

## 한국우주인 배출과 우주실험

김연규\*, 이소연, 고 산, 강상욱, 이주희, 최기혁

# Korean Astronaut Program and Space Experiment

Youn Kyu Kim\*, So-Yeon Yi, San Ko, Sang-Wook Kang, Joo-Hee Lee, Gi-Hyuk Choi

### ABSTRACT

This paper entirely explains the Korean astronaut program from astronaut selection to launch and return and introduces technology and results through this program in detail. The Korean astronaut program launched Nov. 2005 with the objectives to develop the manned space technology such as astronaut selection, training and space experiment and to disseminate concerns to the public about the science and space. In 2006 to select the Korean astronauts, the standards for selecting astronauts were set and then the selection processes from 1st stage to 4th stage were performed. In 2007, the 2 Korean astronauts took the astronaut training and the 18 domestic science experiments and 3 international experiments which the Korean astronaut, Dr. Yi, performed in ISS last April were developed. In April 2008, the Korean astronaut was transported to ISS by Soyuz in Baikonur in Kazakhstan and returned to the ground with performing the mission and space experiments. This paper will explain these processes as the above(astronaut's selection, training, space experiment, etc.) in detail.

### 초 록

본 논문에서는 우주인 선발부터 발사/귀환까지 한국 우주인 배출 사업을 전체적으로 정리하고 아울러 사업 수행을 통해 얻은 기술 및 결과에 대해 자세히 소개될 것이다. 한국 우주인 배출 사업은 우주인 선발, 훈련, 우주실험 등과 관련된 유인우주기술을 습득하고 이 사업을 통해 국민들에게 과학과 우주에 대해 관심을 유도하여 과학문화를 확산하는 목적을 가지고 2005년 11월에 시작되었다. 2006년에는 우주인 선발 기준을 마련하고, 한국 우주인 배출을 위한 우주인 선발과정을 1차에서 4차까지 진행하여 우주인 2인을 최종 선발하였다. 그리고 2007년에는 우주인 2인이 러시아 가가린 훈련센터에서 우주인 훈련을 받았다. 그리고 한국 우주인이 국제우주정거장(ISS; International Space Station)에서 수행할 18가지의 우주과학실험과 3가지의 국제공동 실험을 개발하였다. 2008년 4월 한국 최초 우주인 이소연 박사가 카자흐스탄 바이코누르 발사장에서 소유즈 우주선을 타고 ISS로 올라가 계획된 우주실험 및 임무를 수행하고 무사히 귀환하였다. 위와 같이 본 논문에서는 이러한 일련의 과정(우주인 선발, 훈련, 우주실험 장비 개발 등)을 자세히 기술할 것이다.

**Key Words** : Astronaut(우주인), space experiment(우주실험), ISS(국제우주정거장), Astronaut training(우주인 훈련), Astronaut selection(우주인 선발), Soyuz(소유즈)

\* 김연규, 한국항공우주연구원 우주응용센터 우주과학연구팀  
ykkim@kari.re.kr

## 1. 서론

### 1.1 한국 우주인 사업 개요 및 목적

한국우주인배출사업은 한국 최초의 우주인을 선발하여 러시아 소유즈 우주선에 탑승, 2일간의 우주 비행 후 국제우주정거장(ISS; International Space Station)에서 우주방송, 과학실험 등 다양한 우주 활동을 수행할 목적으로 진행되었으며, 이를 통해 우주인 선발, 훈련, 관리 등 우주인 양성기술과 유인 우주실험 개발 기술력 확보를 통해서 국민들에게 우주와 과학에 대한 인식을 제고하는 사업이었다. 즉 유인우주기술개발과 우주개발 대국민홍보라는 두 가지 목적을 가지고 2005년 11월부터 시작하여 2008년 6월까지 수행되었다.

1992년 우리별1호 위성 발사로 시작된 한국의 우주개발은 1999년 최초의 실용위성인 다목적 실용 위성 1호를 발사하여 본격적인 우주개발 시대로 진입하였다. 그 후 2002년 최초의 국산 액체 발사체인 KSR III의 성공적인 발사, 2006년 다목적 실용위성 2호의 성공적인 발사, 내년에 전남 고흥에서 KSLV-1의 발사로 우주 개발에 대해 기반을 확보하였다고 볼 수 있다. 그러나 유인우주기술은 아직 선진국들의 전유물로 남아있다. 유인우주기술개발은 우주환경을 이용하여 과학과 산업에 활용하는 분야로 우주활용 분야에서 가장 첨단기술이 집약된 분야이며, 과학 및 경제적 파급 효과가 크고, 우주기술을 한 단계 높일 수 있다.

유인우주기술개발 측면에서는 우선 우주인 선발 기준 마련, 실제 우주인 선발과정에서 수 만 명의 후보에서 2명의 우주인을 골라내는 의학, 체력, 심리, 지식, 언어, 행동에서의 기준과 선발 Know-how 축적을 목표로 하였다. 이러한 기준으로 선발된 우주인은 러시아 가가린 우주인 훈련센터에서 약 1년간의 훈련을 받으면서 유인우주기술개발을 수행하였다.

그리고 우주실험 분야에서는 무중력 우주실험 장비의 개발, 자체 인증시험, 러시아측과 함께 관련 기술문서 및 인증기술 등을 확보하였다.

