KORUSTEC

# 러시아 항공우주 기술 동향지 Vol.6

2016. 2

KOREA RUSSIA SCIENCE&TECHNOLOGY COOPERATION CENTER

"한-러 과학기술협력으로
대한민국의 미래를 만들어 갑니다."

# Contents


## 최신뉴스동향

04 우주쓰레기 이동 모델 개발
04 "로켓우주분야에서의 혁신 및 IT-솔루션" 학술회의 개최
05 러시아와 아랍에미레이트, 우주 협력을 위한 실무진 구성
05 Korolev Rocket and Space Corporation "Energia":국제우주정거장에서 지구 촬영용 망원경 가동 준비완료
06 국영기업 ROSCOSMOS: 2016년 로켓 우주산업의 핵심 과제 - 전문인력 양성
08 Korolev Rocket and Space Corporation "ENERGIA", 에너지 무선전송 실험 진행
08 러시아 과학자들, NASA와 함께 소행성으로부터 지구방위를 체계화할 것

## 항공우주 저널
## (Russian Space, news of Cosmonautics)

11 우주쓰레기 – 우주공간의 정보전쟁
15 TsENKI – 공로 수여식
15 한–러 협력 전망
16 러시아제 엔진을 대체할 미국 엔진의 부재
22 지속적인 교육을 통해 엔지니어로
22 고등교육기관들의 성공적인 통합
23 키로프 청소년 학술제
24 옴스크의 인적 자원

## 칼럼

28 저비용 재사용 발사체 개발 동향
윤영빈 교수 (서울대학교 기계항공공학부)

## 한–러센터소식

34 사마라 국립 항공 대학교, 한국과의 협력 의지를 다지다


동향지는 월 1회 배포될 예정입니다

최신뉴스동향

# Latest News Trends


04 우주쓰레기 이동 모델 개발

04 "로켓우주분야에서의 혁신 및 IT-솔루션" 학술회의 개최

05 러시아와 아랍에미레이트, 우주 협력을 위한 실무진 구성

05 Korolev Rocket and Space Corporation "Energia":국제우주정거장에서 지구 촬영용 망원경 가동 준비완료

06 국영기업 ROSCOSMOS: 2016년 로켓 우주산업의 핵심 과제 – 전문인력 양성

08 Korolev Rocket and Space Corporation "ENERGIA", 에너지 무선전송 실험 진행

08 러시아 과학자들, NASA와 함께 소행성으로부터 지구방위를 체계화할 것

## 우주쓰레기 이동 모델 개발

러시아 학자들이 지구 궤도상에 있는 물체와 위성들간의 충돌 확률을 낮춰주는 우주 쓰레기 이동모델을 개발했다고 러시아 과학아카데미 "Zvenigorod" 천문 관측연구소의 선임 연구원 나일 바흐티가라예프가 발표하였다.

"약 20센티미터 크기의 중국 위성 파편이 모델로 선정되었다. 파편의 움직임을 수 년간 관찰한 결과 차후의 움직임을 예측한 설계도를 완성했다. 이는 매우 고된 작업이지만, 우주쓰레기 과포화라는 글로벌 문제의 해결 방안이 될 수 있다. 정확한 좌표를 알게 됨과 동시에 우리는 물체들간의 충돌 확률을 낮출 수 있고, 나아가 작은 쓰레기 자체도 확실하게 제거할 수 있다." 고 밝혔다.

출처: http://novosti-kosmonavtiki.ru/news/30105/

## "로켓우주분야에서의 혁신 및 IT-솔루션" 학술회의 개최

로켓우주 산업체, 투자기관 및 IT분야 단체들의 상호협력 문제에 중점을 둔 "로켓우주분야에서의 혁신 및 IT-솔루션" 학술회의가 개최되었다. United Rocket and Space Corporation (URSC)와Internet Initiatives Development Fund (IIDF)이 학술회의를 주관했다.

주요 주제는 IIDF와 정부 당국 기관들의 입장에서 국내 대형사업을 위한 IT-솔루션 공급업체에 대한 지원 대책, 협력 사례, 로켓 우주산업체들의 국내 IT제품 사용과 우주활동의 상용화를 위한 전망이다.

학술회의 참가자들은 IT-솔루션 개발자들, 로켓 우주 산업체들과 다른 우주분야 단체들의 공동 프로젝트 실현 경험을 접할 수 있는 기회를 가졌다. 이 회의 기간에 URSC와 IIDF가 정보기술과 자동 제어 시스템 영역에서 효과적인 검색시스템의 구성, 과학기술 및 제작기술 솔루션 구현을 위한 협약서를 체결했다.

URSC 대외협력담당 데니스 크라프첸코 부사장은 URSC는 IT 분야를 포함해 첨단기술제품의 안정적인 국내 공급 업체에 대해 관심을 표했다: "국내 IT분야와의 네트워크 형성은 로켓 우주산업이 비용을 줄이고, 향후 외국 소프트웨어 제품의 구입을 최소화하는데 도움을 줄 것이다."

URSC전문가들은 매우 유명 전문가들과 상호 협력할 것이며, 그들에게 멘토링을 제공할 것이다. 그들의 솔루션들은 우주산업 수요에 최대한 적용 된다.

IIDF에서 가속화된 스타트 업에 관련해, 스타트 업의 모색과 제안은 양 방향성을 가지게 된다. IIDF 자

체 테스트를 거친 스타트 업에 대한 협력을 URSC에 제안할 수 있고, URSC는 자체 판단으로 가속화를 위한 유망한 목표를 재단에 제시할 수 있다.
또한 이번 회의에서는 기술벤처 프로그램 "GenerationS" 와 국영기업 ROSCOSMOS가 현재 새로운 러시아 벤처 재단 설립 가능성을 검토 중이며, 이 재단은 로켓 및 항공-우주 분야 사업에 집중할 것이라고 밝혔다.

출처: http://novosti-kosmonavtiki.ru/news/29801/

## 러시아와 아랍에미레이트, 우주 협력을 위한 실무진 구성

러시아와 아랍에미레이트는 양국 정부 공동위 소회의에서 우주분야 협력을 위한 정부간 실무진을 구성하기로 합의했다고 러시아 산업무역부 데니스 만투로프 장관이 밝혔다.
"우주 협력을 위한 정부간 실무진 구성과, 아울러, 은행간 협력을 위한 실무진 구성에 관해서도 합의에 이르렀다."고 그는 말했다.
그는 현재 알루미늄 산업 분야 협력, 산업 및 투자, 혁신을 위한 공동 실무진이 존재하고 있음을 상기시켰다. "러시아와 아랍에미리트는 최근 부정적인 경향을 감안할 때, 이러한 문제들의 효과적인 해결책을 찾는데 도움을 줄 수 있는 추가적인 조건들을 만들어내는데 적극 노력해야 한다. 공동 실무진들은 여기에 집중하고 있다."고 장관이 언급했다.
반면, 공동위에 참석한 아랍에미레이트 압둘라 빈-자이드 알-나히안 외무장관은 러시아-아랍에미레이트의 전반적인 협력은 건설적이라고 표현했다.

출처: http://novosti-kosmonavtiki.ru/news/29811/

## Korolev Rocket and Space Corporation "Energia": 국제우주정거장에서 지구 촬영용 망원경 가동 준비완료

"Energia"는 2014년 1월에 국제우주정거장(ISS)의 외부 표면에 설치된 캐나다 UrtheCast사가 제조한

망원경의 정상가동 준비를 마쳤다.

“망원경 테스트 및 조정작업을 전부 완료했다. 국영기업 “ROSCOSMOS”사의 결정에 따라 시스템 운영업체에는 'NTsOMZ'가 지정되었고, 우리는 이 회사의 전문가들에게 준비가 완료되었음을 전달했고, 이들은 고객들을 위한 가동을 시작할 수 있다.”고 “Energia”사 과학기술센터 이고르 브로드스키 부소장이 말했다.

2012년 “ROSCOSMOS(당시 우주청)”의 후원으로 “Energia”와 캐나다 EVC사(현재 UrtheCast)는 “Napor-mini RSA” 실험 범위 안에서 지표면 촬영을 위해 광학망원경을 국제우주정거장(ISS) 러시아 구역에 설치하는 협정을 체결했었다.

“Energia”는 망원경과 서비스모듈 “Zvezda”를 통합하여 배치부의 진동 계산, 설계 및 구조적 문제 해결방법, 망원경 제어를 위한 프로그램 개발 그리고 영상처리를 제공한다.

중 해상도(해상도 성능 5m, 4분광 범위) 망원경을 안정적으로 설치하여 지표면에서 수직 방향으로 향하게 했고, 또한 고해상도(해상도 성능 2,4미터) 망원경을 두 축 플랫폼에 설치했으며, 이는 촬영에서 특정한 대상의 지정이 가능케 한다.

지구로의 정보전송은 “Zvezda” 모듈의 고속정보전달 무선시스템을 통하거나 혹은 ISS 미국 구역의 TDRSS 위성시스템을 통하여 수행할 수 있다.

광학 망원경의 시스템 운영자는 'Research Center for Earth Operative Monitoring'(NTsOMZ)이다. 고해상도와 중해상도 우주영상에 관심을 가지는 고객들은 러시아 비상사태부, 러시아 환경자원부, 러시아 경제개발부, 러시아 농업부, 러시아 교육과학부, 캐나다 회사 'UrtheCast'등이 포함되어 있다. 비디오와 사진정보는 ISS 탑재장비로부터 'NTsOMZ'의 지상 수신소와 UrtheCast와 연관된 해외 수신소로 전달된다.

출처: http://novosti-kosmonavtiki.ru/news/29863/

## 국영기업 ROSCOSMOS: 2016년 로켓 우주산업의 핵심 과제 - 전문인력 양성

국영기업 ROSCOSMOS와 로켓우주산업기업들이 2015년의 업무 성과를 평가하고 2016년 주요 활동 방향을 정했다. 내년 우선적인 인사업무 관련 주요프로젝트는 효과적인 활동 방향설정, 전문적인 기준

도입, 예비인력 교육, 분야별 임금지급 시스템 구축, 표준 조직구조 도입 그리고 'ROSCOSMOS 기업 아카데미' 교육프로그램의 시행이다.

