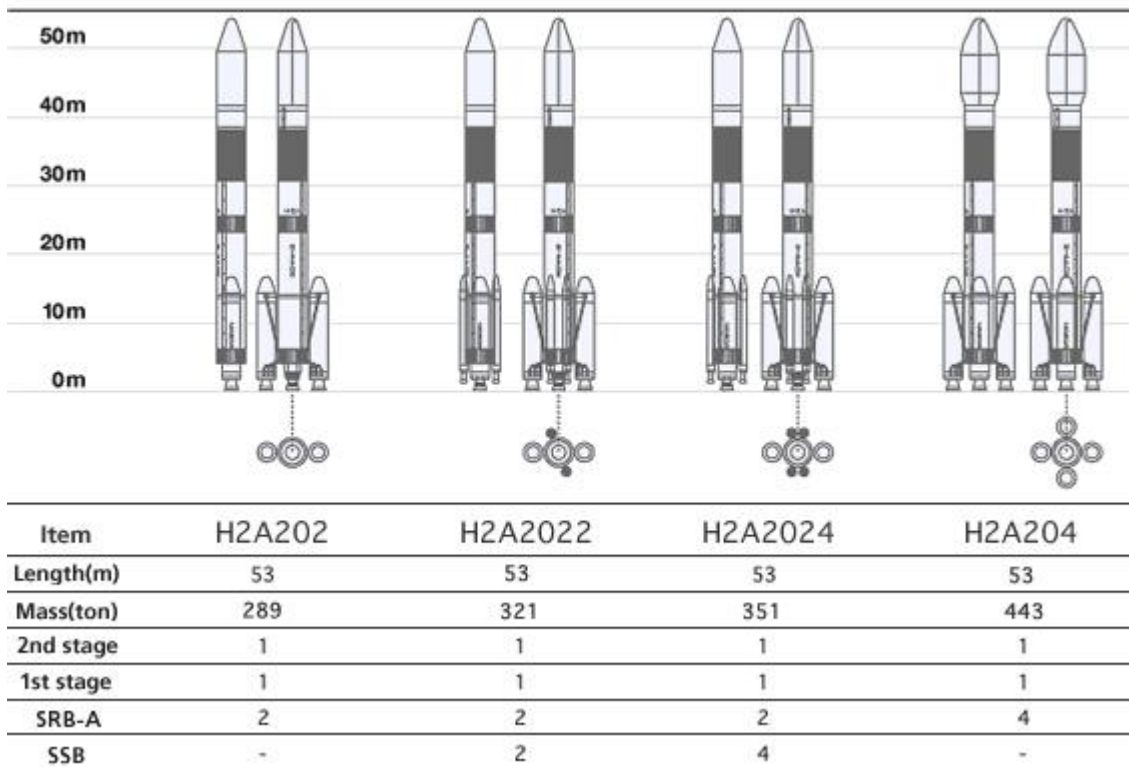
일본의 대형 발사체인 H-IIA 발사체는 H-II 발사체에 사용되었던 기술들을 기반으로 보다 다양해지는 우주탐사 임무를 수행하기 위해 개발되었다. H-IIA 발사체는 향상된 효율과 간단한 디자인 덕에 무게 대비 발사 비용이 약 절반으로 줄어들면서 세계에서 가장 뛰어난 발사체 중 하나가 되었다. H-IIA Flight 13 이후로 H-IIA 발사체 운용은 미쓰비시 중공업이 담당하게 되었고 JAXA는 안전에 관련된 업무를 수행하게 되었다. 현재 JAXA는 보다 효율적인 발사체 개발을 위해 H-IIA 업그레이드 프로젝트를 진행하고 있다.

H-IIA 발사체 Spec.	
길이(m)	53
발사체 질량(t)	289
유도 기법	관성 유도 기법



H-IIA 발사체는 다양한 임무 수행이 가능하다. 지구 정지궤도의 경우 약 36,000km 고도에 약 4톤의 페이로드를 가지고 있으며 저궤도의 경우 300km 고도에 약 10톤의 페이로드를 가지고 있다. 태양 동기 궤도의 경우 800km 고도에 약 4톤의 페이로드를 가지고 있고 행성간 임무를 위한 지구탈출의 경우 약 2.5톤의 페이로드를 가지고 있다.

또한 H-IIA 발사체는 임무에 따라 고체 로켓 부스터를 추가로 장착하는 다양한 구성을 가지고 있다. 구체적인 구성은 다음과 같다.



출처: <http://global.jaxa.jp/projects/rockets/h2a/>

그러나 개발된지 14년이 지난 현재 H-IIA 발사체는 페이로드 부족과 관리비용 증대 등의 문제점을 노출하고 있다. 이에 JAXA는 H-IIA 발사체 개량 계획을 발표하고 2015년 11월에 H-IIA 개량형을 사용한 Telstar 12 Vantage를 발사했다. 개량 계획의 핵심은 다음과 같다.

- (1) 정지궤도 페이로드 개선
- (2) 페이로드 향상을 위한 온보드 환경 개선
- (3) 유지비 절감을 위한 지상장비 개선

### 3) H-IIB 발사체

#### 1) 개발사: Mitsubishi Heavy Industries

#### 2) 역사

현재 일본의 주력 발사체인 H-IIA 대형 발사체는 다양한 인공위성 임무를 수행하고 있다. H-IIB 발사체는 H-IIA 발사체의 개량형으로서 국제우주정거장 화물 운송과 달 탐사 등 추후 우주탐사 임무에서 혁신적인 역할을 수행할 것으로 기대하고 있다. 2009년부터 2015년까지 총 5대의 발사가 진행되었다.

#### 3) 특징

H-IIB 발사체는 2단계의 액체 연료를 사용하는 로켓으로 구성되어 있고 4개의 고체 로켓 부스터(SRB-A)를 사용하고 있다. 1단계는 H-IIA와 같은 LE-7A 엔진을 사용하지만 1개인 H-IIA와는 달리 2개로 구성되어 있으며 4개의 SRB-A가 달려있다. 추가적으로 4m의 직경을 가진 H-IIA와는 달리 H-IIB의 1단계 로켓의 직경은 5.2m에 달하며 길이 또한 1m가 더 길다. 이러한 차이들로 인해 H-IIB 발사체는 H-IIA 발사체에 비해 1.7배의 연료가 필요하다. 또한 여러 개의 엔진을 클러스터함으로써 개발 기간과 비용을 절감할 수 있었다.