### 1.2 국외 유인우주프로그램

보스토크(Vostok) 우주선에 탑승하여 세계 최초로 유인 우주비행에 성공한 이후 1980년대와 1990년대 초 공산권 국가의 우주인들을 미르(Mir) 우주정거장으로 초청하는데 이르기까지 자국의 힘으로 꾸준히 유인 우주기술을 발전시켜 나가기 위한 노력을 지속하였다. 오늘날 러시아는 1950년대 말부터 독자적으로 개발 및 개선시켜 온 자국의 소유즈(Soyuz) 우주선을 통해 미국, 일본, 유럽연합국가(프랑스, 독일, 영국, 이탈리아, 벨기에, 스페인 등), 남아프리카 공화국 등 많은 국가의 우주인(과학연구 및 관광)을 국제우주정거장(ISS)으로 보내는 프로젝트를 수행하고 있다. 러시아의 우주인 훈련은 러시아 연방우주청(FSA) 산하의 '가가린 우주인 훈련센터(GCTC: Gagarin Cosmonaut Training Center)'에서 이루어진다. 1961년 인류 역사상 최초로 우주를 비행한 유리 가가린 우주인의 이름을 따서 1968년부터 가가린 우주인 훈련센터로 이름을 붙였다. 별의 도시(Star City)란 이름으로 알려진 기지 안에 위치한 가가린 우주인 훈련센터는 걸치장을 하지 않은 여러 동의 건물이 있고, 내부에는 비행 시뮬레이터 장치, 실물 크기의 우주선 및 ISS 모형, 중력가속도 훈련장치, 연구실 등 우주인의 훈련에 필요한 모든 시설이 갖추어져 있다. 우주선의 발사는 중앙아시아에 있는 카자흐스탄의 바이코누르 우주기지에서도 많이 이루어지지만, 우주인의 훈련은 이곳에서 행해진다. 과학적인 방법과 기술에 기초한 우주인의 이론 교육, 시뮬레이터를 기초로 한 다양한 현대적 훈련시설, 경험이 풍부하고 전문적으로 훈련된 전문가들, 우주인의 국제적 공동 훈련 등에 필요한 모든 것을 갖추고 있다.

러시아가 세계 최초의 유인우주비행을 성공한 이후 미국의 앨런 셰퍼드(Allen Shepherd)가 머큐리(Mercury) 우주선에 탑승하여 우주비행을 수행함으로써 미국은 러시아와 치열하게 경쟁하며 유인우주개발과 우주인 양성 프로그램을 추진하였다. 이후 미국은 미항공우주국(NASA)을 중심으로 달 착륙에 성공하고 지속적으로 유인우주왕복선으로 지구 궤도에서 과학실험을 성공적으로 추진함으로써 독자적인 우주인 양성 기술을 보유하고 있으며 선발, 관리, 임무

등의 관련 연구를 수행하고 있다.

NASA는 대통령 직속기관으로 비군사적인 우주 개발을 모두 관할하고 종합적인 우주계획을 추진하며, 항공우주 활동 기획·지도·실시, 항공우주 비행체를 이용한 과학적 측정과 관측 준비 및 실시, 홍보활동 등의 임무를 수행하고 있다.

미국의 우주인 후보자들은 '존슨우주센터(Johnson Space Center)'에서 훈련과 관리를 받는다. 존슨우주센터는 1961년에 설립되었고 과거의 아폴로(Apollo), 스카이랩(Skylab) 등의 프로젝트에서 오늘날의 우주 왕복선과 ISS 프로그램에 이르기까지 인간의 우주 탐사에 대한 연구를 주도해 오고 있다. 존슨우주센터는 임무관제센터(MCC: Mission Control Center)이며, 우주인의 우주비행을 조정하고 관리하는 조정센터이다. 존슨우주센터는 모든 우주왕복선 임무와 ISS에서의 활동을 지시한다. 또한 미국과 ISS 협력 국가의 우주탐사를 위한 훈련을 책임지며 우주왕복선과 ISS의 승무원 훈련을 위한 중요한 곳이다.

일본은 20세기에 들어서 항공우주와 관련된 기관을 3개나 설립할 만큼 적극적으로 우주산업 분야를 발전시켜 왔으며, 3개의 기관은 2003년에 일본우주항공연구개발기구(JAXA)라는 통합 기구를 출범시켜 개발 추진 체계를 갖추었다. 과학도시 쓰쿠바에 위치한 JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)의 쓰쿠바 우주센터(TKSC ; Tsukuba Space Center)는 1972년에 설립되었다. 쓰쿠바 우주센터는 530,000 평방미터 대지 위에 위치해 아름다운 환경과 더불어 세계적인 훈련/실험 장비 및 시험 기능을 갖춘 통합 운영 시설이다. 쓰쿠바 우주센터는 일본의 우주 네트워크 센터로서 우주선, 인공위성, 로켓 또는 인공위성 통제 및 항로 등의 연구와 개발에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다. 일본은 1985년 일본 최초의 우주인 모리(Mohri)를 배출시켰으며, 이를 바탕으로 국제우주정거장의 일본 실험모듈 'Kibo; Japan Experiment Module'의 제작과 운영에 기여하여 2008년에 'Kibo' 모듈을 합류시켰다.