주요 우선순위 중 하나는 오늘날 많은 산업 분야에서 겪고 있는 젊은 과학자의 부족 현상을 해결하는 것이다. : 현재 로켓우주분야에 종사하는 30살 이하의 젊은 인력은 22 퍼센트에 불과하다.

2016년 젊은 전문가들과의 사업의 일환으로 일련의 이니셔티브가 실현(입안)될 예정으로, 여기에는 국제 우주 올림피아드 개최 그리고 청소년을 위한 분야별 교육 포털 생성, 청년 포럼 조직, WorldSkills Hi-Tech 참가와 WorldSkills 대회 기준에 따른 로켓우주산업분야 부문별 챔피언십 진행이 포함된다.

교육기관들과 공동으로 대형 사업이 계획되어있는데, 이는 필요한 전문 인력의 수요를 미리 예측하는 시스템 개발부터 WorldSills의 방법을 통합시키는 것에 이르며, 졸업 예정자들의 교육과 평가도 시스템에 포함되어있다.

2016년에는 러시아 우주분야의 예비인력 편성에 대한 특별한 관심이 집중될 것이다.

2015년 9월 58명의 책임자들은 Skolkovo 경영 학교 예비 인력의 전략 개발 프로그램에 따른 교육을 시작했다.

이미 동 분야의 책임자들은 아이디어와 솔루션에 대한 관심을 보이고 있으며, 자신의 프로젝트를 구현하는 과정에서 동 프로그램의 참가자들에게 제안할 것이다.

2016년 새로운 인사방안은 'ROSCOSMOS 기업아카데미'를 통해 실현될 것이다.

예비인력교육 외에, 아카데미에 기초하여 내년 ROSCOSMOS의 생산 시스템에 따른 분야별 교육시스템이 시작될 것이다. 또한 품질 관리, 물품 조달, 인사 관리, 재무, 프로젝트 관리 및 산업동향을 위한 기타 주요 업무에 대한 교육을 시작한다. 즉 "수석 설계자 과정"이 시작될 것이다.

United Rocket and Space Corporation의 인사 정책 담당 및 사회정책담당 알라 부츠코비치 부국장은 "러시아 로켓 우주분야기업들은 국내뿐만 아니라 세계무대에서도 경쟁한다. 경쟁력 확보를 위해서는 인력 문제를 해결해야만 한다. 젊고 재능 있는 전문가들이 단순히 일자리를 찾는 것이 아닌 이 분야로의 정착이 중요하다. 이것을 위해 우리는 합리적인 보수, 흥미로운 프로젝트 참여 그리고 전문성 강화와 승진의 가능성을 제시해야 한다.

기계 및 장비제작 고등 교육연구소의 이사이자, 'ROSCOSMOS 기업 아카데미' 설립 프로젝트 국장인 안드레이 아포닌은 "전 분야에서 개혁이 동시에 일어나는 이 때, 'ROSCOSMOS 기업 아카데미' 설립은 매우 중요하다. 이 통합 교육 센터는 새로운 시스템과 기술을 통해 효과적인 기업의 직원 양성을 가능케 할 것이다.

출처: http://novosti-kosmonavtiki.ru/news/29872/

## Korolev Rocket and Space Corporation "ENERGIA", 에너지 무선전송 실험 진행

발전설비에 의한 우주선 사이의 전력전송 가능성이 우주탐사의 새로운 장을 열 것이라고 연구자들은 생각하고 있다.

"ENERGIA" 사가 2016년 1사분기에 에너지 무선전송에 대한 실물 크기의 시범용 실험을 수행할 계획이라고 블라디미르 손체프 사장의 말을 인용하며 보도하였다.

"ENERGIA" 사에 레이저 빔 유도시스템 개발을 위한 경로가 이미 준비되었고, 이러한 레이저 빔의 도움으로 에너지를 일정 거리 떨어진 곳에 전달할 계획이라는 것은 이미 알려졌었다.

지상실험이 성공적으로 수행될 경우 유사한 실험이 우주궤도에서도 수행될 계획이다.

"ENERGIA" 사는 에너지 무선전송 시스템을 개발하고 있다. 2016년 상반기에 실물 크기의 시범용 실험이 계획되어 있다."고 전했다.

"ENERGIA" 사는 국제우주정거장(ISS)을 위한 새로운 모듈과 차세대 무인우주선 개발을 지속하고 있다고 언급했다. 이 외에도 발사체 "Angara"와 "Proton-M"을 위한 중량급 상단의 현대화도 계속 진행하고 있다.

연구자들이 생각하는 것처럼, 강력한 발전설비를 이용하여 우주선으로부터 수신 변환기가 설치될 다른 우주선으로 전력을 전송한다는 가능성은 우주탐사에 새로운 지평을 열게 될 것이다.

출처: http://ria.ru/science/20151231/1352259435.html#ixzz3x9LTX8Mz

## 러시아 과학자들, NASA와 함께 소행성으로부터 지구방위를 체계화할 것

러시아 과학자들은 소행성과 다른 우주 위협들로부터의 지구방위를 체계화하려는 미국 항공우주국(NASA)의 새 부서 전문가들과 협력할 계획이다. 이 내용은 1월 13일 TASS'통신에 러시아과학아카데미(Russian Academy of Sciences) 천문학 연구소 보리스 슈스토프 소장이 알려왔다.

"국제적 협력은 특성상 글로벌적인 우주위협 문제를 해결하는 중요한 의미를 갖는다. 우리는 향후 미국 NASA 전문가들과 다양하게 상호 협력해 나갈 계획이다."라고 슈스토프 소장이 말했다.

그에 의하면, 지금 이순간에도 소행성-혜성 위험에 관한 국제 과학계의 연구는 몇몇 프로그램에 따

라 진행되고 있다. “러시아의 과학자들은 이미 근지구 천체 추적에 관한 IAWN (International Asteroid Warning Network)의 프로그램과 우주탐사 계획에 대한 고문단 활동에도 참여하고 있다”라고 슈스토프 소장이 확인해 주었다.

이 문제 연구의 전반적인 조정은 러시아과학아카데미 우주위원회 산하의 우주위협에 관한 전문가 워킹그룹 수준에서 행해지고 있다고 덧붙였다. “실무팀은 우주위협에 대처하는 국가시스템을 만드는 프로그램을 제안했다. 국영기업 ‘ROSCOSMOS’와 러시아 비상사태부 내에 미국, EU와 같이 유사한 조직을 구성하는 것이 중요하다. 이 제안은 당국의 승인을 받았지만 더 이상 진행은 되지 않고 있다.”라고 소장은 언급했다.

출처:http://novosti-kosmonavtiki.ru/news/30107/

항공우주저널

# Journal of Aerospace


11 우주쓰레기 – 우주공간의 정보전쟁

15 TsENKI – 공로 수여식

15 한–러 협력 전망

16 러시아제 엔진을 대체할 미국 엔진의 부재

22 지속적인 교육을 통해 엔지니어로

22 고등교육기관들의 성공적인 통합

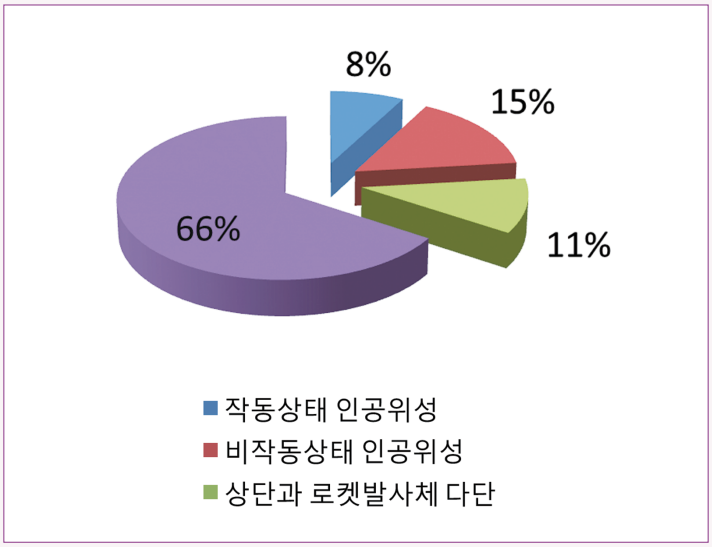
23 키로프 청소년 학술제

24 옴스크의 인적 자원

## 우주쓰레기 – 우주공간의 정보전쟁

인류가 활발한 우주 탐사를 시작한 지 벌써 반 세기가 지났다. 이 기간 동안 다양한 형태의 많은 위성이 궤도에 올려졌다. 우주 물체의 접근 및 낙하와 연관된 위험의 관점에서 본다면, 우주 공간 탐사환경이 역동적으로 바뀌었다고 할 수 있다. 이로 인해, 근지구 우주공간에서의 위험 상황 감시는 상시 과제가 되었다.

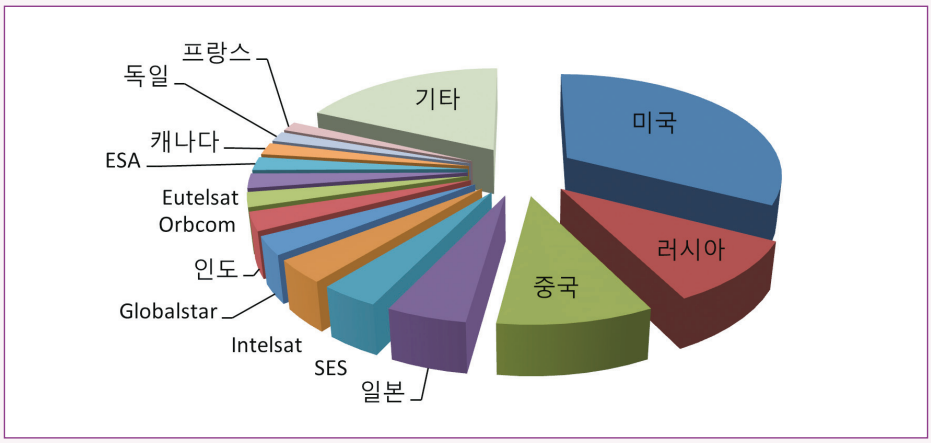
근지구 우주 공간 상에서 인간에 의해 발생한 물체 중 위험 상황 자동 경고 시스템에 리스트 화된 우주 쓰레기의 개수는 총 17250개에 이른다(2015년8월 31일 기준). 그 중 1362개의 우주 물체가 운용되고 있는 인공위성이며, 나머지 15888개의 우주 물체는 우주 쓰레기이다. 우주 쓰레기에는 아래와 같은 물체가 포함된다.