H-IIB 발사체의 주요 임무는 두 가지다. 첫째는 국제우주정거장에 생활물자 뿐만 아니라 실험 장비들, 샘플 및 연구 장비들을 전달하는 H-II Transfer Vehicle(HTV)인 “KOUNOTORI”이다. HTV 궤도 진입의 경우 고도는 350-460km이고 페이로드는 16.5톤이다. 다른 하나는 보다 다각화되는 임무 수요에 따른 H-IIA와 H-IIB 발사체 공동 활용이다. H-IIB 발사체는 H-IIA 발사체에 비해 페이로드가 크기 때문에 한 개 이상의 위성을 실을 수 있어 발사비용을 절감할 수 있다.

H-IIB 발사체 Spec.	
길이(m)	56.6
발사체 질량(t)	531
유도 기법	관성 유도 기법



#### 4) Epsilon 발사체

1) 개발사: JAXA

## 2) 역사

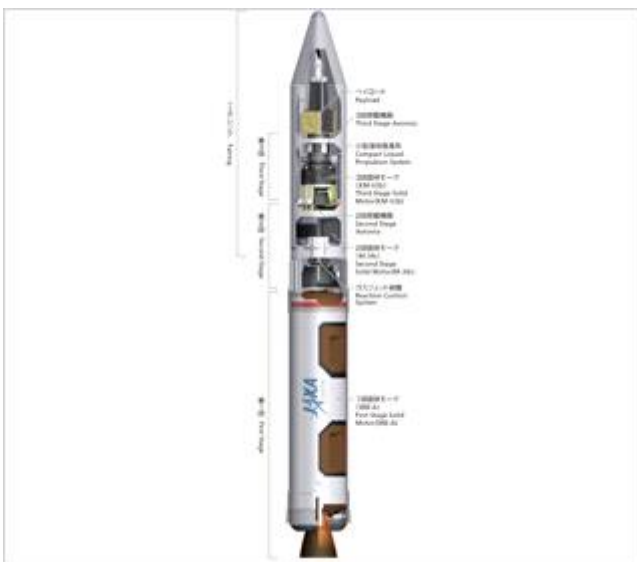
2013년에 최초로 발사된 것이 전부이며 앞으로 다양한 임무에 사용될 것으로 기대하고 있다.

### 3) 특징

Epsilon 발사체는 JAXA에서 개발하고 있는 차세대 고체연료 로켓으로 이전의 M-V 발사체에 비해 발사 비용을 3분의 1로 줄일 것으로 기대하고 있다.

Epsilon 발사체의 핵심 내용 중 하나는 발사 시스템의 혁신이다. 발사 수행에 필요한 작업을 기존에 비해 4분의 1로 줄이고 인터넷을 통해 전 세계 어디에서도 발사체의 상황을 체크할 수 있도록 시스템을 간편화하여 혁신적인 발사 시스템을 구상하겠다는 것이다. 또한 현재 온보드 환경이 각각의 로켓에 맞게 맞춤형으로 제작되고 있지만 이를 모듈화하는 등의 노력을 통해 발사체의 발사에 들어가는 노력을 최소화하여 우주 발사를 하나의 거대한 프로젝트가 아닌 일상적인 일로 만들기 위해 노력하고 있다.

현재 개발 중에 있으며 길이는 24m, 무게는 91톤이다.





## 2. 발사체 조직

### (1) JAXA

이처럼 일본은 발사체 기술을 1960년대 이후 지속적으로 자체 개발해왔다. 그 결과 현재 세계적인 수준의 자체 발사체 기술을 보유하고 있으며 이를 기반으로 다양한 우주 임무를 수행하고 있다. 또한 정책적으로도 일본은 지속적인 우주개발을 추진하고 있다. 일본의 우주기본법은 2008년 5월 일본의회에 의하여 통과되었고, 그해 8월에 발효되었다. 우주기본법에 따르면, 우주정책을 담당하는 새로운 전략본부와 장관이 수상 산하로 설치되었다. 현재 JAXA의 조직도에서도 Space Technology Directorate I 산하의 Space Transportation Technology 부서에서 주로 발사체 업무를 담당하고 있는 것을 확인할 수 있다.

출처: JAXA ORGANIZATION CHART

일본은 현재의 발사체를 대체할 수 있는 차세대 플래그쉽 발사체 개발에 대한 프로젝트를 미쓰비시 중공업과 JAXA를 중심으로 2014년 4월부터 시작했다. 이 계획의 핵심 목표는 세계 민간 우주 시장에서의 경쟁력을 확보하고 우주에 대한 접근성을 확보하는 것이다.

현재 일본은 타네가시마 우주 센터와 우치노우라 우주 센터를 운영하고 있다. 두 곳의 발사장에서는 앞에서 소개한 H-IIA와 H-IIB 로켓을 이용한 발사가 운용되고 있으며 앞으로 개발될 Epsilon 발사체도 기존의 발사장을 그대로 사용한다는 계획을 가지고 있다.

