

## 우크라이나와 브라질의 사이클론-4 발사체 국제협력

이준호\* , 오범석\*\* , 홍일희\*\*\*

# International Cooperation for Cyclone-4 Launch Vehicle between Ukraine and Brazil

Joon Ho Lee\* , Bum-Seok Oh\*\* and Il-Hee Hong\*\*\*

### ABSTRACT

The purpose of international cooperation for launch vehicle between Ukraine and Brazil was to launch Ukraine's Cyclone-4 launch vehicles at the Alcantara cosmodrome in Brazil. Ukraine and Brazil have prepared this cooperation since 1999 and established a joint venture. However, the first launch has been postponed several times. Because it took a lot of time and efforts to negotiate, sign and ratify the cooperation agreement and to regulate the protection of technology transfer to the third countries. Thus, the administrative affairs and diplomatic steps as well as the technical matters should be considered to prepare international cooperation for launch vehicles.

### 초 록

우크라이나와 브라질 간의 발사체 국제협력의 목적은 우크라이나의 사이클론-4 발사체를 브라질 알칸타라 발사장에서 발사하는 것이다. 이를 위하여 양국은 1999년부터 현재까지 협력을 위한 공동작업을 진행하여 왔으며, Joint-Venture를 설립하였다. 그러나 양국간의 국제협력은 진행이 계속 늦추어지고 있다. 이는 양국간의 협상, 협정 체결, 국회 승인 과정과 기술보호 및 제3국 기술 유출방지를 위한 협정 체결에 많은 시간과 노력이 소요되었기 때문으로 보인다. 따라서 우리도 발사체 분야의 국제협력을 추진하는 경우에는 기술적인 사안뿐만 아니라, 정부 차원의 행정적·외교적 사항을 면밀히 검토하여야 할 것이다.

**Key Words** : International Cooperation(국제협력), Launch Vehicle(발사체), Cyclone-4, Alcantara cosmodrome, Joint-Venture

\* 이준호, 한국항공우주연구원 우주발사체사업단 기술경영팀  
joonho@kari.re.kr

\*\* 오범석, 한국항공우주연구원 우주발사체사업단 기술경영팀  
obs@kari.re.kr

\*\*\* 홍일희, 한국항공우주연구원 우주발사체사업단 기술경영팀  
ihong@kari.re.kr

# 1. 서론

본 논문에서는 우크라이나와 브라질 간의 발사체 국제 기술협력의 내용 및 경과를 살펴봄으로써, 발사체 분야 국제협력에 참고할 수 있는 자료를 제공하고자 하였다.

우크라이나와 브라질 간의 국제 기술협력의 핵심은 우크라이나의 사이클론-4 발사체를 브라질 알칸타라 발사장에서 발사하는 발사서비스를 운영하려는 것이다. 이를 위하여 양국은 1999년부터 현재까지 협력을 위한 공동작업을 진행하여 왔으며, Joint-Venture를 설립하였다.

양국간의 국제협력 진행과정을 살펴보면, 진행이 당초 계획보다 계속 늦추어지고 있음을 알 수 있다. 이는 양국간의 협력 협상, 협정 체결, 국회 승인 과정에 많은 시간과 노력이 소요되었기 때문으로 보인다.

또한 국제적으로 민감한 발사체 국제협력을 위해서는 기술보호 및 제3국 유출방지를 위한 각종 국제 규범을 준수하기 위하여 관련 협정을 추진하는데도 시간과 노력이 필요한 것으로 생각된다.

## 2. 발사체 및 발사장

### 2.1 사이클론 발사체

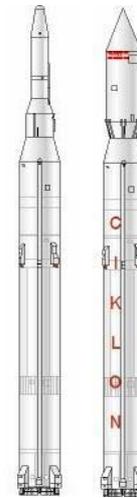
사이클론(Cyclone 또는 Tsyklon) 발사체는 (구)소련의 대륙간 유도탄(ICBM)인 R-36(서방 분류 SS-9)을 바탕으로 개발된 발사체이다. R-36은 1966년 이래로 우크라이나의 NPO Yuzhnoye사에서 제작되었다. 소련 연방이 해체된 이후 사이클론 발사체는 러시아와 협력을 바탕으로 우크라이나에서 제작·운영되고 있다.[1][2]

사이클론-2는 R-36을 위성발사용으로 전환한 것이며, 1967년에 첫 발사를 수행하였다. 1, 2단에 액체엔진을 사용하는 2단형 발사체이며, 사이클론-2의 1단과 2단은 후속 시리즈인 사이클론-3, 4에 공통으로 사용된다. 사이클론 시리즈의 모든 액체추진제는 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>와 UDMH를 사용한다. 사이클론-2의 발사장은 카자흐스탄의 바이코누르(Baikonur) 발사장이다.