▲ **그림 1** 근지구 우주공간에서의 우주 물체 유형에 따른 구성 비율

– 작동불능 상태의 인공위성– 2682기
– 우주선, 발사체 단, 전자장비 등의 파편 – 11299개
– 분리된 발사체 상단 – 1907개

현재 운용(운용 중, 예비 상태, 비행 시험 그리고 부분적 작동 상태를 포함) 중인 위성 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 국가는 미국(446기), 러시아(135기), 중국(132기)이다.

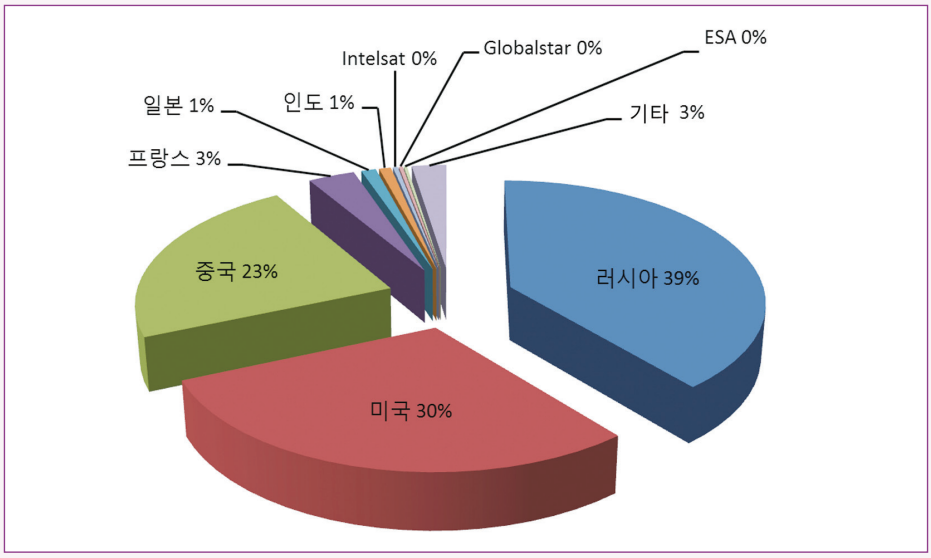



▲ **그림 2** 국가에 따른 운용위성의 비율

근지구 우주공간 상에서의 우주쓰레기(작동불능 상태의 인공위성, 발사체 상단부분, 인공위성/발사체 단/발사체의 파편, 전자 장비 등)의 공간 별 분포는 아래와 같다(2015년 8월 31일 기준).

- 12376 개(77.9%) – 근지구 우주공간
- 987개(6.3%) – 정지궤도
- 215 개(1.3%) – 기타 우주 공간
- 2087개(13.1%) – 고궤도(타원궤도)
- 223 개(1.4%) – 지구 중궤도

상당수의 우주쓰레기는 러시아 (6192), 미국 (4696), 중국 (3629) 그리고 프랑스 (534)의 우주 물체로부터 나온 것임을 알 수 있다.




▲ **그림 3** 우주쓰레기의 소속에 따른 구성 비율

그래프에서 보이는 바와 같이, 현재 운용 중인 인공위성의 수는 전체 목록화된 우주 물체의 8%에 지나지 않는다. 우주쓰레기는 이미 그 수가 많아 우주 임무 수행에 위협을 가하고 있으며, 우주에서의 상황에 영향을 주고 있다. 최근 이러한 경향은 점차 심해지고 있으며, 이에 따라 우주쓰레기가 러시아의 우주활동에 영향을 주는 경우도 증가하고 있다.

최근 몇 년 동안, 운용 담당자들은 임무 수행 중인 인공위성과 목록화된 우주쓰레기(통상 10cm 이상의 크기) 간의 충돌 위협에 관한 보고를 점점 더 자주 받고 있다. 인공위성과 우주쓰레기 간의 충돌은, 전체나 일부 기능에 손상을 유발하고 최악의 경우에는 강한 폭발을 일으켜 새로운 다수의 우주쓰레기를 만들어내게 된다.

오늘날 우주쓰레기와의 충돌을 피하기 위한 유일한 수단은 회피기동이다. 이와 같은 방법은 여유 연료량에 영향을 주어 우주선의 정상작동시간을 회피기동을 한 만큼 감소시켜 우주비행 프로그램의 실패를 초래할 수 있다. 우주쓰레기 조각(1cm 미만의 크기)와 미세운석에 의한 충돌로부터 우주선을 보호하기 위해 특수한 보호 구조가 사용된다.

국제우주정거장의 첫 모듈을 궤도에 올리면서부터(1998년 11월 20일 – Zarya Functional Cargo Block), 미국과 러시아 비행 관제 센터는 인간활동으로 인해 야기된 우주 공간의 방해물 가운데서 우주 정거장의 비행을 보장해야 하는 상황에 놓이게 되었다. 러시아와 미국의 비행제어 전문가들은 예측이 가능한 위험 접근으로부터의 우주정거장의 회피 기동 조작법을 개발하였다. 그러나 현재까지도 줄곧 이용되는 이 방식을 위해서는, 정거장 비행 임무 계획 변경이 요구되며, 28.5시간의 힘든 준비 과정이 필요하다. 위험 상황에 대한 고지 혹은 정거장 회피 기동에 관한 승인 수리가 늦어질 경우, 승무원의 안전을 보장할 최후의 수단은 탈출선으로 대피하는 방법밖에 남지 않게 된다.

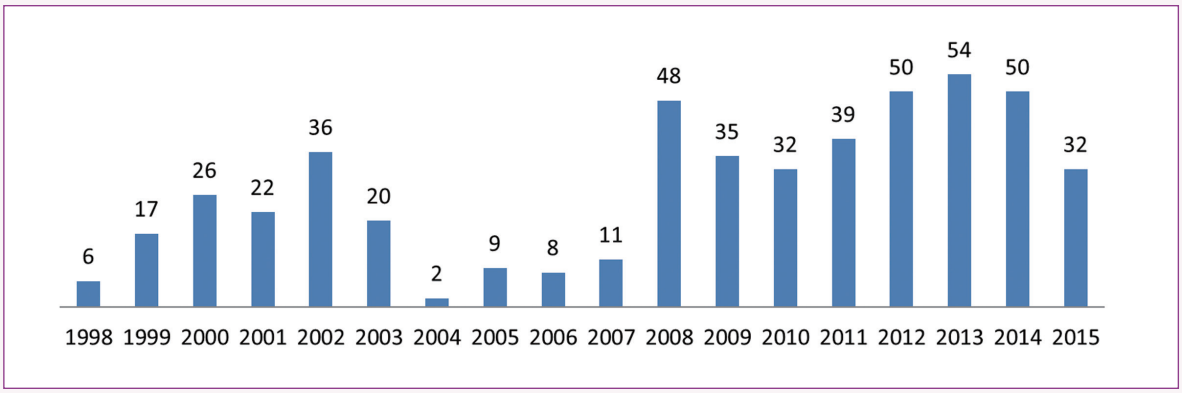
2013년부터국제우주정거장 비행안전의 신뢰도 향상을 위한 목적으로 사전에 계획된 기동 지침에 따르는 정거장 긴급 회피 기동 방안이 운용 메뉴얼에 도입되었다. 새로운 회피 절차로 인해, 관측 순간부터, 최후 회피 기동이 가능한 위험접근 순간 사이의 시간차를 7.5시간까지 줄일 수 있게 되었다.

승무원들이 수송선으로 대피하는 것을 포함해 긴급 상황은 2013년까지 총 5회가 있었으며, 그 중 3회는 실제로 대피를 했었다(나머지 2회는 우주 위험 물체 장거리 관측을 통해 국제우주정거장에 영향을 미치지 않을 것을 예측할 수 있었다). 3회의 대피 상황 중, 위험 물체의 국제우주정거장 근접 통과 가운데 가장 가까운 것으로 기록되었던 것은 승무원 철수 상황에 처했던 2011년 6월 28일로, 700미터 거리를 두고 상대속도 13.05km/h로 지나갔다. 2013년 이후로 승무원 대피가 요구되었던 경우는 2015년 7월 16일로, 위험 상황까지 4.5시간만을 남겨두고 비행 관제 센터에 경고가 전달되었던 적이 있었다. 당시 기상관측위성 'Meteor–2'의 잔해가 2.4km의 거리에서 상대속도 14.1km/h로 지나갔다. 2015

년에는 3회의 회피 기동이 실시되었다.

국제우주정거장의 임무 수행 기간 동안, 우주쓰레기에 의한 약 500회의 국제우주정거장 안전지대 침범 경고가 있었다(아래 그림 참조). 이로 인해 24회의 회피 기동이 실시되었다(마지막 기동은2015년 9월 27일, 미국 발사체 Pegasus의HAPS단계를분리함으로인해 생긴 파편(1996년 발생)과의 충돌을 피하기 위해 실시되었다).

우주 사업을 진행 중인 모든 국가를 위한 통일된 규칙을 제정하기 위해서는 우주공간의 상황에 대한 인식, 자국 인공위성의 비행 관리 및 타국 인공위성 비행에 대한 감시가 필요하다.




▲ **그림 4** 연도별 경고 횟수

미국과 유럽 국가들은 우주쓰레기와의 전쟁을 위해 대형 물체를 지구궤도로부터 낙하 미션의 실행 가능성을 살펴보고 있다. 러시아에서는 TsNIIMash(Center Research Institue of Machine Building)의 전문가들이 "우주청소부"라 명명 할 수 있을만한 유사한 시스템 개발을 진행 중이다. 하지만 이것만으로는 충분하지 않다. 우주쓰레기뿐만 아니라 소행성–혜성에 의해 발생하는 모든 위협을 피하기 위해 러시아는 여러 기관의 협력 작업을 촉진해야 한다. 우선적인 프로젝트로는 다음과 같은 것들이 가능하다고 보여진다.