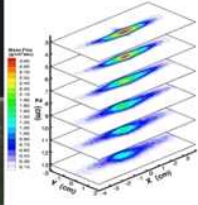
### (2) Mitsubishi Heavy Industries

## 5) 국내·외 발사체 개발 조직 및 인력 유지 사례 조사 결과

### 1. 국내 발사체 전문인력 프로그램

#### 서울대 차세대우주추진연구센터

- 주관기관 : 서울대
- 참여대학 : 서울대 외 7개 대학, 7개 기업
- 연구기간 : 2013년-2020년
- 참여인력 : 78명 (교수 13명, 연구원 65명)
- 연구 : 발사체 관련 핵심기술 확보
- 차세대 재사용 가능 메탄엔진 연구



#### 서울대 우주융합대학원

- 각 분야의 실무기술 지식 습득 목표
- 위성시스템/우주발사체시스템 분야 교육
- 산학연 연계 실무형 실험
- 항공우주연구원/나로우주센터 방문 수업진행
- 실무 연계 프로젝트 시행
- 이론-실험-실무 연계 교육 실시



#### KAIST 인공위성연구센터

- 1989년 8월 설립 및 1990년 ERC 선정
- 1992년 우리별 1호를 시작으로 2013년 과학기술위성 3호까지 위성 연구 개발 수행
- 인공위성 개발과 우주개발 인력 양성 목표
- 캔위성 경연대회 주최 및 우주탐승권 프로그램 등으로 인공위성 기술 대중화 노력
- Satrec Initiative 파생을 통한 연구 저변 확대



#### 과학기술연합대학원대학교 UST

- 2004년 개교
- 학제 간 신생융합기술분야의 현장경험과 연구 활동을 통한 인력양성
- 항공우주시스템공학 전공 운영
  - 로켓엔진, 가스터빈, 항공기, 위성, 제어 등 연구
  - 재학생 10명, 졸업생 8명
  - 캠퍼스 : 한국항공우주연구원 등 3개 연구소



## 2. 미국

번호	제목
1	Antrix chief calls for focus on low-cost launch vehicles
2	Why America Needs India's Rockets
3	Milestone-setting 100th EELV rocket moves to launch pad
4	Air Force Slowly Reacting to Reusable Rockets, Cheap Launch
5	Blue Origin Introduces New Glenn, its Reusable, Vertical-Landing Booster
6	SpaceX Returns to Flight, Lands Falcon 9 First Stage Booster
7	U.S. launch companies lobby to maintain ban on use of Indian rockets
8	House committee weighs small launch vehicle policy issues
9	US should reassess its restriction on India's satellite launch vehicle
10	After successful Antares launch, NASA wants Orbital ATK to launch on ULA's rocket again
11	NASA Under Trump
12	NASA trying to rein in next-generation super-heavy lifter costs

## 3. 러시아

번호	제목
1	The Sad Story of Russia's Space Shuttle Program
2	Russia introduces upgraded Proton-M
3	Russia's Angara rocket wins first commercial launch contract

4. 유럽

번호	제목
1	Europe extended satellite navigation system by launching four satnav spacecraft
2	ISRO in global competition to cut cost of satellite launch
3	Ariane 6 gets full funding from ESA
4	ESA Confirms Development with Airbus Safran of Ariane 6 Launch Vehicle
5	Ariane 5, in 75th straight success, conducts its first launch of Europe's Galileo satellites
6	Britain endorses ESA, promises increased export-credit support for industry

5. 중국

번호	제목
1	China Launches Heavy-Lift Long March 5 Rocket for 1st Time
2	Long March 11 launches pioneering X-ray pulsar navigation spacecraft
3	Long March-5 reflects China's "greatest advancement" yet in rockets
4	China launches manned space mission
5	China's New Rocket Brings Their Space Station Plans Closer
6	China opens 2016 campaign with Long March 3B launch of Belintersat-1
7	The Chinese guide to galaxy: Country plans to send commercial tour groups into space from 2025
8	China Amps Up Space Program in Race to Challenge U.S.
9	China Wants the Moon. But First, It Has to Spend a Month in Space
10	China Is About to Launch Its Space Program Into High Gear

6. 일본

번호	제목
1	Japanese H-IIA rocket launches Himawari 9 satellite
2	Tanegashima: Japan's Largest Space Center
3	Japan's H-3 rocket to be more powerful, cost-effective than predecessor
4	Japanese Supply Ship to Launch Toward Space Station: How to Watch Live
5	A Sounding Move By Japan For Smallsat Launches

7. 국내

번호	제목	기사 날짜
1	사천종포산단 KAI 인공위성발사체 공장 추진	2016.11.08.
2	한국형 우주발사체 개발 차질	2016.07.18.
3	한국형 발사체 시험발사 연기될듯...연료탱크 용접 등 문제(종합)	2016.07.01.
4	에어버스 사프란 론처스, 제품 라이프사이클 프로세스 혁신 위해 지멘스 PLM 소프트웨어 선정	2016.11.04.
5	"러시아서 기술독립...한국형 발사체 내년말 시험발사"	2016.01.31.
6	[과학 핫이슈]우주 발사체 전쟁	2016.06.25.
7	러시아 新 우주발사체 자체제작	2016.09.02.
8	한화테크윈, 한국형발사체 75톤 로켓엔진 공급	2016.03.21.
9	한국형 발사체 첫 액체엔진 실험 성공	2016.05.09.
10	2조 원 삼킨 액체로켓 개발 안 하나, 못하나	2016.07.27.
11	러시아우주센터 한국과 러시아 로켓 발사체 '앙가라' 납품계약 체결	2016.07.30.
12	스페이스X 팰컨9 1단 발사체 바다 위 무인선 착륙	2016.04.09.
13	미 의회 RD-180 러시아 우주발사체 엔진 수입 확대안 찬성	2016.04.30.
14	올해 한국형 발사체-달탐사에 7464억 '올인'	2016.02.28.
15	2020년, 한국형 발사체로 달 탐사	2015.12.30.
16	한국형 발사체 개발 '속도'...엔진설비 준공	2015.12.06.
17	재활용 우주발사체 상용화로 민간 우주여행 꿈 이룬다	2016.02.18.