유럽우주청(ESA)의 우주인 선발은 1978년 처음 실시되었으며 1983년 유럽인이 최초로 우주왕복선에 탑승하여 임무를 수행하였다. 유럽 우주인의 훈련을

담당하고 있는 유럽 우주인 훈련센터(EAC; European Astronaut Center)는 독일의 쾰른에 위치해 있다. 유럽 우주인 훈련센터는 단일 유럽 우주인 기관으로 행정, 계획 및 일정수립 등의 업무를 수행한다. 또한 EAC는 ISS 내에서의 활동에 있어 다양한 임무수행과 우주인 훈련에 있어 ESA와 기타 파트너 간의 조화로운 협력을 포함한 우주인 훈련 프로그램의 규정, 준비 및 방법 등을 담당한다. 1990년 3월 유럽 내 단일한 우주인 기관 창설 이래, 유럽 우주인 훈련센터의 역할은 날로 확장되어가고 있다. 우주인 훈련센터는 우주인부, 우주인 훈련부, 의료지원부, 관리 및 지원부 등 총 4개의 부서로 조직되어 있으며 현재 13명의 우주인을 보유하고 있다.

2003년 10월 첫 유인 우주선 선저우 5호 발사로 세상을 놀라게 한 중국의 우주개발은 러시아의 유인 우주 기술을 기반으로 한 우주인 양성 기술을 보유하고 있다. 이는 1992년 '유인 우주선 개발 계획 수립'에 따른 성과로서 이때부터 자체 기술로 우주인을 배출하기 위해 우주인 훈련, 유인우주선 제작, 발사 로켓, 발사장, 귀환장, 관제수신, 우주선의 과학적 이용분야 등 7개 분야의 연구개발에 매달렸다. 그 결과 드디어 선저우 5호(2003년 10월), 6호(2005년 10월)를 통해 중국 우주인이 직접 우주비행에 나서는 개가를 올렸다.

캐나다의 우주인 양성 프로그램은 미국의 우주왕복선 탑승에 캐나다를 초청한 이후인 1983년부터 시작되었으며 1989년에 캐나다 우주국(CSA: Canada Space Agency)이 설립되었다. 그 후로 캐나다는 미국의 9개 우주왕복선 프로그램 중 8명의 우주인을 배출하였으며 이러한 노력으로 캐나다 우주국 자체적으로 우주인 훈련 프로그램을 보유하게 되었다.

## 2. 본 문

이 장에서는 우주인의 선발, 훈련, 발사 및 귀환 과정과 한국 우주인이 우주에서 수행한 우주실험에 대해 전반적으로 기술하였다.

## 2.1 한국 우주인 선발

한국우주인배출사업 진행과정에서 가장 먼저 선행되어야 하는 것은 우리에게 적합한 한국 우주인 선발 기준을 개발하는 것이다. 국내에서 처음으로 시도되는 과정이어서 기획연구(2005년)를 통해 국내 전문가 그룹과 미국, 일본, 유럽 등의 해외 우주기관의 선발 기준 등을 참조하여 자체적으로 선발기준을 개발하고 우주인 훈련과 우주비행을 담당할 러시아의 검토 및 자문을 받아 우리에게 적합한 기준을 개발하였다.

선발 단계는 만 19세 이상의 전 국민을 대상으로 한국 최초의 우주인이 될 후보자 2인을 선발하는 단계로서 신체적, 정신적, 지적으로 우주인이 되기에 적합한 후보자를 선발할 수 있는 선발 기준 개발도 선발 과정에 포함된다. 러시아 소유즈호 탑승 기준 및 NASA의 기준 등 ISS 참여국의 기준을 참고하고 국내 공군 및 민간 항공조종사 선발기준을 벤치마킹하여 한국 우주인 선발에 적합한 기준을 개발하였다. 선발기준은 다음과 같은 항목을 기준으로 선발하였다.

표 1. 우주인 선발 기준

선발 기준	내 용
일반 적합성	범죄경력, 약물중독 등 임무수행에 제약 요소가 없는 품행 및 성품
행동 적합성	효율적 임무수행을 위한 인지능력, 상황 적응 능력 및 유연성을 갖추고, 스트레스 등 제약 조건을 극복 할 수 있는 능력
의학 적합성	우주비행 훈련 및 우주공간에서 활동할 수 있는 의학기준 만족
언어 능력	영어로 의사소통이 가능하고 러시아어를 배우려는 의지(러시아어는 필수사항이 아니며, 별도 교육 예정)

1차 선발(245명 선발)은 서류전형을 통한 선발 과정으로 신청서를 인터넷을 통해 접수하여 이력서, 자기소개서 등을 평가하여 기초체력평가(3.5km 달리기) 1만 여명을 선정하였다. 이어 기초체력평가를 통과한 후보자를 대상으로 영어 필기시험과 종합상식을 평가하고 기본신체검사 대상자 500명을 선발하여 검사를 통과한 1차 후보자 245명을 선정하였다. 2차 선발(30명 선발)은 심층체력평가, 정신심리검사, 일반 및 영어면접 등을 통하여 후보자를 선발하였다. 3차

선발(10명 선발)은 2차에서 이루어진 각종 검사보다 정밀한 검사 과정으로 정밀신체검사(정신심리검사 포함), 우주적성 검사, 상황대처능력 평가 등을 통하여 우주인 후보자를 선발하였다. 4차 선발(2명 선발)은 고립실 개념의 국내 합숙평가 검사와 러시아 현지 평가를 통해 최종 우주인 후보자 2인을 선발하였다.

## 2.2 한국 우주인 훈련

우주인훈련은 우주인이 소유즈 우주선 탑승과 비행, ISS 체류 등에 필요한 기본적인 언어(러시아어, 영어) 능력과 신체조절능력, 스트레스 조절 등의 훈련과 함께 공학적, 과학적인 지식과 기술 등 전문기술을 습득하는 것이다.