- 원거리 우주공간에서 유래하는 소행성–혜성 위험과 연관된, 근지구 공간상에서의 우주적 위협을 피하기 위한 위험 상황 자동 경보 시스템의 개발과 개량
- 연료 재 공급, 최종 궤도 진입 그리고 궤도 간 전이를 포함하는 기초 지식 연구와 우주에서의 인공위성 운용 기술의 실험적 작업

결과적으로는 근 지구 우주궤도 상의 인간활동으로 인해 야기된 방해물에 대한 모니터링과 우주 공간에서의 위험 상황에 대한 경고는 지구관측위성, 통신위성 및 항법위성의 궤도 그룹화의개발과 발전, 유인우주비행의 발전, 우주선 발사 서비스 제공 등, 현재 추진중인 다양한 사업만큼이나 러시아 우주사업의 또 다른 우선 사항 중 하나가 되어야만 한다.

## TsENKI – 공로 수여식

“Centre for Operation of Space Ground–Based Infrastructure(TsENKI)”가 올해로 설립 21주년을 맞이하였다. TsENKI는 1994년 11월 10일 러시아 연방 우주청 청장의 지시로 설립되었다.
초기에는 70명이 조금 넘는 직원들과 크지 않은 규모로 시작한 회사는 러시아 항공우주 산업에서 가장 큰 기업 중 하나가 되었으며, 발사 서비스 분야의 세계적인 리더가 되었다.
TsENKI의 라노 쥬라예바 사장은 직접 본사의 직원들을 표창을 수여하였다. 유리 부가이 부장, 니콜라이 다비도프스키 연구소장, 드미트리 세바스티야노프 국장, 니콜라이 코르네예프 주요 전문가, 블라디미르 리시코프 부장, 키릴 보리세비치 주요 전문가, 이리나 예료멘코 주요 전문가, 올렉 자이킨 주요 전문가가 표창을 수령하였다.
모두 합해 109명의 회사 직원들이 표창을 수여 받았다.
“지난 21년간의 연구를 통해 달성한 성과와 업적은 직원들의 전문가 정신과 헌신이 없었다면 불가능했을 것이다. 현재 우리는 중대한 문제들과 마주하고 있다. 우리는 러시아 최초 민간 우주기지인 보스토치니 건설에 적극적으로 참여하고 있다. 지금 중요한 것은 성공적인 발사를 위한 체계적인 접근이다.”
라고 라노 쥬라예바 사장은 다음과 같이 언급했다.

## 한–러 협력 전망

얼마 전, 우주 탐사, 메탄 엔진 제작, 우주 전자 부품 및 차세대 로켓 발사체를 위한 발사 시설 분야에 있어, 양국 간 심도 깊은 상호협력을 도모하고자, 국영기업 “ROSCOSMOS”의 이고르 카마로프 사장

과 박노벽 대한민국 특명 전권 대사의 만남이 있었다.
이고르 카마로프 사장은 로켓 분야에서의 한-러 협력은 2013년 성공적으로 발사되며 종료된 한국형 로켓 발사체(KSLV-1) 개발 프로그램과 같은 긍정적인 경험을 갖고 있음을 언급하며, 한국 대표단을 기쁘게 맞이했다. "저희는 협력 관계를 계속해 나갈 준비가 되어있습니다. 우주에 관한 정부간 기본협약과 정부간 기술 보호 협약과 같은 법적 토대가 갖춰진다면, 우리는 모든 범주의 로켓 기술에 대한 협력 작업을 진행할 수 있을 것입니다."라고 강조해 말했다.
양측은 차기 협력 가능 방향 및 가까운 미래의 구체적 방안을 안건으로 의견을 나눴다.

## 러시아제 엔진을 대체할 미국 엔진의 부재

얼마 전, 존 스테니스 우주 센터의 미국 과학자들은 지구 저궤도를 벗어나는 유인 탐사와 기타 화물 이송을 위한 초대형 발사체 Space Launch System(SLS)에 장착을 목적으로 하는 최신 액체 엔진 RS-25의 정기 테스트를 실행했다. 실험은 실제 로켓 발사 시 1단 로켓의 가동 시간과 같은 8.5분에 가깝게 지속되었다. NASA 연구원인 스티브 워퍼드 시험이 성공적으로 종료 되었다는 성명을 발표했다. 또한 그는 NASA와 미래 우주 비행에 있어 위대한 날이 되었다고 덧붙였다.
일부 전문가들은 이 시험 이후 러시아 제 로켓 엔진 RD-180의 대안이 미국에서 만들어진 사실을 알리기에 급급했다. 우리는 항공역학 및 충격파 전문가이자, Saint Perersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics(ITMO) 국제 실험실장 파벨 불라트 물리-수리학 박사에게 조언을 구했다.

**Q** RS-25 엔진이 실제로 RD-180을 대체할 수 있나?

**A** 절대 그렇지 않다. 현재 RD-180은 미국 우주 발사체 "Atlas"의 1단에 사용되고 있으며, 아직 미국 기업은 유사한 엔진을 생산하지 않는다. 1990년대 중반에 체결된 계약에 따라, 러시아는 2018년까지 엔진을 공급할 예정이다. 우크라이나 분쟁의 여파로 인한 러시아에 대한

제재 시행 이후 미국에서 자체 엔진 설비 제작에 관한 의견이 제기 되었다. 그 연장선으로, 발사체 제작을 담당하는 United Launch Alliance 사는 러시아의 RD-180 엔진을 대체할 새로운 로켓 엔진의 첫 발사를 2019년까지 준비하겠다고 발표했다.

하지만 모든 것이 계획대로 다 이루어지지는 않는다. 향후 7-10년 간, 미국은 러시아 기술 없이는 생쥐보다 큰 생명체를 우주에 보낼 수 없을 것이다. 따라서 그들은 러시아로부터의 RD-180 공급 중단을 고려하지 않고 있으며, 발사체 발사 계약은 이미 향후 몇 년간에 대한 지불을 완료한 상태이다. 만일 공급이 중단된다면, 미국의 모든 우주 프로그램은 위협에 직면하게 될 것이다.

**Q** 러시아제 엔진 대체품을 찾는 것이 이토록 쉽지 않은 이유는 무엇인가?

**A** RD-180 엔진은 범용 로켓 "Zenit" 프로젝트의 일환으로 개발되었다. 그리고 "Zenit"는 사실 "Buran"의 부스터이다. "Buran"이 제작되던 당시, 재사용 가능한 고효율의 엔진이 설계된 것이다. 새 엔진 개발 시, 이론상으로는 RD-180의 성능을 능가할 수 있을 지 몰라도, 현실적으로 불가능하리라는 것이 내 사견이다. 미국 제작사들은 RD-180 엔진 수준의 연구를 진행하지 않았을 뿐 아니라, 케로신-액체산소를 이용하는 강력한 액체 주 엔진의 시험도 수행하지 않았다. 그들은 소련이나 러시아 우주비행 분야에서 채택하지 않은 고체연료 로켓 엔진 제작에 중점을 두고 있었다. 고체연료 로켓 엔진들은 액체 로켓에 비해 제작 과정이 매우 간단하며, 연료 주입 완료 상태에서 장시간 저장이 가능하지만, 크지 않은 비추력과 추력 제어의 어려움을 갖는다. 액체 엔진처럼 유량을 조절 하거나, 재점화를 하는 것이 불가능하다.

이러한 이유로 인해, 소련 시절에 설계된 로켓 엔진들이 최신 미국 엔진보다 앞서는 것이다. 그리고 미국은 달 프로그램을 위해 제작했던 산소-수소 대형 로켓 Sat-run-5를 마지막으로 20년간 전혀 연구를 진행하지 않았다.

현재, 전과 같은 막대한 자금과 차세대 엔진 개발을 위한 시간이 없는 미국인들은 이전에 걸었던 행보와 상반되는 전략을 갖고 있다. 즉, 비용 절감을 위한 노력과, 이미 마련된 기술적 해결방안을 이용하여 진부한 개발을 이어가는 중이다.

그 중 한 예로서 과학-기술 프로젝트에 따라 RS-25 개량은 그 수명 연장을 시도하는 것에 불과하다. RS-25는 출력이 향상된 엔진이다. 이 엔진은 우주 수송 시스템 Space Shuttle을 위해 1970년대 중반 개발되었다. 비록 제작 비용이 다소 비싼 것이 확인되었지만, 이후 일회용 발사체에 사용하기로 계획하였다. 뿐만 아니라, 450 기압에 달하는 높은 압력이 터보 펌프를 지나가기에 매우 복잡하고 값비싼 시스템이 적용되었고, 이로 인해, 대기 중에서 터빈 시동에 어려움이 발생했다.

이러한 상황으로 인해, RS-25의 저가형 일회용 엔진인 RS-68이 개발되었다. 그러나 엔진의 단순성과 낮은 가격은 엔진 효율에 반영되어, RS-25에 비해 현저히 낮은 추력대중량비와 10% 낮은 비추력을 갖게 되었다.

엔진을 원점부터 개발하기는 어렵기 때문에, 항상 이미 개발된 모델을 기반으로 하게 된다. 엔진 개량은 신뢰성 향상을 목적으로 하며, 재활용 시스템을 위해서는 운용 수명 연장 방향으로 이뤄진다. 그 중에서 신뢰성은 주요한 개선 사항이 될 것이다. 하지만 가장 중요한 것은, 엔진 설계는 단지 작은 부분일 뿐이고, 그 엔진을 시험해야 한다는 것이다. 그 이후 양산된 엔진을 조립하고 다시 이를 시험해야 한다. 이러한 과정에 수년이 소요된다.