18	한국형발사체개발사업 1단계 성공...2단계 돌입	2015.07.30.
19	우주발사체 재활용 시대 성큼...블루오리진에 이어 스페이스X도 성공	2015.12.22.
20	[고든 정의 TECH+] 美정부도 '재사용' 우주 발사체 XS-1 개발한다	2016.04.17.
21	"로켓 엔진 개발 큰 진전... 2020년 달탐사선 발사 청신호"	2015.12.22.
22	"선도형 혁신전략 짜라" ... 핵융합·우주발사체·신약 세계 주목	2016.05.30.
23	러시아-중국, 확대협력차원에서 RD-180 로켓엔진 공급 전망	2016.06.22
24	한국형발사체 개발사업에 산업체 역할 확대	2015.04.08.
25	유럽 차세대 우주발사체 '아리안 6호' 에어버스가 제조	2015.08.12.
26	우주산업 OECD 8위..."官주도 정책 바꿀때"	2016.10.12.
27	발사체·위성개발 등 우주개발에 적극 나선다	2015.06.29.
28	"한국형발사체에 핵폐기물 실어 우주에 격리"	2014.04.24.
29	한국형 발사체 등 우주개발에 3천740억원 투자	2015.02.08.
30	중국 북부지역에 소재한 산시성 타이위안시 우주발사장에서 '창정 6호' 로켓 발사가 성공적으로 진행됐다고 일요일 신화통신이 보도했다.	2015.09.20.
31	KAI, 한국형발사체 체계 총조립 기업 선정	2014.01.21.
32	전투기로 위성 발사...저고도에서 북한 감시	2015.03.09.
33	한 계단 한 계단 도약하는 한국형발사체	2014.12.16.
34	미래부-항우연, 한국형발사체 엔진조립장 준공	2014.10.24.
35	<나로호> 발사 이후...'한국형발사체'로 재도약	2012.11.28.
36	[한국 인공위성의 진화] 발사체 조립공장 가보니... '발사 성공률 98% 자랑' 아리안5에 실려 우주로	2015.10.22.
37	러시아-유럽 공동 화성탐사선 발사 성공	2016.03.14.
38	국가우주개발 역량 강화 시급, 정책적 노력 필요	2016.08.18.
39	한국형발사체 `심장` 올해 탄생한다	2015.01.04.
40	신산업 창출 `보고`... 민간주도 산업생태계 구축 서둘러야	2016.03.02.
41	[단독] 우주발사체 '우레 엔진' 독자 개발한다	2013.02.01.
42	한국형 우주발사체	2013.11.27.
43	실패하면 여론 못매...'나로호 올인'하다 독자엔진 10년 늦어져	2016.02.12.
44	"한국형발사체 잘 되고 있나?"...미래부 간담회 열어	2014.06.26.

45	5년 뒤 한국형 발사체 쏜다...풀어야 할 문제는?	2013.01.31.
46	한국형발사체 개발...잘 진행되고 있나?	2014.03.27.
47	나로호 발사 2년...국산 발사체 가속도	2015.01.30.
48	아리랑 3A호 쏘아 올린 '드네프르' 발사체는?	2015.03.26.
49	한국형 발사체 개발과 우리의 우주산업	2014.02.26.
50	잘나가는 러 로켓산업...인텔넷 통신위성 5기 발사 계약	2015.11.12.
51	앨런 머스크, 민간 발사체로 우주 정거장 도킹에 성공	2015.09.16.
52	박근혜 대통령 나사방문 "한국형 발사체 개발, 무인 달 탐가 계획"	2015.10.15.
53	‘로켓재사용’ 노리는 3인의 ‘우주 슈퍼리치’ ...로켓 철저 비교	2016.01.22.
54	나로우주센터 증축...한국형 발사체 꼭 쏜다	2013.02.07.
55	한국형 발사체 산업화 성공하려면 시장경쟁력 갖춰야	2013.12.19.
56	[단독]스페이스 X, 한국 우주시장 첫 진출..KT 위성 발사체 선정	2015.02.16.
57	美스페이스X社 '로켓 재사용' 실험 실패..."향후 재도전"	2015.01.11.
58	[과학TALK] ‘아이언맨’ 머스크의 로켓 재사용의 과학, 그리고 경제학	2016.04.24.
59	한국 최초 우주발사체, 우주로 간다	2010.05.29.
60	[OBS '명불허전'] 조광래 한국항공우주연구원장 "우주 발사체를 갖는다는 것, 국력"	2015.05.19.

※관련자료 붙임 1 참조

### 수행내역

## III - 국내 발사체 개발 관련 산업계 개발 역량 및 참여 저해 요인 분석

### 1. 우주산업 활성화 컨퍼런스 개최

- 일시 : 2016.10.11. 14:00
- 장소 : 국립과천과학관 상상홀
- 주요내용 : 우주산업 성과 및 활성화 방안 도출·공유
  - (기조강연) 우주산업 현황 및 주요 정책 소개
  - (주제발표) 우주산업 분야별 성과 공유 및 활성화 방안 토의
  - (패널토의) 우주산업 당면 과제 및 발전방향
- 참석자 : 100명 내외(산학연 종사자 및 협회 분과위원 등)
- 행사 진행 일정

구분		시간	내용	발표자
개회		13:30~13:35(5')	개회 및 귀빈 소개	사회자
기조강연		13:35~13:45(10')	우주산업 성과 및 주요 정책 소개	미래부/ 한국연구재단 (신의섭교수)
포상		13:45~13:50(5')	유공자 포상	협회장
1부	주 제 발 표	13:50~14:05(15')	발사체 전문인력 양성 현황 및 산업인력 고도화 방안	서울대 (윤영빈 교수)
		14:05~14:20(15')	위성영상 해외수출을 위한 정부의 역할	인스페이스 (이동진 전무)
		14:20~14:35(15')	언론에서 바라본 우주개발과 미래	YTN (김진두 기자)
휴식		14:35~14:45(10')	Break Time	
2부	토 패 의 논	14:45~15:15(30')	[종합토론]우주산업의 당면과제 및 발전방향	패널위원
		15:15~15:25(10')	질의응답 및 총평	좌장
폐회		15:25~15:30(5')	폐회	사회자