자료 : [3]  
그림 1. R-36(SS-9) ICBM

사이클론-3은 사이클론-2에 3단을 추가한 모델로서, 1977년부터 사용되었다. 재점화가 가능한 액체엔진을 3단에 사용하여 원궤도 투입성능을 향상시켰다. 사이클론-3은 러시아의 플레세츠크(Plesetsk) 발사장에서 발사된다.



자료 : [3]  
그림 2 -2( ) -3( ) 발사체

사이클론-2와 3은 주로 군사용 위성의 발사에 많이 사용되었다. 소련 연방의 해체 이전에는 발사 활동이 활발하였으나, 연방 해체 이후 현재는 발사 횟수가 크게 감소한 실정이다.

2003년까지의 발사 성공률을 살펴보면, 사이클론-2는 103회 발사하여 모두 성공하였으며, 사이클론-3은 120회 발사하여 113회의 발사를 성공하였다.

표 1은 사이클론-2, 3 발사체의 제원을 나타내고 있다.[1]

표 1. -2,3 발사체의 제원

		사이클론-2	사이클론-3
길이(m)		39.27	39.27
직경(m)		3	3
중량(톤)		180	190
1단	엔진명	RD-251	좌동
	평균추력(kN)	2,745	
	해면 비추력(s)	267.8	
2단	엔진명	RD-252	좌동
	평균추력(kN)	995	
	진공 비추력(s)	315.3	
3단	엔진명	없음	RD-861
	평균추력(kN)		78.1
	진공 비추력(s)		314.4
위성투입성능(kg)	LEO	2,820	4,100

사이클론-4 발사체는 사이클론 시리즈의 최신 개량형으로, 현재 개발 중이다. 3단에 개량된 액체엔진과 신형 제어시스템을 사용하고, 보다 큰 위성을 탑재하기 위하여 직경이 큰 노즈페어링을 사용하도록 설계되었다.

브라질 알칸타라 발사장에서 발사할 예정인 발사체는 이 사이클론-4 모델이다. 우크라이나는 사이클론 발사체의 개량과 함께 저위도 발사장의 사용을 위해 노력하였으며, 미국의 Cape Canaveral 등 여러 후보지를 고려한 끝에 브라질 알칸타라 발사장을 선택하게 되었다.

표 2. 사이클론-4 발사체의 제원

길이(m)		39.95
직경(m)		3
중량( )		198
1 단	엔진명	RD-251
	평균추력(kN)	2,745
	해면 비추력(s)	267.8
2 단	엔진명	RD-252
	평균추력(kN)	995
	진공 비추력(s)	315.3
3 단	엔진명	RD-861K
	평균추력(kN)	76.4
	진공 비추력(s)	325
위성투입성능(kg)	LEO	5,860
	SSO	3,800
	GTO	1,560

표 2는 사이클론-4의 제원이다.[1] 바이코누르나 플레세츠크와 같은 고위도 지역에서 발사하는 사이클론-2, 3가 지구저궤도에만 위성을 발사할 수 있는 것

에 비하여, 적도 부근의 알칸타라에서 발사하는 사이클론-4는 지구정지전이궤도(GTO)에 약 1.5톤의 위성을 투입할 수 있다.



자료 : [3] 그림 3. -4 발사체

## 2.2 알칸타라 발사장

브라질의 알칸타라(Alcantara) 발사장은 우크라이나-브라질 국제협력에 따라 사이클론-4 발사체의 발사장으로 활용될 예정이다.[3][4]

대서양변에 위치하고 있으며, 면적은 약 620km<sup>2</sup>이다. 1990년에 공식 개소하였으며, 브라질이 개발 중인 위성발사체인 VLS의 발사를 주 목적으로 하였다. 당초 VLS의 발사는 1990년대 중반으로 계획되었으나, 잇따른 발사 실패와 사고로 인하여 아직까지 발사에 성공하지는 못하였다. 1997년과 1999년의 발사가 실패하였으며, 2003년에는 세 번째 VLS 발사체가 발사 준비 중 발사대에서 폭발하는 사고가 발생하여 22명이 사망하고 발사대가 완전히 파괴되었다.[2]

알칸타라 발사장에서는 브라질의 과학로켓인 SONDA 시리즈를 꾸준히 발사하여 왔으며, 외국의 과학로켓도 발사하고 있다.(예 : 1994년 NASA의 Nike Orions 발사)



자료 : [3]

그림 4. 알칸타라 발사장의 위치

알칸타라 발사장은 적도 부근에 위치하여(2.17° S, 44.23° W), 지구 자전에 의한 속도 증분 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 현존하는 어떤 발사장보다 적도에 가깝게 위치하고 있으며, 이러한 지리적인 장점에 의하여 알칸타라 발사장의 잠재적인 가능성은 매우 크다고 할 수 있다. 브라질 정부는 알칸타라 발사장을 유럽이 남미 기아나에 운영 중인 꾸르(Kourou) 발사장에 버금가는 세계적인 발사장으로 발전시키려고 노력하고 있다.