**Q** 현 상황에 관한 얘기를 나눠 보았다. 앞으로의 전망은 어떠한가?

**A** 현재 액화 천연 가스 기반의 저가 로켓 발사체와 가스 엔진 응용분야에서 무엇보다도 데토네이션 연소를 이용한 액체 로켓 엔진 개발이 가장 유망한 방향이라고 생각된다. 이러한 제안들은 값비싼 터보 펌프 장치 없이 가압 식 연료 공급을 이용하여 저렴한 로켓 생산을 가능하게 한다. 이는 페이로드 발사 가격을 반으로 줄일 수 있게 해준다.

Q 데토네이션 연소 기술의 장점은 무엇인가?

A 1940년 소련 과학자 야코프 젤도비치는 강한 충격파에 의한 자연발화 방식의 연료 혼합물 연소현상인 데토네이션 연소의 에너지 이용 가능성에 대한 아이디어를 제안했다. 추후 젤도비치의 이론적 결론과 평가는 열역학을 비롯해 다차원 기체 역학 계산들에 의해 확인되었다. 이론적 관점에서 데토네이션 연소 엔진은 열기관 중에서 가장 효율적인 형태이지만, 이론적 계산을 현실에서 구현하는 실제 설비는 아직 어느 누구도 만들지 못했다.
데토네이션 연소 원리에 대해 설명을 하자면, 보통의 엔진에서 연료 혼합물은 불꽃이나 플라즈마에 의해 점화된다. 연료와 기체 혼합물 주변 층은 열전도와 혼합으로 인해 들뜬 상태가 된다. 데토네이션 엔진에서 연소는 충격파로 인해 발생한다. 충격파가 연료 혼합물에 부딪히고, 압력과 온도 상승으로 인해 점화가 일어나게 된다. 연소는 매우 좁은 영역에서 일어나고, 이 층은 상당히 얇기 때문에 계산과정에서는 무한히 얇다고 가정한다. 따라서 데토네이션 연소 속도는 느린 연소 속도에 비해 100배 가량 빠르다. 또한 연소 영역이 매우 작기 때문에 단위 부피 당 50–100배 더 많은 고 용량 출력을 얻게 된다. 액체 엔진의 경우 단위 추력당 4–5배 더 저렴하다. 또한, 연소실 부피는 약 100배 작으며, 효율은 15–25% 높다.

Q 그렇다면 이러한 구성의 엔진이 심우주 탐사를 위해 사용될 수 있는가?

A 이 기술은 행성간 비행에 적용하기에 가장 유망하다. 왜냐하면 행성간 비행에서는 질량이 핵심 역할을 하기 때문이다. 엔진 크기가 작으면 작을수록 좋다.

Q 이러한 엔진이 대략 언제쯤 개발될 것이라고 보고 있나?

A 실험 모델은 이미 개발되고 있다. 중요한 문제는 아직까지 이러한 엔진을 제작사들이 아닌 과학자들만 다뤄왔다는 것이다. 하지만 알려진 바와 같이 데토네이션 충격파 연소 원리를 이용하여 다양한 클래스의 발사체에 쓰일 수 있는 차세대 로켓 엔진이Korolev Rocket and

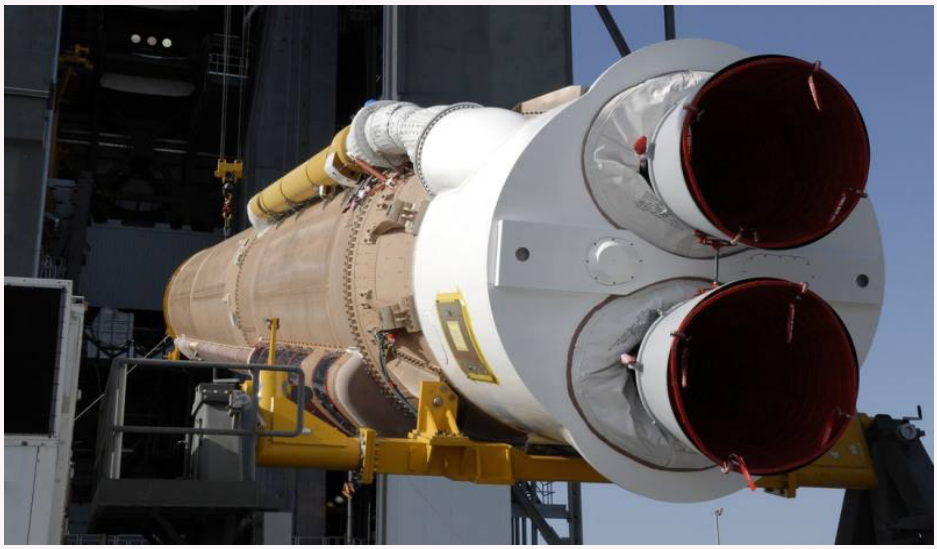
Space Corporation "ENERGIA"에서 개발되고 있다. 연소실 내 작동 온도가 섭씨 6000도에 달하는 연소 실험은 2016년 초에 예정되어 있으며, 현재 프로토 타입에 대한 개발이 진행 중이다.

**Q** 당신도 유사한 연구를 진행 중이지 않나?

**A** 그렇다. 우리 대학의 "New Materials and Nanofilms for Microsensors, Microwave and Power Electronics Component Base" 연구실에서 가스터빈 제작 기술방식에 변화를 가져올 수 있는 데토네이션 엔진 프로젝트를 진행중이다.

우리는 소련-러시아 충격파 학문 창시자 블라디미르 우스코프의 기본적인 결과들을 기반으로 한 중요한 이론 연구에 1년 반을 투자했다. 그 결과, 현대 데토네이션 엔진 설계의 기반이 되는 모델 자체가 심각한 의혹을 불러 일으킨다는 것을 밝혀냈다. 널리 알려진 데토네이션 엔진 프로젝트에서 사용되는 충격파 구조는 최적이 아니다. 연소실 내에서 최대 압력에 도달하는 대신에 현재 수행 중인 모든 프로젝트에서 충격파는 자유롭게 연소실 내부로 퍼져나가서 일반적 열역학 시스템과 같이 최저 에너지 준위를 갖는 위치를 점유하는 경향을 나타낸다. 이는 로켓 엔진 및 가스터빈 엔진에서 우리가 요구하는 것과 반대되는 것이다. 그럼에도 불구하고 최적의 충격파 구조는 존재하며, 우리는 이러한 시스템의 등급을 분리하고 실험을 위해 데토네이션 연소실을 갖춘 가스터빈 장치를 모사하는 모델을 제작했다. 계획에 따라 내년 한 해 동안 수치 계산과 실험을 통해 우리는 필요한 구조적 해답을 찾도록 노력할 것이다.

충격파 구조의 최적 파라미터 결정은 엔진 설계에 있어 새로운 접근을 의미한다. 이것은 1980년대 초 항공역학자 Dietrich Küchemann가 기존 절차와 반대 즉, 거의 대부분 완성된 기체의 항공역학을 향상시키는 것이 아니라 공기 흐름이 어떻게 되어야 하는 지를 기반으로 항공기를 설계해야 한다고 제안했던 것과 비교될 수 있다. 우리는 동일한 절차로 엔진을 개발하고자 한다. 만약 특정한 특성을 얻는데 획기적인 진보가 필요하다거나, 연료 소모량을 25% 줄인다거나, 또는 연소실 면적을 몇 배 줄이는 것이 요구되는 경우, 먼저 열역학 프로세스의 절대적인 최적조건을 찾는 것이 필요할 것이다.



**Q** 그 과정에서 어떤 어려움이 있었습니까?

**A** 이 분야에서 어려움은 데토네이션과 충격파에 대한 연구가 각기 다른 연구진들에 의해 진행되고 있다는 것이다. 연소와 폭발 분야 전문가들은 충격파가 무엇으로부터 영향을 받고, 무엇과 상호작용을 하는지, 일반적인 연소가 아닌 데토네이션이 발생하기 위해서는 어떤 에너지가 필요한지 등에 대해 연구하는데 익숙하다. 데토네이션 파는 스스로 발생하는 것으로 알려져 있는데, 과학자들은 이를 밝히고 이용하기 위해 노력 중이다. 충격파 이론 분야의 전문가들이 있긴 하지만, 그들은 데토네이션, 즉 충격파에 뒤따라 발생하는 연소에 관한 연구를 해 본 적이 없다. 따라서 우리 연구소는 이전에 누구도 시도하지 않았던 것을 연구하고 있다. 수년 전, 미국 국방부가 모든 선박용 터빈을 데토네이션 연소실로 교체한다고 결정했다는 뉴스가 보도되었을 때 이에 대한 관심이 급증했었다. 이후 미국에서는 더 이상 이 주제에 대한 과학 논문이 발표되지 않았다는 점을 말씀 드리고 싶다. 나는 그들이 데토네이션 연소가 어떻게 작용하는지를 알아낼 수 있었다고 생각한다. 우리의 목표는 뒤처지지 않는 것이 아니라, 앞서 나가는 것이다.

## 지속적인 교육을 통해 엔지니어로

Ulyanovsk State Technical University(USTU)는 지속적인 공학교육시스템 개발 지역 콘테스트에서 우승했다. "울리야놉스크 지역 산업발전을 위한 엔지니어 육성" 프로그램 실현은 지역 혁신기술의 잠재력을 현실화하기 위해 필요한 전문가 양성을 목표로 하는 지속적인 교육 과정이다.

현재 울리야놉스크와 그 인근지역은 국가 산업개발지구로서 개발되고 있다. 현지 주요 전문분야로는 기계제작이 있다. 좀더 구체적으로는 항공기제작, 자동차제조, 공작기계제작, 전기장비가 있다. 동대학교가 58년동안 64,000명 이상의 졸업생을 배출했으며, 전문 분야에서 혁신적 성격의 높은 수준의 과제를 포함한 다양한 과제를 해결할 수 있는 전문적이고 유능한 공학분야 전문가 육성을 계속하고 있음은 우연이 아니다.