※관련자료(컨퍼런스 간담회 회의록) 붙임 2 참조

## 2. 발사체 분과위원회 개최

○ 일시 : 2016.10.20. 10:00

○ 장소 : (사)한국우주기술진흥협회 대회의실

○ 참석자 : 발사체 분과위원회 위원, (사)한국우주기술진흥협회

○ 주요내용 : ‘한국형발사체개발사업 참여확대를 위한 사업지속성 확보방안 연구’ 관련 의견 수렴, 분과위원회 운영 관련 협의

○ 참석자

NO	회사명	참석자	비고
1	단암시스템즈	석종낙 이사	-
2	바로텍시너지	정병호 연구소장	-
3	한국항공우주산업	한은수 상무	-
4	비츠로테크	황리호 상무	-
5	스페이스솔루션	윤호성 이사	-
6	한양이엔지	서중규 이사	-
7	큐니온	박종희 상무	-
8	현대로템	안경수 이사	-
9	신성이엔지	정성근 본부장	-
10	두원중공업	박삼근 전무	-
11	S&K항공	정상완 이사	-
12	한화	최중렬 이사	-
13	한화테크윈	서 혁 상무	-

○ 주요 활동 내용

### 3. 발사체/위성체 분과위원회 대상 설문조사



- 일시 : 2016.10.20.~30.(10일간)
- 방법 : 전자메일을 통한 설문조사
- 대상자 : 발사체 분과위원회 위원, 위성체 분과위원회 위원
- 주요내용 : ‘한국형발사체개발사업 참여확대를 위한 사업지속성 확보방안 연구’ 관련 의견 수렴,

○ 대상자

설문조사 대상자 명단

NO	회사명	참석자	비고
1	단암시스템즈	석종낙 이사	발사체 분과
2	바로텍시너지	정병호 연구소장	발사체 분과
3	한국항공우주산업	한은수 상무	발사체 분과
4	비츠로테크	황리호 상무	발사체 분과
5	스페이스솔루션	윤호성 이사	발사체 분과
6	한양이엔지	서중규 이사	발사체 분과
7	큐니온	박종희 상무	발사체 분과
8	현대로템	안경수 이사	발사체 분과
9	신성이엔지	정성근 본부장	발사체 분과
10	두원중공업	박삼근 전무	발사체 분과
11	S&K항공	정상완 이사	발사체 분과
12	한화	최중렬 이사	발사체 분과
13	한화테크윈	서 혁 상무	발사체 분과
14	단암시스템즈	석종락 이사	위성체 분과
15	AP우주항공	곽신웅	위성체 분과
16	한화	이재원 책임	위성체 분과
17	한국항공우주산업	한은수	위성체 분과
18	쎄트렉아이	이현우 PM	위성체 분과
19	로데슈바르츠코리아	최종호 전무	위성체 분과
20	전자통신연구원	안재영 부장	위성체 분과
21	LIG넥스원	이수호 실장	위성체 분과
22	드림스페이스월드	이성호 대표	위성체 분과
23	두원중공업	정상완 이사	위성체 분과
24	한국항공우주연구원	천용식 실장	위성체 분과
25	인공위성센터	장태성 실장	위성체 분과
26	큐니온	강영주 상무	위성체 분과

○ 설문지

<b>한국형발사체개발사업 참여확대를 위한 사업지속성 확보 방안 연구용역</b>	
<p>안녕하십니까? 한국우주기술진흥협회 사무국입니다.</p> <p>한국항공우주연구원과 (사)한국우주기술진흥협회는 한국형발사체개발사업을 통해 우주 발사체분야 독자개발을 추진하고 있는 바, 국내 관련 산업계에 기술 파급 효과를 증대시켜 민간기업을 육성하고 향후 세계 발사체 시장 진출을 위한 산업 생태계 조성 필요함에 따라 한국형발사체개발사업 참여확대를 위한 사업지속성 확보방안을 마련하고자 합니다.</p> <p>본 조사의 응답내용은 통계법 제 33조에 따라 통계목적 이외에는 사용되지 않고 개인의 비밀은 철저히 보호됩니다.</p> <p>귀하가 응답하신 사항은 오직 정책적 통계자료로만 활용됨을 양지하시어 각 항목마다 정확하고 성실하게 기재해 주시기를 부탁드립니다.</p> <p style="text-align: center;">2016. 10</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>발주기관</p>  <p>한국항공우주연구원 KARI Aerospace Research Institute</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>수탁기관</p>  <p>사단법인 한국우주기술진흥협회 KASP Korea Association for Space Technology Promotion</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>조사 담당자 : 이세환 차장 주소 : 서울특별시 동작구 남부순환로 2017 2층 Tel : 02-6494-0026/ Fax : 02-588-0325 e-mail : shlee@kasp.or.kr</p> </div> </div>	

<b>☐ 응답 시 유의사항</b>
<p>※ 모든 문항은 귀하의 우주산업과 관련하여 일선 현장에서 직접 체득하신 내용을 바탕으로 작성하여 주십시오.</p> <p>※ 귀하가 작성하신 내용은 발사체 산업의 육성을 위한 정책마련의 기초자료로 사용됨을 유념하시어 정확하고 성실한 답변 부탁드립니다.</p>

**[응답자 기본 정보]**

조사표 작성자	성 명		소 속 기 관	
	직 위		전 화 번 호	
	이 메 일		휴대폰번호	
	종 사 분 야	<input type="checkbox"/> 발사체 <input type="checkbox"/> 위성 <input type="checkbox"/> 기타		

**한국형발사체개발사업 참여 확대를 위한 사업지속성 확보 방안**

문1. 귀하가 생각하는 '한국형발사체개발사업'의 산업체 참여 연속성 확보를 위한 방안에 대해 기술하여 주십시오.(산업체 입장에서)

문1-1. 귀하가 생각하는 '한국형발사체개발사업'의 산업체 참여 연속성 확보를 위한 방안에 대해 기술하여 주십시오.(출연연 혹은 관련부처 등에 건의사항)

문2. 귀하가 생각하는 '한국형발사체개발사업'의 산업체 참여를 저해하는 요인이 무엇이라고 생각하십니까?

문2-1. 귀하가 생각하는 '한국형발사체개발사업'의 산업체 참여 저해를 해결하기 위한 방안이 무엇이라고 생각하십니까?