사이클론-4 발사체를 발사하기 위하여 브라질은 알칸타라 발사장의 철도, 항만 등의 기반시설을 개량하고 있다.[1]

브라질은 사이클론-4 프로젝트 이외에도 알칸타라 발사장을 이용한 또 다른 국제협력을 추진 중이다. 최근 중국이 장정 발사체를 알칸타라에서 발사하는 계획에 관심을 가지고 있는 것으로 알려져 있다.[5]

### 3. 국제협력 진행 경과

일반적으로 발사체 분야의 국제협력은 정보가 공개되는 경우가 극히 드물고, 공개되는 정보의 양과 신뢰성도 충분치 못하다. 여기에서는 양국 정부기관의 공식적인 발표 자료 및 언론 자료를 바탕으로 우크라이나와 브라질 간의 국제협력 진행상황을 정리해 보았다.

■ 1999. 11

우크라이나와 브라질 양국은 발사체 국제협력에 대한 포괄적 협력협정(Broad Cooperation Agreement)에 서명하였다. 이 협정은 브라질 발사장에서 우크라이나 사이클론-4 발사체의 발사를 목적으로 하며, 2001년 첫 발사를 목표로 한다. 약 10년의 협력 기간 동안 1년에 12회의 발사를 계획 중이다.[6]

■ 2002. 1

브라질 대통령의 우크라이나 방문시 알칸타라 발사장에서의 사이클론-4 발사체 발사와 관련한 기술보호협정(Agreement of the Protection of Technologies)에 양국 대통령이 서명하였다.

이와 함께 양국 Space Agency는 국제협력에 대한 각서(Memorandum)에 서명하였다. 양국은 협력을 위하여 JV(Joint-Venture)를 설립하게 되며, 우크라이나 측에서는 Yuzhnoye Design Office와 Yuzhmash Industrial Association이 참여할 예정이다. 브라질 측의 참여기관은 발표되지 않았다.[7]

향후 관련된 5개의 정부간 협정(Intergovernmental Agreement)을 체결할 예정이다. 발사장은 2004년에 완공될 예정이며, 1년에 6회 발사를 계획 중이다.[8]

■ 2002. 4

2002년 1월에 서명한 국제협력 각서에 대한 후속 협상을 위하여, 우크라이나 대표단이 브라질을 방문하였다. 대표단은 우크라이나 Space Agency 및 참여업체의 전문가들로 구성되었으며, 알칸타라 발사장 및 관련 기관을 방문하고 발사장에 대한 기술적 사항과 JV에 대한 법률적 문제 등을 협의하였다.[9]

■ 2003. 5

양국 Space Agency는 사이클론-4 발사체를 알칸타라 발사장서 발사하기 위한 프로그램에 서명하였다. 양측은 첫 발사를 2006년에 수행할 수 있기를 희망하였다.[10]

- **2003. 7**  
 우크라이나 대통령은 우크라이나-브라질의 사이클론-4 발사체 프로젝트에 대한 법령에 서명하였다. 이 법령에 의하여 내각은 2003년에서 2006년까지의 관련 개발예산을 책정하며, 우크라이나 우주항공국(National Space Agency of Ukraine : NSAU)이 사이클론-4 발사체 개발의 책임을 맡는다.[11]
- **2003. 10**  
 우크라이나 대통령의 브라질 방문시 양국 대통령이 우크라이나-브라질 간의 장기 협력협정(Long -Term Cooperation Agreement)을 서명하였다. 양국은 발사장 인프라 개선에 각각 0.8억 달러를 투자하며, 공사 기간은 약 3년이다.[12]  
 사이클론 프로젝트의 비용은 약 2.8억 달러(launch pad 건설 포함)이며, 2006년 첫 발사를 계획 중이다.[13]
- **2004. 2.**  
 우크라이나 의회가 장기 협력협정을 비준하였다. 양국은 사이클론-4 발사체의 독점적 운영권을 가지는 JV “Alcantara Cyclone Space”를 설립할 예정이며, 이사회는 양국에서 임명하는 동수의 인원으로 구성하고 본부는 브라질에 설치할 계획이다.[14]
- **2004. 8.**  
 브라질 의회가 장기 협력협정을 비준하였다.[15]
- **2006. 9**  
 우크라이나-브라질 JV “Alcantara Cyclone Space”가 브라질에서 공식적으로 설립되었다. 브라질 정부는 JV가 2006년 9월에 효력을 발생한다고 발표하였다. 이미 우크라이나에서는 2005년에 효력을 가진 바 있다.  
 2006년 말까지는 JV의 사장을 임명하고 사무실을 개설할 예정이다. JV의 예산으로 1.05억 달러가 승인되었으며, 양국이 50:50으로 출자한다. 사이클론-4 발사체의 첫 발사는 2009년으로 예정되어 있다.[16]
- **2006. 11**  
 러시아-브라질-우크라이나 간의 기술보호협정을 추진 중이다. 알칸타라 발사장의 발사시설에 사용될 지상장비들은 러시아의 Design Bureau for Transport Machinery(KBTM)에서 제작된다. 그런