현재 USTU는 든든한 지역기술교육기관으로서 고등교육의 전 단계(학사, 석사, 박사)에 따른 인력을 양성하면서 "초중고-전문학교-대학교-기업"으로 이어지는 통합교육의 장을 구축하고 있다. 주어진 과제해결을 위해 울리야놉스크 국립기술대학교 산하 전문학교들과 전문가 강좌들의 네트워크를 만들어가고 있다. 이에 관해서는 울리야놉스크 국립기술대학교와 울리야놉스크주 지방자치단체 장들이 관련 협정서를 체결했다. 또한 프로그램 내에서 울리야놉스크 국립기술대학교와 중등전문교육기관의 협력분야가 확대되어가고 있다. 울리야놉스크 국립기술대학교, 중등전문교육기관의 장들과 울리야놉스크주 지자체 장들이 참석한 최근 원탁회의에서 공동교육 연구활동에 관한 협정서가 체결되었다. 이러한 통합은 공학분야의 전문가 육성에 관한 지역의 요구 및 양질의 공학교육에 대한 청년들의 교육적 욕구를 최대한 만족시켜 줄 것이다.

## 고등교육기관들의 성공적인 통합

Samara State Aerospace University(SSAU)와 Samara State University(SSU)의 통합 과정이 최종 단계에 들어섰다: 러시아 교육과학부에서는 SSAU의 정관변경에 관한 명령서에 이미 서명했고, 이에 따라 SSU 부서들은 사마라 국립 항공우주 대학교의 구성원으로 들어갔다.

연방 세무서에서 이 문서가 등록된 후, SSU의 직원들은 기존 고용 계약서에 추가된 협정에 따라 SSAU 소속이 될 것이다. 개별 명령서에 따라 SSU의 학부 생들, 대학원생들, Ph.D. 학생들은 사마라

국립 항공대학교의 학부 생, 대학원생, 닥터 과정의 학생의 신분을 갖는다.
두 대학교의 행정부서는 통합과정이 대학교의 99%에 해당하는 교수, 사무원 및 학생들에게 원활하고 문제 없이 진행될 것이라고 강조했다. 수업은 9월 1일자로 승인된 일정에 따라 계속될 것이다. SSU 학생들은 장학금 명령서 효력 만료 시까지 장학금을 계속 받게 된다. “강사 진과 관련해서는 두 대학교의 정규 수업일정을 검토 한 결과, SSU 교직원 중 그 누구도 현 급여보다 낮게 책정되지 않을 것임이 명확해졌다. 대학교의 사무국과 중복 부서장에게만 변화가 있을 예정이며, 이 경우도 개별적으로 문제가 해결될 것이다.” 라고 SSAU 발레리 마트베예프 학업담당 부총장이 말했다.
대학교 명칭 변경절차는 다음과 같은 단계를 밟을 것이다. 감독위원회는 통합된 대학을 Samara National Research University로 명명하도록 결정을 내렸다. 러시아 신입생 및 외국학생들은 2016년 입학 절차에 따라 새로운 명칭의 대학으로 입학하게 될 것이다. 또한, 통합된 대학 앞에는 이전의 주요 과제 중 하나인 2020년 세계 100대 대학교 진입이라는 과제가 놓여있다.

## 키로프 청소년 학술제

우주 비행학 선구자, 러시아 위대한 과학자 치올콥스키 기념 전러시아 포럼 “제 13회 청소년 치올콥스키 학술제”가 뱟스코이 지역에서 진행되었다. 키로프 시 정부, 행정부 그리고 “치올콥스키 항공 및 우주학 박물관”(키로프 시 국영기관)이 포럼을 주최하였다. 학술제는 키로프시 당국, 비정부 단체 그리고 영리단체의 지원으로 진행되었다.
포럼 참가자중 일부는 가가린 우주훈련센터의 우주인 올렉 아르테미예프과 올렉 블리노프를 만났고, 또한 치올콥스키의 증손자인 로켓우주기술 공학자도 만났다. 포럼의 영예 의장으로는 키로프 시의 자랑이자, 구소련의 우주비행사이며, 소련영웅 훈장을2회 수상한, 실제로 키로프 시에 치올콥스키 학술제를 처음 제안한 빅토르 페트로비치 사빈느이가 맡게 되었다.
국제우주정거장의 우주인들(미하일 코르니엔코, 올렉 코노넨코, 세르게이 볼코프)이 포럼 참가자들을 축하하며 행사는 시작되었다.
치올콥스키 포럼 전문가 위원회측에 원하는 질문을 모든 참가자들이 할 수 있게 했던 원탁회의와 과학 섹션을 포함한, 3일간의 포럼은 알찬 프로그램으로 진행되었다. 프로그램의 개회식에는 알레이 키로프찬(소련영웅이자 종합영예훈장 수훈자)도 함께 했다.

우리는 키로프 시의 치올콥스키 학술제가 해당 지역뿐 아니라 러시아 전역에 알려지고 있다는 점을 알 수 있다. 바로 이번, 뱟스코이 지역에는 키로프 시민들뿐 아니라 칼루가, 상트 페테르부르그, 파드모스코비, 코스트로마, 타타르스탄, 튜멘, 스타브로폴, 야말로-네네츠 자치구 및 타 지역에서 과학 및 우주 섹션에 관심을 가진 총 237명의 대표가 모였다. 섹션은 '우주공간연구', '우주철학', '항공 및 우주공학의 역사', '우주, 의학과 환경', '공상 그리고 우주', '우주기기와 기술' 구성 되었다.
그 외에 '지질학적 정보기술과 지구원격탐지', '우주의 시선: 다큐멘터리, 영화, 애니메이션'과 같은 새로운 섹션도 개설되었다.
참가자들과 심사위원단은 젊은 사상가들의 다양한 학술발표, 창작품 그리고 연구활동의 독창성에 주목하였다. 첼랴빈스크에서 온 막심 율다쉐프는 '오르트 구름 관련 연구 프로젝트'에 대해 발표했다.
키로프 자연 과학 특수 목적 중학교에서 온 바바라 아바투로바는 우주인의 식량 부족에 대해 우려했고 우주인이 섭취하는 식량이 소화가 어려운 섬유질이 많다는 단점 때문에 그녀는 가상의 우주환경에서 버섯 재배 실험을 수행했고 4kg의 첫 수확물을 거두며 자신의 가설을 확증했다.
한편 알베르트 샤바르딘과 다닐 지킨 학생은 2년간 작업한 다른 행성에 거주하는 사람을 주제로 한 클레이 애니메이션 'Searchers'을 선보였다.
치올콥스키 항공우주 박물관에서 운영하는 '당신의 우주' 동호회의 아동회원들도 "태양계의 천체와 같은 운석"이란 주제로 발표를 하며 적극적으로 참여하였다.
마지막으로 덧붙이고 싶은 것은, 제 13회 치올콥스키 학술제에서 청소년과 학생들은 다시 한번 우주에 대한 본인들의 지식과, 향후 전망에 대한 의견을 나누었다. 그리고 이러한 아이디어들은 어쩌면 어떤 엄청난 무언가의 시작이 될 수도 있을 것이다.

## 옴스크의 인적 자원

옴스크 국립 공과 대학교는 지난 군수기업 인력 양성 대회에서 수상하였다. 대학은 production association "Polyot" (Khrunichev State Research and Production Space Center의 자회사)의 수요에 따라, 고등 인력 엔지니어 양성 센터의 프로젝트를 발표하였다.
러시아 연방 교육부 산하 대학들의 방위 산업체 인재 양성 시스템 개발 프로그램 지원 제공을 위한 경선 결과, 옴스크 국립 공과 대학교는 4위를 차지하였고, 추가적으로 특별한 목적을 위한 장소 마련과

학과(기반) 및 교육센터의 설비를 위해 연방 예산에서 5700만 루블을 획득하였다.
대학에 당면한 문제들이 화두가 된 것은 “Angara” 발사체 시리즈 생산 확대에 따른 것이다. : 방위산업체를 관리 감독하고 있는 러시아 연방 드미트리 로고진 부총리는 작년 6월 옴스크에 방문하여 나자로프 주지사와 협약을 체결하였다.
방문이 진행되는 동안 로고진 부총리는 학생들과 만나 업체가 당면한 실제 문제들에 대해 언급하였다. 오늘날 방위산업체의 상황은 3년 전보다 훨씬 나아졌다. 이는 국가예산에서 할당된 자금 때문이 아닌 국영기업 덕분이다. 방산기업은 짧은 기간 동안 군사장비를 일신하여 새로운 장비 사용법을 익혔고, 일부 인사 문제를 해결하는 등 많은 업무를 진행하였다.
“우리는 국방산업 인력의 고령화 추세를 바꿀 수 있었다. 국방 분야도 드디어 젊어지고 있으며, 전문가들의 평균 연령은 현재 44세까지 떨어졌다(몇 년 전까지도 평균 연령은 50세에 가까웠다). 일반적으로 방위 산업, 특히 항공 우주 분야에서의 혁신은 연구분야에서 능력을 발휘하는 인력 없이는 무의미하다. “
로고진 부총리는 “아픈 부분” 또한 지적하였다. 첫 번째 문제는 오늘날 공작 기계 산업에서 러시아가 선진국들의 뒤에 머물러 있다는 점이다. 하지만 방위산업체를 위해 타국의 제품화된 고 정밀 가공기계를 지속적으로 구입하면, 의존성이 높아져 러시아에 잠재적인 문제가 될 수도 있다.
두 번째 문제는 우주의 위험한 환경조건에서 정상적으로 작동할 수 있게 하는 내방사성 원소 구성요소의 전자공학 기반 부족이다.
부총리는 소련의 방위산업체들이 민간의 유망 제품 생산에 군사 기술을 이전하는 문제를 해결하지 않았던 옛 실수를 상기시키며 방위산업체가 또다시 반복하지 말아야 할 것을 당부했다.
“향후 우리의 민간우주사업과 관련된 “Angara” 발사체 제작 도시 선정을 위해 현재 우리는 옴스크를 주시하고 있다. 이를 실행하기 위해서는 약간의 기술혁신이 필요하다. 이는 설계의 디지털화와 ‘dried’한 작업현장을 조성하는 것인데, 체계적인 교육을 받은 의욕적인 젊은 과학자들이 이러한 현장에서 일하게 될 것이다.
이에 대한 답변으로 옴스크 국립 공과 대학의 샬라이 총장은 옴스크를 포함한 동 분야 기업을 대상으로 인력에 대한 수요 해결을 위해, 국영기업 Roscosmos 산하 기업들의 수요를 위한 교육센터를 도시에 설립할 것을 제안했다.
그의 말에 따르면, 대학은 이미 국영기업 Roscosmos 관련 기업들을 위해 매년 80명의 전문가를 포함하여 500명의 대학생 및 파견 연구원을 준비하고 있다고 한다. 그 중에서도, 현재 건설중인 보스토치니 우주기지를 위한 발사 전문가의 요청에 따라 배치 되고 있다.
언론 인터뷰에서 로고진 부총리는 대학생들이 첨단기술에 기대를 가지고 준비하고 있다고 말했다. “그

들이 교육받고 있는 공작기계 설비는 최신, 국산, 외국, 동. 서양의 기술을 모두 포함하고 있다. 매우 다양한 개발품들이 나오고 있고, 모두는 치열하게 일에 몰두하고 있다!" 부총리는 또한 산업에 젊은 인재들을 등용하는 근본적인 혁신이 필요하다고 말했다. "지금 우리는 항공우주 산업의 커다란 개혁의 문턱에 서있다. 우리의 목표와 과제, 그리고 성취의 도구를 체계적으로 이해하여 그것을 넘어야 한다. 때문에 옴스크에 중대한 결정을 하게 되었다.