우주인의 훈련은 '07년 3월 ~ '08년 3월까지 러시아 가가린 우주인 훈련센터(GCTC)에서 주로 수행되었다. 그리고 한국에서는 우주과학실험 훈련과 미국 NASA 존슨 우주센터에서 ISS 관련 훈련을 수행하였다. 이외 우주인 귀환 시 비상착륙에 대비하여 바다 및 산악지역에서의 생존 훈련을 수행하였다. 아래 표는 한국 우주인 훈련에 대해 간략히 소개하였다.

표 2. 우주인 훈련 내용

훈련	훈련 내용
<b>소유즈 시스템 이론/실습</b>	
우주선 구조이해	소유즈 우주선 각 부분의 기능 및 작동 방법 교육
계기판 작동훈련	소유즈 우주선 계기판 전체 배치 및 각 스위치, 버튼, 레버 등의 작동 방법 교육
열 제어 시스템 기능이해	우주환경에서의 소유즈 우주선의 열전달 환경 분석 및 열 제어 시스템의 기능 교육
도킹시스템 이해	압력 평형 및 연결부의 밀폐를 위한 여러 밸브의 원리 및 목적 교육
통신장비 작동훈련	소유즈 우주선 내부의 통신 장비 및 비상시 통신 시설들의 원리 및 통신기기 작동 방법 교육
생명 유지장치 및 우주복 사용훈련	소유즈 우주선내의 생명유지 장치와 관련된 밸브 및 기기들의 작동 원리 및 방법 교육, 우주복의 구조 및 원리 교육 및 작동 방법 교육
비상착륙시 통신 및 생존 세트 사용훈련	비상시 승무원이 이용하는 휴대 생존 세트의 구성 및 이용 방법 교육

**러시아모듈(Service Module, SM) 관련 훈련**

SM 구조 이해	ISS Service Module 각 부분의 목적 및 작동 방법
ISS Cargo Block 이해	ISS Functional Cargo Block 각 부분의 목적 및 작동방법 교육
도킹 시스템 교육	도킹부의 압력 평형 및 밀폐를 위한 여러 밸브의 목적 및 원리 교육
ISS 컴퓨터 시스템교육	ISS내에 탑재된 컴퓨터 시스템 전체 구조의 교육
SM 장비 제어시스템 교육	ISS내의 정보/신호의 전달 및 조절 시스템의 이론 및 관련 계기판의 작동방법 교육
통신 시스템 교육	ISS내 각 모듈의 통신 장비를 이용한 모듈 간 통신 및 지상과의 통신 방법 교육
생존유지 장치 사용 훈련	ISS에서의 음식 및 물 섭취 방법, 생명유지 장치와 관련된 밸브 및 기기들의 작동 원리와 방법 교육

**생존훈련/무중력적응 훈련/NASA JSC훈련/ 팀 훈련/언어/체력훈련 등**

러시아어 교육	러시아어 문법 및 회화교육
체력훈련	우주인 임무수행에 필요한 기본적 체력유지
의생리학 훈련	기본적 의학체크, 정신심리 면담 등
수상생존 훈련	선상에 위치한 귀환모듈에서 이루어진 선상 훈련, 바다에서 이루어진 해상훈련, 화재를 포함한 비상사태에 대비한 비상탈출 훈련으로 나누어 실시
지상생존 훈련	우주인의 지구 귀환 시 숲 및 늪지대 등의 비상착륙에 대비하여 수행하는 생존훈련
무중력 적응 훈련	우주공간의 무중력 환경 적응에 대비하여 무중력 비행기(일류신 76)에 탑승하여 무중력 훈련 - 우주복을 입고 벗기, 무거운 물체를 서로 주고받기, 줄을 잡고 이동하기, 양쪽 벽 사이를 날아서 이동하기 등의 훈련을 수행
그룹 훈련	'08.4월 우주비행을 하는 탑승 우주인 팀과 예비 우주인 팀의 우주인들이 팀워크를 맞추기 위해 팀별로 함께 훈련, 팀별로 소유즈 우주선 발사/귀환에 대비한 실습훈련
미국 존슨 우주센터 훈련	ISS 미국 모듈의 구조, 통신 방법 등에 대한 기본교육 훈련
사진 및 비디오 촬영 훈련	ISS 에서 우주인들의 우주생활과 임무수행 내용을 촬영에 필요한 영상촬영 훈련

**우주임무(우주실험) 훈련**

우주임무 (우주실험) 훈련	ISS에서 우주인이 수행 할 우주과학실험에 대해 교육(훈련) 수행 - 국내에서 각 실험 PI들이 실험에 대한 목적, 실험 방법 등을 실습 (2회 실시) - 러시아에서 실험장비 TrM (Training Model)을 사용하여 러시아 GCTC와 ENERGIA 실험 전문가들이 실험 교육 및 실습을 수행함
----------------	---

**2.3 한국 우주인 발사 및 귀환과정**

소유즈 우주선이 발사될 바이코누르 우주기지는 러시아가 카자흐스탄으로부터 장기임대하여 사용하고 있는 러시아 우주기지이다. 모스크바 남동쪽 약 2,100 Km에 위치 (북위46도, 동경 63°40도)하는 카자흐스탄 영토 (크릴-오르딘스크주)에 위치하지만 러시아가 임대 사용 중에 있다.