데, 우크라이나는 러시아와 쌍무협정에 의하여 러시아의 동의 없이 제3국에 기술을 이전할 권리가 없기 때문에, 러시아-브라질-우크라이나 3국 간의 기술보호협정이 필요하게 되었다.[17]

## 4. 분석 및 결론

우크라이나-브라질의 발사체 국제협력은 양국간의 이해를 잘 만족시키는 경우로 판단된다. 브라질은 계속된 VLS 발사체의 실패로 인하여 위성 발사기지로서의 제 기능을 발휘하지 못하고 있는 알칸타라 발사장을 위성발사용으로 구축하여 운영할 수 있으며, 우크라이나는 적도에서 매우 가까운 알칸타라 발사장을 이용하게 되어 사이클론-4 발사체를 이용한 정지궤도 위성의 발사가 가능해 졌다.

그러나 양국간의 국제협력은 아직 구체적인 성과를 보여주고 있지는 못한 상태이며, 진행이 당초 계획보다 계속 늦추어지고 있음을 알 수 있다. 실제로 외부에 발표되는 사이클론-4 발사체의 첫 발사 시기는 2001년 → 2006년 → 2009년으로 계속 연기되고 있다.

이는 양국간의 협력 협상, 협정 체결, 국회 승인 과정에 많은 시간과 노력이 소요되었기 때문으로 보인다. 또한 국제적으로 민감한 발사체 국제협력을 위해서는 기술보호 및 제3국 유출방지를 위한 각종 국제규범을 준수하기 위하여 관련 협정을 추진하는데도 시간과 노력이 필요한 것으로 생각된다. 1999년에 첫 포괄적 협력협정이 체결된 이후, 기술보호협정(2002년)과 장기 협력협정(2003년)의 체결을 거쳐 2006년에 와서야 JV가 설립되었다. 그러나 이후의 JV 진행 상황은 알려진 바가 없다. 러시아 지상장비와 관련된 러시아-브라질-우크라이나 3국 간의 기술보호협정도 아직 추진 중이다. 아울러 발사체 개발 및 발사장 건설도 아직 본격적으로 진행되지 못하고 있는 것으로 보인다.

위와 같이, 발사체 분야의 국제협력은 단순히 기술적인 사안에 불과한 것이 아니며, 협력을 추진하기 위하여 정부차원에서 고려해야 할 행정적·외교적 문제가 많이 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 따라서 우리도 발사체 분야의 국제협력을 추진하는 경우에 이러한 사항을 면밀히 검토하여야 할 것이다.

## 참고문헌

1. S. J. Isakowitz, J. B. Hopkins, and J. P. Hopkins Jr., International Reference Guide to Space Launch Systems, 4th ed., AIAA, Virginia, 2004.
2. D. Baker, Jane's Space Dictionary 2004-2005, Jane's Information Group, UK, 2004.
3. Encyclopedia Astronautica  
(<http://www.astronautix.com>)
4. R. M. Chiulli, International Launch Site Guide, The Aerospace Press, CA, 1994
5. D. Burleson, Space Programs Outside the United States, McFarland, NC, 2005
6. Space.com 1999년 11월 18일  
(<http://www.space.com>)
7. 프라우다지 인터넷판 2002년 1월 16일  
(<http://english.pravda.ru>)
8. Space.com 2002년 3월 11일  
(<http://www.space.com>)
9. 우크라이나 우주항공국(National Space Agency of Ukraine) 홈페이지 2002년 4월 30일  
(<http://www.nkau.gov.ua/nsau/newsnsau.nsf/HronolE/>)
10. 우크라이나 정부 포털 2003년 5월 31일  
(<http://www.kmu.gov.ua/control/>)
11. 우크라이나 정부 포털 2003년 7월 23일
12. Ukrsofsbank 2003년 10월 22일  
(<http://usb.com.ua>)
13. Commercial Space Transportation Quarterly Launch Report - First Quarter 2004, US Dept. of Transportation, Washington DC, 2004
14. 우크라이나 우주항공국 (National Space Agency of Ukraine) 홈페이지 2004년 2월 6일
15. 우크라이나 정부 포털 2004년 8월 13일
16. 우크라이나 정부 포털 2006년 9월 7일
17. 우크라이나 정부 포털 2006년 11월 6일