♣ 오랜 시간 어려운 설문에 응답해 주셔서 감사합니다. ♣

※관련자료(설문조사 결과) 붙임 3 참조



## 수행내역

### IV - 사업 지속성 확보를 위한 정부정책 추진방향 및 개선방향 제시

#### 1. 국내 발사체 개발 현황 분석

지난 2013년 나로호 발사 성공을 통해 부분적으로 우주 발사체 개발에 성공하면서 국내 발사체 기술은 전환점을 맞이했다. 또한 국민들의 관심을 많이 받았던 만큼 차후 우주 발사체 개발에 대한 국민적 공감대를 형성할 수 있었다. 또한 국가적으로도 우주개발에 대한 중장기 계획이 마련되면서 국산 발사체 개발에도 힘을 받을 수 있었다. 발사체 개발에 필수적인 기계, 전자 등의 관련 산업기반이 충실한 점도 앞으로의 발사체 개발에 큰 도움이 될 것으로 예상된다.

그러나 핵심요소기술에 대한 연구기반이 부족하고 액체 추진기관 개발경험이 부족하다는 점은 앞으로의 발사체 개발에 장애물이 될 수 있다. 미확보 핵심기술의 난이도가 높기 때문에 기술개발에 어려움이 있을 것으로 예상되며 발사체 기술은 전략적 기술로 기술 선진국들과의 국제기술 협력이 어렵다는 점도 발사체 국산화가 넘어야 할 산이다. 이와 함께 선 개발국 및 강대국들의 기술적 견제도 이어질 것으로 예상된다. 또한 모든 우주산업의 특징 중 하나인 대규모 장기투자는 산업체의 투자를 이끌어내기 어렵다는 점도 난제이다. 이를 극복하기 위해 경험 많은 전문 연구인력의 양성이 중요하지만 단기간에 이루어질 수 없기 때문에 보다 중장기적인 인력양성이 시급하다.

긍정적인 점은 지속적인 위성 발사체 개발 수요가 증대되고 있는 시점에서 국산 발사체의 필수적이기 때문에 국가 정책으로 일관성 있는 추진이 가능하다는 것이다. 또한 기술협력에 있어서도 MTCR에 가입함으로써 기술협력 여건이 개선될 것으로 전망된다.



출처 : '기술수준평가 보고서', 한국과학기술기획평가원, 2010



## 2. 세계발사체 시장의 판도변화

### 미국 - 타이탄(Titan) IV



- 미국 공군용 우주왕복선 탑재 화물 운반을 위해 개발
- 2단으로 구성되어 있으며, 연료로는  $N_2O_4/A-50$ 를 사용

### 유럽 - 아리안(Ariane) 5



- 유럽 우주국이 개발한 인공위성 발사용 로켓
- 2단으로 구성되어 있으며, 연료로는  $LH_2$  또는  $N_2O_4$ 를 사용

### 러시아 - 소유즈(Soyuz)



- 대륙간 탄도 미사일인 R7을 우주개발을 위하여 OKB-1가 발사체로 사용
- 2단으로 구성되어 있으며, 연료로는 RP-1을 사용

### 일본 - H-II



- 정지 궤도 위성을 발사할 목적으로 JAXA 주도로 개발된 극저온 액체 연료 발사체
- 2단으로 구성되어 있으며, 연료로는  $LH_2$ 를 사용

### 정부에서 민간 주도

- 일론 머스크가 이끄는 'SpaceX'
- 제프 베조스의 'Blue Origin'
- 리처드 브랜슨의 'Virgin Galactic'
- 세계적인 IT기업인 구글, 페이스북 등
- IT산업에서 혁신을 이끈 기업들이 우주개발에 경쟁적으로 뛰어들어 새로운 혁신과 가치를 만들고 있음



### 재사용 발사체

- 한번 발사하면 쓸모가 없어지는 우주발사체에 생명을 다시 불어넣어 재사용할 수 있게 한 혁신적인 시도
- 우주 전문가들은 이러한 실험이 '우주발사체 재활용 시대' 개막을 알린 기념비적인 일이라고 평가



### 친환경 추진제

- 새로운 차세대 우주발사체의 추진기관의 개발 방향에서 친환경성 및 저비용성이 주요 관심사
- 과산화수소와 액체메탄은 대표적인 친환경 추진제



○ 정부에서 민간 주도로 변경

- 일론 머스크가 이끄는 ‘SpaceX’
- 제프 베조스의 ‘Blue Origin’
- 리처드 브랜슨의 ‘Virgin Galactic’
- 세계적인 IT기업인 구글, 페이스북 등
- IT산업에서 혁신을 이끈 기업들이 우주개발에 경쟁적으로 뛰어들어 새로운 혁신과 가치를 만들고 있음

## United Launch Alliance (ULA)



- 2006년 **Lockheed Martin**과 **Boeing**의 방산 및 우주 분야 공동 벤처로 ULA 설립
- 2016년까지 군용 발사 서비스 시장을 10년간 독점
- **Delta II, Delta IV, Atlas V** 체계 운용했으며, 최근 경쟁력 재고 위해 발사체 및 구조적 개혁 진행 중

## SpaceX



- 2002년 **Elon Musk**에 의해 설립, 저렴하고 **재사용 가능한 로켓 개발을 목표로 2006년에 \$100M의 개인 자본 투자**
- 2010년 **Falcon 9** 시험 비행 성공
- 2012년 ISS 물자 보급 프로젝트 수주로 **\$1.6B 규모 계약**
- 2015년 미 공군 군용 위성 발사에 **SpaceX 발사체 이용 결정**

## ○ 재사용 발사체 개발

- 한번 발사하면 쓸모가 없어지는 우주발사체에 생명을 다시 불어넣어 재사용할 수 있게 한 혁신적인 시도
- 우주 전문가들은 이러한 실험이 '우주발사체 재활용 시대' 개막을 알린 기념비적인 일이라고 평가