주로 유인우주선과 위성 발사 등의 임무를 수행하는 곳으로 총면적 6,717 평방킬로미터로 로켓 발사를 위한 9개의 발사단지에서 15개 발사대로 구성되어 있다. 1957년 8월 S.P. Korolev에 의해 설립되어, 1957년 10월 4일 세계 최초 인공위성 스푸트니크 1호를 발사 및 1961년 4월 12일 보스토크호 발사 (인류 최초 우주인 유리가가린 탄생)를 수행한 곳이기도 하다.

우주인들은 우주선 발사 5시간 전에 바이코누르 발사장에 도착하며, 발사체와 발사대가 점검되는 동안 우주복을 착용하고 발사 2시간 30분전 소유즈 우주선에 탑승한다. 발사 5분전에는 비행시스템을 우주선에서 직접 조정이 가능한 시스템으로 전환한 뒤, 예정된 시각에 발사된다. 발사 9분 후에는 소유즈 우주선이 발사체와 완전히 분리되며, 태양 전지판을 전개하고 엔진점화 후 비행궤도를 서서히 높여 ISS와의 랑데뷰를 시도한다. 발사체의 발사궤도경사각은 적도 평면으로부터 약 51.7도이며, 발사대에서 발사된 후 118 초에 1단 분리를 하고 대기권을 벗어난 226초에 페어링을 분리한다. 287초에 2단 로켓을 분리하고 525초에 3단 로켓을 분리하며 이때의 고도는 약 242km 이다. 528초에 소유즈 모듈의 메인 엔진을 가동하여

점점 고도를 높여 2일 동안 비행한 후 고도 약 350km에서 지구를 공전하고 있는 국제우주정거장과 도킹을 시도한다. 우주인들은 도킹 후 헤치를 열고 ISS로 진입하여 총 10일간의 우주임무를 수행하게 된다.

한국 우주인이 탑승한 소유즈 TMA-12 우주선이 카자흐스탄 바이코누르 발사장에서 4월 8일 오후 8시 16분(현지시각 오후 5시 16분)에 드디어 우주로 발사되었다. 이로써 한국은 세계 36번째로 우주인을 배출한 국가가 되었으며, 한국인 최초로 우주실험 전문가의 자격으로 소유즈에 탑승한 이소연 박사는 세계 49번째 여성 우주인이 되었다. 한국 우주인은 러시아 우주인 2명(세르게이 볼코프, 올레그 코노넨코)과 함께 소유즈에서 2일간 머물렀으며, 10일 ISS에 도착하였다. 한국 우주인은 10일 동안 ISS의 러시아 즈베즈다 모듈에서 거주하며, ISS에 머무는 동안 하루 3번의 식사와 취침시간을 제외하고는 과학실험, 퍼포먼스, 방송 인터뷰 등 매우 바쁜 일과를 보냈다. 우주만찬, 우주강연, 태극기 및 엠블럼 기념식 등의 퍼포먼스와 HAM 통신(2회), TV생방송(4회), 라디오 인터뷰(3회)가 있었으며, ISS 도착 첫날부터 한국 우주인은 우주과학실험을 시작하여 ‘식물발아 생장 및 변이 관찰실험’, ‘초파리를 이용한 중력반응 및 노화유전자의 탐색실험’ 등 10일간 총 18개의 우주과학실험을 실시하였다.

한국 우주인은 우주에서의 바쁜 일정과 임무를 마치고 4월 19일 Expedition 16 우주인 2명과 함께 소유즈 우주선 TMA-11을 타고 4월 19일 오후에 국제우주정거장을 출발하여 카자흐스탄 초원지대로 귀환하였다.

아래 사진은 우주인의 소유즈 우주선 탑승 전 보고식 사진과 소유즈 우주선 발사 사진을 보여주고 있다.



그림 1. 우주선 탑승 전 보고식 사진



그림 2. 소유즈 우주선 발사 영상

## 2.4 한국 우주인 과학실험 및 장비개발

‘08년 4월 한국 우주인이 ISS에서 수행한 우주실험 및 임무 개발은 다음과 같이 일련의 과정을 통해 수행되었다.

첫 번째로 한국 우주인이 수행할 실험 및 임무선정 업무를 수행하였다. 이를 위해 우주라는 특별한 환경을 이용하여 유용한 결과를 얻을 수 있는 실험이 고려되었지만, 우주, ISS라는 공간적, 물리적 제한 사항이 있기 때문에 실험가능성, 실험 장비의 규모, 전력, 안전성 등의 사항이 고려되는 사항이었다.

그런 후 이렇게 선정된 임무 및 실험의 장비를 ISS 요구조건에 부합하도록 제작, 개발하였고, 이 장비들이 ISS 및 소유즈(Soyuz), Progress 우주선의 요구 사항에 부합하는지 검증하는 인증시험(Qualification Test, QT)을 수행하고, 2번의 인수시험(Acceptance Test)을 한국과 러시아에서 수행을 통해 카자흐스탄 바이코누르 발사장에서 우주선에 탑재된다.

한국 우주인 사업에서 우주실험 장비는 두 번에 나누어서 수송되었다. ‘08년 2월 5일 무인 우주선인 프로그레스(Progress) 우주선을 통해 전체장비의 약 30%의 장비가 수송되었고, ‘08년 4월 8일 소유즈(Soyuz) 우주선을 통해 약 70%의 장비가 ISS에 수송되었다.