바로 그곳에서 우리는 디지털화와 더불어, 경쟁자들에게 틈을 주지 않고 발사서비스 시장에서 리더의 위치를 선점할, 차세대 로켓과 연관이 있는 모든 설계를 진행하고 있다."고 로고진 부총리는 강조했다.

또한 우리는 "Angara" 시리즈 생산 준비에 박차를 가하고 있다. 생산협회 "Polyot" 오스트로우셴코 협회장이 제시한 자료에 따르면, 2020년 까지 옴스크에 모든 생산을 집중시키기 위해 약 200억 루블의 투자를 예상하고 있으며, 제품은 조립 자동화 라인으로 제작될 것이라고 한다. 이 시설에서는 모든 단계의 테스트도 실시될 것이다. 분명히 하자면, 생산협회 "Polyot"은 힘키의 "Energomash"에서 생산한 엔진과 모스크바의 "Khrunichev State Research and Production Space Center"에서 만든 상단 "Briz-M"을 제외한 "Angara"의 모든 부품을 독자적으로 생산할 것이다. 하지만 경량급에서부터 대형급까지 모든 발사체의 최종 조립은 옴스크에서 진행 될 것이다.

70억 루블 이상이 지출된 생산협회 "Polyot"의 재편성과 설비의 기술적 현대화의 첫 단계는 2009년부터 2014년 사이에 이루어졌다. 지방 당국에 따르면, 기업을 위해 300개 이상의 기술 장비가 확보되고, 3만 8천 제곱 미터의 생산 및 부수 지역이 만들어졌다. 2014년에는 협회의 생산 규모가 전년 대비 4% 증가하였고, 2015년에는 다시 30%가 증가할 것으로 내다보았다. 핵심 인력들의 생산성 증가 또한 31%로 예상되며 평균 급여는 25% 인상될 것이다.

"Polyot"의 두 번째 현대화 단계에서는 60억 루블이 소요된다. 당사에 따르면, 공정 자동화를 기초로 한 최신 기술을 기반으로 새로운 계획이 설계되었다. 협회는 약 100여 개의 설비를 더 들여와야 하며 4만 8천 제곱 미터의 생산 부지를 증축 할 것이다. 이것은 공장이 생산 계획 임무를 정확히 수행하며, 로켓 부품 제조에 드는 노동력을 세배 줄이고, 대형 발사체의 에너지 질량 특성을 현저히 향상시킬 수 있도록 할 것이다.

칼럼

# Column

28 저비용 재사용 발사체 개발 동향
윤영빈 교수 (서울대학교 기계항공공학부)

칼럼

# 저비용 재사용 발사체 개발 동향

서울대학교 기계항공공학부 윤영빈 교수

지난 2월 7일 북한은 광명성호 발사체로 광명성 4호 위성의 궤도 진입에 성공하였다. 이는 2012년 12월 12일 은하3호 발사체로 광명성 3호 위성에 이어 2번째의 성공이다. 그간 수차례의 발사 실패를 거듭하였으나 최근 두 번의 발사는 성공을 거둔 셈이다. 하지만 로켓발사 일정과 핵실험 일정이 동시에 진행되는 상황에서 북한의 발사를 평화적인 목적의 우주개발로만 볼 수는 없다. 그 이유는 발사체 기술은 대륙간탄도미사일 기술과도 맥을 같이하기 때문이다. 아직 북한이 대륙간탄도미사일 기술까지는 확보하지 못하였을지라도 한 가지 명백한 사실은 북한의 발사체 기술이 상당한 수준에 달하였다는 점이다. 이는 한반도의 평화 뿐 아니라 전 세계에 상당한 위협이 되고 있어 유사시 대응할 수 있는 전략적 방어체제가 필요한 상황임에는 틀림없다.

1950년대 미국과 소련이 우주개발에 치열한 경쟁을 하고 있는 상황에서 1957년 소련이 세계 최초의 인공위성 스푸트니크를 발사한 후 미국은 큰 충격(일명 “스푸트니크 충격”)에 빠졌다. 이를 계기로 미국은 NASA를 창설하였고 수학과 과학 등 기초학문을 중시하는 교육과 우주기술 개발에 과감히 투자하는 체제로 변환하였다. 그 결과 1969년 미국은 달에 인간을 보냈으며 이후의 우주경쟁에서 선두자리

를 확보할 수 있었다. 우리에게는 현재의 상황이 미국이 과거 겪은 스푸트니크 충격과도 같은 중요한 상황이다. 따라서, 우리도 우주개발의 현주소와 문제점, 이를 개선하는 전략을 수립하고 우주기술을 활용한 국가안보 체계를 확립할 필요가 있다.

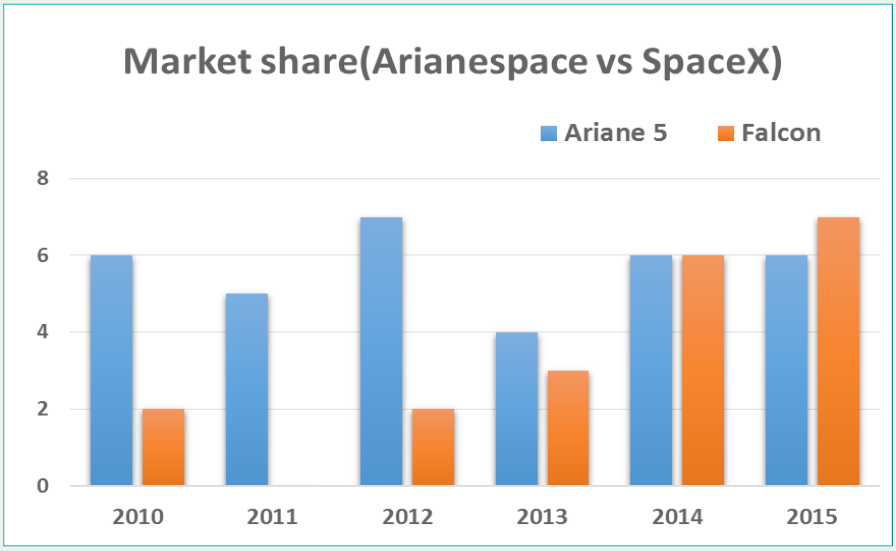
우선 향후 우주산업 시장에 대한 전망을 살펴보면 2013~2022년 사이에 발사될 위성의 수는 1,151기로 예상되며, 이는 이전 기간(2003~2012년)의 809기 보다 42% 정도 증가할 것으로 예측되고 있다(표 1). 또한, 인공위성 서비스 시장은 2013년부터 2022년까지 총 1,810억 달러로 27% 가량의 성장이 예측되며, 이를 위한 발사 서비스 시장은 550억 달러로 이전 10년에 비하여 23% 가량 증가된 수치로 예측된다. 이처럼 상업용 인공위성 및 발사체 시장을 포함한 우주시장의 규모는 지속적으로 증가하고 있으며, 우주산업은 미래 신성장동력 산업으로의 가능성이 매우 크다고 할 수 있다.

| | 2003 ~ 2012 | 2013 ~ 2022 | 증감 |
|---|---|---|---|
| 위성 수 | 809 기 | 1,151 기 | +42 % |
| 총 무게 | 1,824 톤 | 2,397 톤 | +31 % |
| 위성 시장 | 1420억 달러 | 1810억 달러 | +27 % |
| 발사서비스 시장 | 450억 달러 | 550억 달러 | +23 % |

▲표 1 위성 및 발사서비스 시장 동향

출처: Euroconsult, 2013

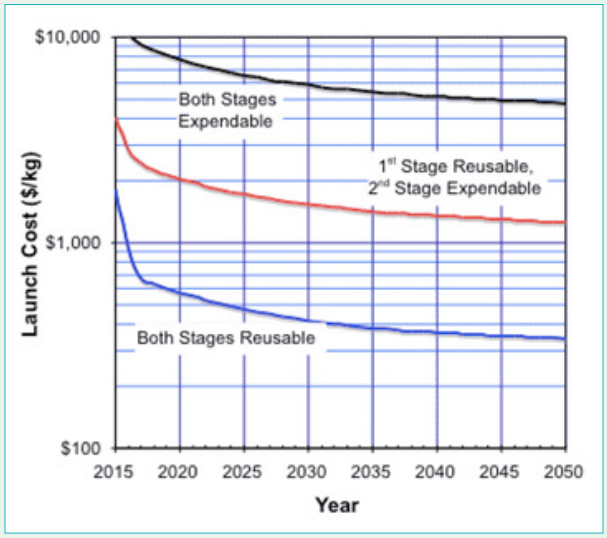
이에 관련하여 한 가지 흥미로운 점은 상업용 발사체 서비스 시장의 경우 그간 유럽의 Arianespace의 Ariane 5 발사체가 발사 서비스 시장의 대부분을 점유하였으나 최근 미국 SpaceX의 약진이다. 2010년 SpaceX의 Falcon 발사체가 상업용 발사체 시장에 진입한 이후, 기존의 우주발사체에 비하여 30% 정도의 낮은 가격 경쟁력을 바탕으로 2012년부터 매년 발사 실적이 증가하고 있으며, 2014년 기준 Arianespace와 동일한 발사 실적을 확보하였고, 2015년 Arianespace를 앞서는 모습을 보이고 있다(그림 1). SpaceX는 PayPal의 창립자인 Elon Musk가 2002년에 설립하여 2010년 12월 지구 저궤도에서 우주선을 귀환시키는데 성공한 유일한 민간 기업이다. 이러한 SpaceX의 성공요인으로는 기존의 우주발사체에 비하여 30% 정도의 낮은 가격에 위성 발사와 우주정거장 물품 운송 등의 업무를 수행할 수 있는 저비용 발사체 개발을 들 수 있다 (그림 2).