### Blue Origin : BE-4

#### BE-4 엔진

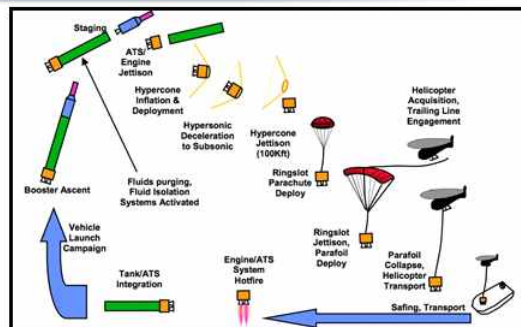
- ❑ LOx/LCH4 (추력 : 240톤)
- ❑ Oxygen-rich staged combustion
- ❑ Lockheed-Martin, Boeing, ULA 제휴
- ❑ Vulcan 로켓에 탑재 예정
- ❑ 2019년 첫 비행 예정



BLUE ORIGIN



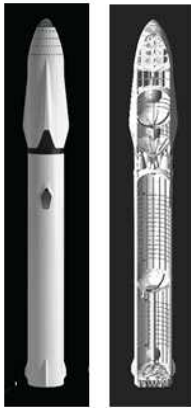
### 재사용 발사체 ULA : Vulcan



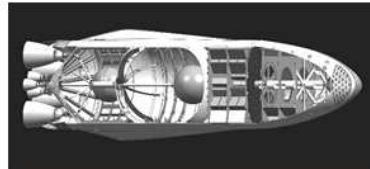
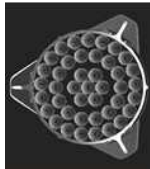
- United Launch Alliance (ULA)
- 개발 중 (2019년 발사 예정)
- Atlas V 대체 예정
- 1단 엔진 : 2개의 BE-4 (CH4/LOX)
- 2단 엔진 : LH2/LOX engine
- SMART(Sensible Modular Autonomous Return Technology) Reuse



## 재사용발사체 - SpaceX : 화성 식민지 계획



- 화성 탐사 계획
  - 2020년대 중반 시행, 80일 동안 이주자 100명 수송
  - LOx/LCH4 이용 완전 재사용 가능 발사체 개발
  - 지구궤도에서 추진제 충전 후 화성 출발, 화성에서 추진제 생산 후 귀환
- 화성 탐사용 발사체 및 착륙선
  - 탄소 섬유 구조
  - CH4/O2 만을 이용하여 가압, 자세제어, 점화 등을 모두 수행
  - Rocket booster: Raptor 엔진 42개 이용(13,000 tonf), 1,000 회 재사용
  - Interplanetary spaceship: Raptor 엔진 9개 이용, 12회 재사용



## SpaceX : 화성 식민지 계획(재사용 가능 메탄엔진 : Raptor)

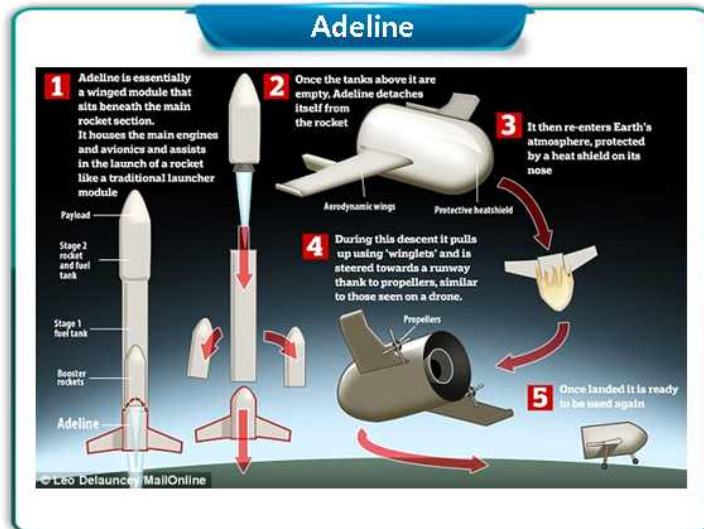


- Raptor 엔진
  - 사이클 : full-flow staged combustion
  - 추진제 : 과냉각 액체산소/액체메탄
  - 연소실 압력 : 300 bar
  - 추력 조절 : 최대 추력의 20 ~ 100 %
- 상세 성능
  - 노즐 팽창비: 40(s.l.) / 200(vac.)
  - 추력 : 3,050 kN(s.l.) / 3,500 kN(vac.)
  - 비추력: 334 sec(s.l.) / 382 sec(vac.)
- 2016.09.25. 첫번째 엔진 연소 시험 시행





## 유럽 ESA - Adeline(Advanced Expendable Launcher with Innovative engine Economy)



- 2015년 ESA와 Airbus 계약 체결
- 2020년 Ariane6 첫 발사 목표
- 2023년 상용화 예정
- 건조중량이 10% 증가
- 회당 발사비용 30% 이상 감소
- 발사체 단 분리 후 발사체의 핵심 부품인 엔진부분만 무인기 형태로 회수하는 방식

### ○ 친환경 추진제 개발

- 새로운 차세대 우주발사체의 추진기관의 개발 방향에서 친환경성 저비용성이 주요 관심사
- 과산화수소와 액체메탄은 대표적인 친환경 추진제



## SpaceX : 재사용 가능 메탄엔진



- **Raptor 엔진**
  - 사이클 : full-flow staged combustion
  - 추진제 : 과냉각 액체산소/액체메탄
  - 연소실 압력 : 300 bar
  - 추력 조절 : 최대 추력의 20 ~ 100 %
- 상세 성능
  - 노즐 팽창비: 40(s.l.) / 200(vac.)
  - 추력 : 3,050 kN(s.l.) / 3,500 kN(vac.)
  - 비추력: 334 sec(s.l.) / 382 sec(vac.)
- 2016.09.25. 첫번째 엔진 연소 시험 시행



### 3. 사업 지속성 확보를 위한 정부정책 추진방향 및 개선방향 제시

#### ○ 발사체 전문인력 양성 방안

- 현재의 발사체 인력 양성 프로그램을 더욱 심화하기 위해서는 국외 교류를 확대하여야 함
- 연구인력 파견교육
  - 민간차원 통합 연수단 파견
  - 구체적 사전 협의 필요
- 공동연구 프로젝트
  - 참여교육기관 및 참여업체간 보유 연구기기 공유
  - 지속적 상호발전적 교류 가능
- 단기 집중 연수
  - 하계, 동계 특수목적 단기 집중연수
  - 해외 전문가초빙 심포지엄 및 세미나 개최