아래 표는 한국 우주인이 ‘08년 4월 ISS에서 수행한 우주실험 List를 보여 주고 있다. 18가지의 국내 과학실험과 3가지의 국제협력실험을 수행하였다.

표 3. 한국 우주인의 우주실험 목록

실험명	제안 기관	실험 내용
<b>국내과학실험-기초과학분야</b>		
우주 공간에서 식물발아 생장 및 변이 관찰실험	원자력 (연)	우주환경에서의 식물체 및 종자의 생장특성 규명을 통해 유용 식물유전자원의 개발 시도
초파리를 이용한 중력 반응 및 노화 유전자의 탐색	건국대	우주환경에서 초파리를 이용하여 중력 반응 인자와 노화 촉진 과정 규명
우주 공간에서 사용할 소형 생물 배양기 개발	(주)바이오토론	우주환경에서 3차원의 조직 배양을 통해 조직배양의 기술적인 개선 도모
우주환경이 안구압 및 심장에 미치는 영향 연구	공군항공 우주 의료원	우주환경에서 우주인의 건강 모니터링을 통해 장기간의 우주비행에서 발생할 수 있는 문제점에 대한 대응책 마련
미세중력상태에서의 우주인 신체(얼굴)의 형상 변화 연구	한남대	우주에서의 우주인의 얼굴 부종(얼굴이 붓는 현상)의 형상을 계량화
한국 전통식품을 활용한 우주식품 개발	식품(연) 원자력 (연)	한국의 전통 음식을 우주 식품으로 개발하여 우주인이 섭취
무중력 상태에서 제올라이트 합성과 결정 성장	서강대	무중력환경을 이용하여 균일한 크기, 모양, 두께의 제올라이트 결정 성장 실험 실시
무중력 상태에서 금속-유기 다공성 물질의 결정성장	포항공대	무중력환경을 통해 효율이 높은 무결점 금속-유기 다공성 물질의 결정성장을 연구
MEMS 기술을 이용한 망원경 개발 및 극한 대기 현상 관측	이화여대	대기의 TLE(블루젯, 스프릿, 엘프 등) 현상을 관측할 수 있는 망원경을 개발
한반도 및 지구의 대기 및 기상관측 연구	기상 (연)	한반도 상공의 황사현상 등 기상 대기와 해양상황을 관측하고 촬영
ISS 소음 환경 문제 파악 및 개선 연구	KAIST	ISS의 극심한 소음환경 문제를 개선하기 위한 소음원을 파악

우주시대를 대비한 차세대 메모리 소자 실증 실험	전자부품 (연)	우주환경에서 다양한 종류의 메모리 소자의 성능 및 변화 특성의 분석 이해 시도
미세중력상태에서 소질량 물체의 무게 측정장비 개발	항우(연)	무중력환경에서 소질량(5kg 이하) 물체의 무게를 측정하는 장비를 개발

**국내과학실험-교육실험분야**

지구와 우주에서의 물의 현상 비교	한국 교원대	지구와 우주에서 물의 구성 및 성질 등의 현상에 대한 차이점 비교
지구와 우주에서의 회전운동 및 뉴턴 법칙 비교		뉴턴의 운동 법칙 및 회전 운동에 대해서 지구와 우주에서의 차이점 비교
지구와 우주에서의 표면장력 차이점 비교		물 등 무해한 액체를 이용하여 지구와 우주에서 표면장력의 차이점을 관찰
지구와 우주에서의 펜이 써지는 차이점 비교		지구와 우주에서 펜이 써지는 차이점을 중력의 영향으로 설명하고 우주에서 사용가능한 펜 제작
지구와 우주에서의 식물성장 비교	원자력 (연)	지구와 우주에서 식물이 자라는 차이점을 관찰

**국제협력실험**

Sleep-Wake Actigraphy & Light Exposure during Space Flight	미국 NASA	우주인의 비행전, 비행중, 비행후 Sleep 패턴을 관찰하는 실험
PADLES	일본 JAXA	한국 우주인이 ISS 체류중에 휴대하여 ISS내의 방사선을 측정하는 실험
HDTV	일본 JAXA	ISS 내 일본 HDTV 카메라를 이용하여 우주인 모습, 지구 영상을 촬영하여 과학적인 데이터로 활용함.

우주실험 장비가 ISS과 소유즈 및 프로그레스 우주선에 탑재 및 사용되기 위해서는 러시아에서 요구하는 기술적인 요구사항 및 요구조건에 부합하도록 제작되어야 한다. 아래에서 ISS 러시아 모듈의 장비에 요구되는 주요한 요구사항에 대한 리스트를 간략히 기술하였다.

표 4. 우주실험 장비 요구조건 목록

요구 사항 목록	세부 요구사항	요구사항 내용
거주 환경	온도	- 지상수송조건(±50℃) - ISS 환경(+5℃~+40℃)
	습도	- 95% 상대습도
	가압/감압/진공	- 970mmHg - 450mmHg - 10 <sup>-4</sup> torr
기계	진동	- 우주선 발사환경 - 지구궤도 환경 - 귀환 시 환경
	충격	- 우주선 발사환경 - 지구궤도 환경 - 귀환 시 환경
전기	전류/전력	- 평균전력 100W이내 - 시작전류, 동작전류 제한 - 절연저항: >20MΩ
	EMC	- CE(low frequency) - CE(high frequency) - RE - CS(low frequency) - CS(high frequency) - CS(pulse) - RS(magnetic field) - RS(electric field)
안전	장비재료	- 생물재료에 대한 안전인증서 발급(초파리, 씨앗, 세포 등) - 장비의 노화 등 안전성
	독성	- 장비에서 나오는 off-gassing (독성) 측정
	화재	- 화재에 대한 안전성
	표면처리	- 장비의 표면 처리 - 장비의 Labeling
	소음	- 장비의 소음 정도
	기능	- 장비 운영상의 안전여부
	밀봉	- 장비의 밀폐 시험 (화학재료 및 생물 재료 등의 밀폐 시험, 기본적으로 3중 밀봉)

이러한 우주실험 장비가 위의 요구조건에 부합하는지 인증모델(QM, Qualification Model)을 사용하여 인증시험(QT, Qualification Test)을 수행하였고, 이를 통과한 장비는 비행모델(FM, Flight Model)을 이용하여 두 번에 걸쳐 인수시험(AT, Acceptance Test)을 한국과 러시아에서 수행하였다. 아래 표에서 인증시험 및 인수시험 목록을 기술하였다.

표 5. 인증시험 및 인수시험 목록

시험 항목	시험 과정		
	QT (QM)	AT(FM)	
		1	2
1. 장비의 완성도		x	x
2. 장비의 외관 확인		x	x
3. 장비의 크기(볼륨) 확인		x	x
4. 장비의 무게 및 무게중심 확인		x	x
5. 안전성	x	x	x
6. 장비의 Packing(포장) 확인		x	x
7. 진동시험(지상에서의 장비의 수송환경)	x		
8. 진동시험(대기권내 발사환경)	x	x	
9. 진동시험(우주궤도 환경)	x		
10. 진동시험(귀환 시 환경)	x		
11. 충격시험(대기권내 발사환경)	x		
12. 충격시험(귀환 시 환경)	x		
13. 선형 g-loads (대기권내 발사환경)	p		
14. 선형 g-loads(귀환시 환경)	p		
15. 습도 시험	x		
16. 온도 시험(지상에서의 장비의 수송 환경)	x		
17. 온도 시험 (국제우주정거장 환경)	x		
18. 산소 환경시험	x		
19. 감압/가압/진공 환경시험	x		
20. 방사선 영향 시험	x		
21. 기압환경 시험	x	x	x
22. 절연 및 Breakdown 시험	x	x	x
23. 시작전류시험 (23V-28V- 29V)		x	x
24. 동작전류 및 전력시험 (23V - 28V - 29V)		x	x
25. 장비의 성능시험		x	x
26. 전자파 환경 (EMC) 시험	x		

\* p: 시뮬레이션 및 계산

이렇게 인증시험 및 인수시험 거친 장비는 카자흐스탄 바이코누르 발사기지로 장비를 이동한 후, 발사장 근처 실험실에서 마지막 정밀 검사를 받게 된다. 여기에서 일반적인 기계, 전자 장비는 기능, 구성품, Critical 사항 등에 대한 검사를 받은 후 소독 작업을 거친 후 우주선에 장착이 된다. 하지만, 초파리, 씨앗,



생물 세포, 화학 재료 등은 우주선 발사 약 10시간 전까지 실험 재료 준비를 거친 후 가장 마지막에 우주선에 싣게 된다.

이렇게 수송된 장비를 이용하여 한국 우주인 이소연 박사가 '08년 4월 10일에서 19일까지 약 10일 동안 ISS에서 체류하면서 우주실험과 임무를 성공적으로 수행하였다. 우주에서 수행했던 실험장비 대부분은 우주에 태워져 없어지고, 수행된 실험 결과 데이터 등만 지구로 귀환되었다.

귀환된 실험 결과는 실험 PI들에게 인계되어 일차적으로 결과 분석 과정을 거쳐 '08년 6월 12일 중간 결과 발표회를 가졌으며, 현재에도 결과를 분석 중에 있으며 향후 보고서 및 논문 등을 통해 발표될 예정이다.

### 3. 결론

#### 3.1 한국 우주인의 의미와 파급효과

한국 우주인사업의 의미와 파급효과는 크게 유인 우주기술개발과 대국민 대상 과학문화 확산 두 가지로 요약할 수 있으며, 국제협력 강화 등과 같은 부수적인 효과도 있었다.

##### 3.1.1 유인 우주기술개발 (I); 우주인 선발

한국 우주인의 의미 및 파급효과는 우선 우주인선발, 훈련, 우주비행, 우주인 관리 경험 축적을 들 수 있다. 총 3만 6천명의 지원자 가운데, 서류전형, 면접, 체력, 의학, 어학, 사회성, 심리 등을 평가하기 위한 국내의 전문가 list를 확보하였고 계량화된 평가기준을 개발하여 평가하는 기술을 국내전문 산업체와 공동으로 개발하여 수행하였다. 이 선발과정에서의 경험과, data base, 전문가 network 등은 향후 있을 2차 우주인선발에 매우 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

##### 3.1.2 유인 우주기술개발 (II); 우주실험기술

총 18가지의 우주실험을 선정, 개념설계, 개발, 시험 검증, 우주실험, 우주활동 스케줄, 자료 분석 등을

통해 유인 우주실험분야 우주기술을 축적할 수 있었다. 우주실험의 선정과 개념설계를 통하여 국내외 우주실험장비 개발 관련 전문가들의 network를 구성할 수 있었으며, 특히 러시아 에네르기야 전문가들과의 수차례 기술회의를 통해 장비개발과 안전에 대한 기술과 경험을 축적할 수 있었는데, 러시아 측의 경험과 안전에 대한 의견이 개념설계에 많이 반영되었다.