#### 국외 교류 확대



##### 연구인력 파견교육

- 민간차원 통합 연수단 파견
- 구체적 사전 협의 필요

##### 공동연구 프로젝트

- 참여교육기관 및 참여업체간 보유 연구기기 공유
- 지속적 상호발전적 교류 가능

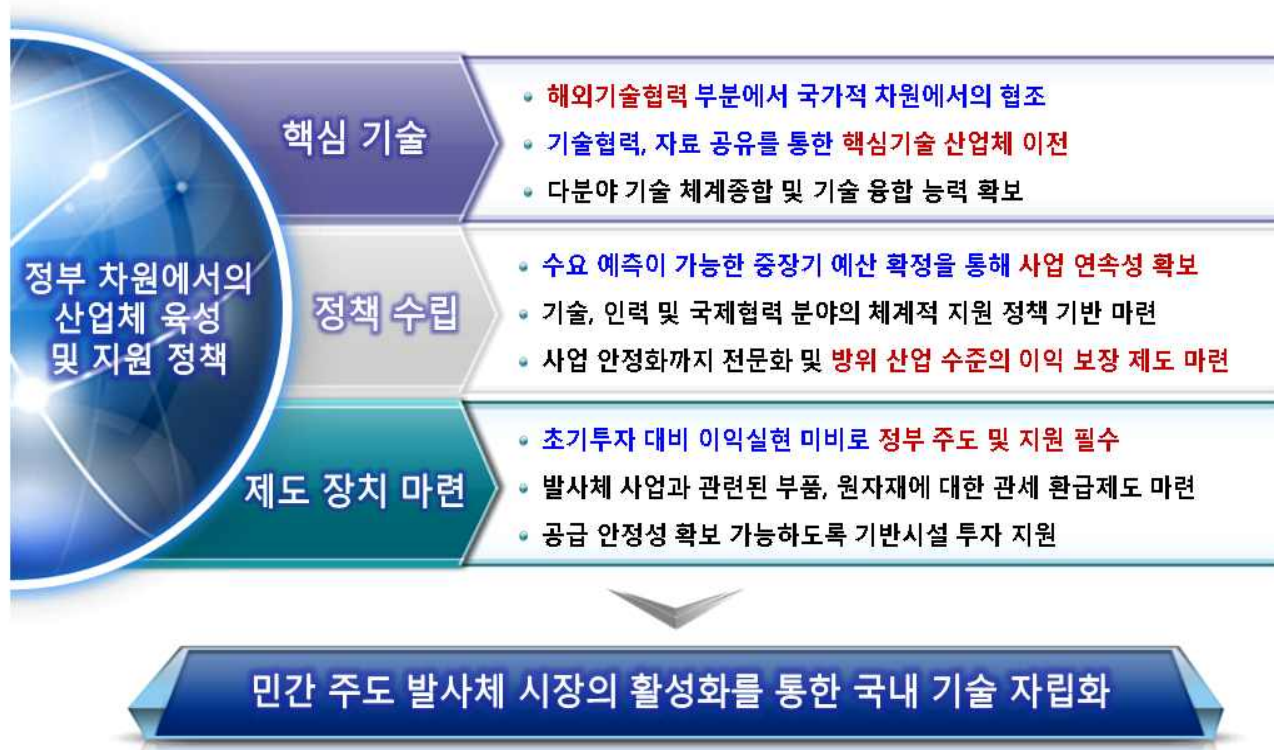
##### 단기 집중연수

- 하계, 동계 특수목적 단기 집중연수
- 해외 전문가초빙 심포지엄 및 세미나 개최

○ 민간주도 발사체산업 활성화 방안

- 핵심 기술
  - 해외기술협력 부분에서 국가적 차원에서의 협조
  - 기술협력, 자료 공유를 통한 핵심기술 산업체 이전
  - 다분야 기술 체계종합 및 기술 융합 능력 확보
- 정책 수립
  - 수요 예측이 가능한 중장기 예산 확정을 통해 사업 연속성 확보
  - 기술, 인력 및 국제협력 분야의 체계적 지원 정책 기반 마련
  - 사업 안정화까지 전문화 및 방위 산업 수준의 이익 보장 제도 마련
- 제도 장치 마련
  - 초기투자 대비 이익실현 미비로 정부 주도 및 지원 필수
  - 발사체 사업과 관련된 부품, 원자재에 대한 관세 환급제도 마련
  - 공급 안정성 확보 가능하도록 기반시설 투자 지원
- 정부 차원에서의 산업체 육성 및 지원정책을 위와 같이 체계적으로 진행하여야 민간 주도 발사체 시장의 활성화를 통한 국내 기술 자립화가 가능할 것으로 사료됨
- 최근 발표된 ‘우주기술 로드맵’의 발사체 분야에 대한 지속적 검토를 통해 정부 계획 수립시 제안에 반영
  - ‘우주기술 로드맵’의 발사체 분야 기술 개발 계획을 참고하여 사업체 투자 및 기술 개발 등에 반영하면 효율적인 사업 진행 가능







## V 기대효과

### 1. 본 사업 추진을 통한 기대효과

- 발사체관련 민간산업 육성 및 산업생태계 조성에 기여
  - 한국형발사체개발사업을 통해 우주 발사체분야 독자개발을 추진하고 있는 바, 국내 관련 산업계에 기술 파급 효과를 증대시켜 민간기업을 육성하고 향후 세계 발사체 시장 진출을 위한 산업 생태계 조성
- 산업계 참여 유도 및 산업계 육성 및 자립 기반 마련을 위한 관련 사업 연속성 확보 방안으로 활용
  - 우주개발의 핵심 요소인 발사체 개발에 산업계가 주도적으로 참여할 수 있도록 유도
- 중소기업의 수출사업화 성공
  - 본 용역을 통해 우주기술 중소기업이 수출사업화 성공을 촉진