우주실험장비의 개발은 국내 대학과 중소기업체가 맡았는데, 항우연과 연구책임기관이 협동하여 개발과 제작을 수행하였다. 개발된 장비의 시험검증 (verification)은 항우연이 담당하였는데 러시아측이 전수한 경험과 국내 관련 기관의 경험이 많은 도움이 되었다. 무엇보다 귀중한 경험은 한국 우주인이 직접 우주공간에서 국내에서 개발된 실험 장비를 가지고 실험을 직접 수행하였다는데 있다. 이로부터 나온 잘된 점, 불편한 점, 모자란 점 등은 차후 우주실험 장비 개발에 귀중한 경험으로 쓰일 수 있을 것이다.

##### 3.1.3 대국민 과학문화 확산

한국 우주인사업이 2006년 출정식부터 2008년 4월 귀국까지 그리고 2008년 8월 현재까지 국민과 TV를 비롯한 언론이 지대한 관심을 가진 것은 주지의 사실이다. 예를 들면 2006년 한 해만 신문보도 1500여건, TV 방송 100회 이상을 기록하였으며, 2008년 발사와 귀국 전후는 국내 모든 언론의 헤드라인을 장식하였었다. 따라서 국민에 대한 우주개발과 과학 홍보 효과는 성공적이었다고 볼 수 있다. 그 계량적인 성과는 우주인 귀환직후인 6월 12일 (주) 한국리서치가 실시한 성인과 청소년 각 500명에 대한 설문조사에 의하면 한국 최초 우주인의 우주비행사실에 대한 인지도는 99.9%, 우주에 대한 관심도는 82.2%가 높아졌음을, 청소년은 59.5%가 이공계 선택 의향이 높아졌음을 알 수 있다. 이렇게 볼 때 한국 우주인사업의 대국민 홍보 효과는 최근의 그 어떤 과학적 발견이나 행사보다 컸음을 알 수 있다.

##### 3.1.4 한국의 국제위상 제고와 국제협력강화

한국이 우주인을 배출함으로써 국제적으로 선진국의 전유물이었던 우주인 배출 및 우주실험 수행국 클럽에

들게 되었으며, 이로 인해 한국은 실질적으로 확고하게 우주에 대한 국가적 투자를 할 능력과 의지가 있는 국가로 자리매김하게 되었다.

이러한 위상의 변화는 한국에 대한 우주분야 협력에서 잘 나타나고 있다고 본다. 우선 2008년 4월 한국 우주인이 우주 비행시 TV 중계에 미국 NASA와 일본 JAXA가 호의적으로 협력하여 전 국민이 매일 한국 우주인의 활동모습을 볼 수가 있었다. 또한 일본 JAXA는 한국과의 ISS 일본 모듈 JEM에서의 공동 실험의 제안하고 있으며, 미국은 한국과 달탐사 협력을 희망하고 있다. 이는 높아진 한국의 우주분야 위상에 힘입은 것으로 판단된다.

### 3.2 앞으로 할 일

2008년 이소연 박사의 우주비행 후 후속 우주인 배출은 우주실험과 연관되어 있다고 보인다. 고가의 우주인배출 비용과 과학 분야와 국민적 공감대를 고려할 때 유사한 방식의 후속 우주인 배출은 가능성이 낮아 보인다. 그러나 해외협력으로 우주실험을 계속하고자 하는 국내 학계와 해외 우주기관의 의지를 보면 우주실험을 지속하는 가운데 자연스럽게 제 2의 우주인이 탄생할 수 있을 것이다.

ISS를 이용한 우주실험은 ISS개발 초기 많은 과학 및 산업적 가능성이 퇴색된 것은 사실이다. 무엇보다 비용 증가, 2010년 미국 우주왕복선의 퇴역, 그리고

주도적인 미국이 달탐사로 전략을 추진함에 따라 ISS 활용은 위축되고 제한적일 수밖에 없다고 여겨 지지만, 한 편은 미국 외에 유럽과 일본이 주도함에 따라 새로운 가능성이 열릴 수도 있을 것으로 보인다. 특히 산업적인 활용이 증가할 것으로 보이는데, 우리나라도 국가 주도에서 산업체가 필요한 실험을 하는 방향으로 전환해야 할 것으로 판단된다.

금번 우주인 배출사업에서는 대부분 간단한 소형 stand alone 장비를 사용하였으나 국제협력을 통해 보다 진전된 대형장비를 사용하는 것을 추진해야 한다. 이를 통해 가장 첨단인 무중력 활용 우주실험 장비에 대한 기술을 습득할 수 있을 것이다.

국내 산업체 중 제약업체의 단백질 결정 성장, 반도체 회사의 특수 반도체 재료 합성, 광고촬영 등이 향후 유망한 분야로 보여 지며, 미국 NASA는 우주인 장기 체류에 대한 의학/생물학적인 실험을 희망하고 있다. 이를 수행하기 위하여 적절한 때가 되면 자연스럽게 제2의 한국 우주인 탄생이 공론화 되고 과학계의 합의를 통해 이루어 질 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

1. "ISS RS Specification" SSP41163
2. "NASA/RSA Joint Specifications/Standard for the ISS Russian Segment", SSP50094