▲**그림 1** Arianespace 및 SpaceX 발사체 실적 동향

▲**그림 2** 미국 SpaceX의 Falcon9 발사체

이러한 시장 변화를 바탕으로 우주선진국의 경우 가격 경쟁력을 확보하기 위한 저비용, 재사용 발사체 개발에 총력을 기울이고 있다. 그림 3에서 알 수 있는 바와 같이 발사체 엔진을 재사용할 경우 인공위성 1kg 당 발사비용을 현저히 낮출 수 있다. 즉, 1단 재사용 시 발사비용은 1/4로 낮아지며 1, 2단 모두 재사용 시 추가적으로 1/4 정도 낮아진다. 이와 같이 재사용 가능 엔진의 개발은 저비용 발사체 개발을 위한 필수적인 요소이다. 따라서, 선진국의 경우 재사용이 가능한 메탄 엔진을 개발하려는 시도가 활발히 진행되고 있다. 메탄은 비독성, 보관의 용이성, 케로신에 비하여 1/3 정도의 낮은 가격과 높은 비열, 수소에 비하여 높은 밀도 등의 특성으로 인하여 차세대 로켓 연료로 기대되는 물질이다. 또한 탄소 함량이 상대적으로 낮기 때문에 soot 발생이 적어 기존의 케로신 엔진과 달리 재사용 가능 엔진 개발에 적합한 연료이다.

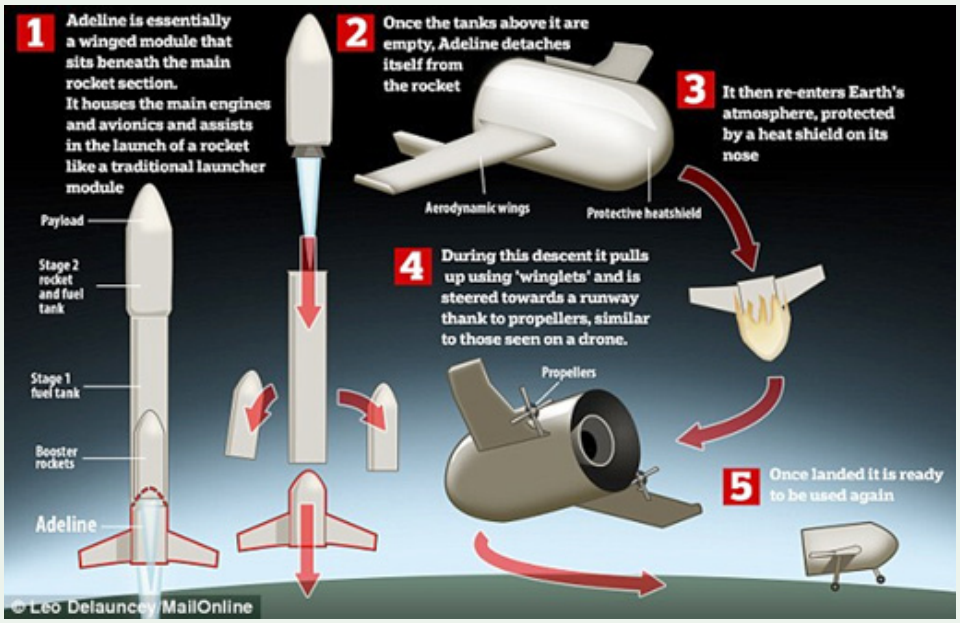



▲**그림 3** 탑재체 중량당 발사비용

출처: Online Journal of Space Communication, 2010

최근 우주선진국의 메탄 엔진 개발 사례를 살펴보면 미국 NASA는 Purdue 대학과 함께 Morpheus 프로젝트로 수직이착륙선에 사용되는 메탄 엔진을 개발하고 있으며 (그림 4), Aerojet, XCOR 등의 업체에서도 재사용 목적의 메탄 엔진을 개발하고 있다. Blue Origin의 경우 ULA(United Launch Alliance)와의 제휴를 통해 240톤 추력의 BE-4 메탄 엔진을 개발하고 있으며, 이는 차세대 Vulcan 발사체에 탑재하여 2019년 첫 비행을 수행할 예정이다. 또한, 유럽 ESA에서도 Ariane 5의 후속으로 1단 엔진을 회수하여 재사용하는 Adeline (Advanced Expendable Launcher with Innovative engine Economy) 발사체를 개발하고 있으며 2020년 첫 발사를 목표로 하고 있다 (그림 5).

▲**그림 4** 미국의 Morpheus 착륙선




▲**그림 5** 유럽의 재사용 Ariane 6 발사체 Adeline

이와 같이 우주개발 선진국의 경우 저비용 재사용 가능한 발사체를 개발하기 위한 새로운 시도들이 진행되고 있다. 그러나, 우리나라의 발사체 기술은 2013년 나로호의 발사 성공으로 기술면에서 많은 발전을 이룩하였지만 핵심이 되는 액체로켓 엔진 기술은 아직 확보되지 않은 상황이다. 향후 2020년까지 한국형 발사체를 개발하는 과정에서 1단, 2단, 3단의 액체로켓엔진을 자력으로 확보할 예정이다. 따라서, 최근 고흥 우주센터에 모든 시험설비를 갖추고 엔진 개발을 위하여 매진하고 있다. 아직 우리의 발사체 기술은 선진국에 비하면 경험이 부족하고 시작단계에 해당하나, 현재 전개되고 있는 선진국의 동향을 인식하고 관련 핵심기술을 동시에 습득하고 있지 않으면 선진국과의 격차는 더욱 커질 수 밖에 없다.

더욱이 액체로켓 기술은 국방과도 밀접한 관련이 있어 국가 간 기술이전이 철저히 통제되고 있는 상황이라 기초부터 차근차근 확보해 나가야 한다. 60년 전 미국이 "스푸트니크 충격"을 계기로 우주개발의 전환점을 찾았듯이, 우리도 이 시점에서 우주기술의 중요성과 가치를 되새겨 보고 우주기술의 근간이 되는 교육과 기초연구에 과감히 투자를 해야 된다. 또한, 정부의 체계적이고 중장기적인 지원을 통하여 산업체, 연구소, 학계의 긴밀한 공조가 이루어진다면 우리나라도 머지않아 우주선진국 대열에 들 것을 확신하는 바이다.

한러과학기술협력센터
소식

# Korea-Russia Science & Technology Cooperation Center News

# 사마라 국립 항공 대학교, 한국과의 협력 의지를 다지다

한러과학기술협력센터는 예로부터 명성이 자자한 사마라 국립 항공대학교와의 협력을 모색해 오다, 2월 5일, 이곳 대학교를 전격 방문하여 협력을 위한 MOU를 체결하게 되었다. 그 주요협력 내용은 사마라 국립 대학교와 한국 과학자간 교류, 양국 과학 분야 기관들과의 협력 발전에 기여, 교육, 과학 및 문화 교류 등에 관한 공동 프로젝트 개발과 실현 등이다.

지금까지 러시아 한국 유학생들은 극동 지역, 시베리아, 모스크바에서만 수학해 왔다. 그래서 한국학생들은 아직 사마라 지역까지는 진출하지 못했지만, 사마라 국립항공대학교 관계자는 한국의 젊은 인재들의 유치를 적극 희망한다고 밝혔다. 그는 교환학생 프로그램이나 사마라 국립항공대학교에서 여름방학기간에 개설하는 summer school과 같은 프로그램을 통해 다양한 교류협력이 이루어 지기를 희망했으며, 사마라 국립항공대학교가 개최하는 학회에 한국의 많은 전문가들을 초청하고 싶다고 제안했다.

회의에는 사마라 국립 항공대학교 블라디미르 보가트료프 교육/국제 관계 부총장이 직접 참석하여 협력에 대한 높은 관심을 표명했다.

사마라 국립 항공대학교는 우주 및 항공기 엔진, 신소재 분야를 중점적으로 교육시키고 있다. 국내 젊은 인재들이 이곳에 진출할 경우 국내의 우주산업 인력양성에 많은 도움이 될 것임이 분명하다. 특히, 국제 우주 정거장에 수송수단이자, 전세계에서 가장 안정적이라고 평가받는 소유즈를 제작한 프로그레스사를 포함해 다양한 항공 우주 관련 기업들이 위치해 있으며, 이 기업들과 대학교간의 긴밀한 협력은 학생들에게 현장 실습을 통한 전문가 양성 기회를 제공하는 데 큰 도움을 주고 있다.

또한, 대학교의 전폭적인 지원으로 학생들이 주축이 되어 직접 개발 중인 소형위성을 2기나 운용 중이며, 러시아 차세대 우주 기지인 보스토치니 발사장에서 쏘아 올릴 첫 위성도 사마라 국립 항공대학교 학생들이 개발한 것이라고 한다.

이번 방문이 사마라 국립 항공대학교와 한국간 협력 교류의 초석이 되어, 향후 Summer Shool 프로그램, 항공우주 포럼등 학술회의를 공동 개최하여 패기 있는 양국 학생들에게 좋은 경험과 기회들을 제공하자고 한러과학기술협력센터 임상현 소장과 사마라 국립항공대학교 블라디미르 보가트료프 교육/국제 관계 부총장은 악수를 통해 추진 결의를 다졌다.

참조: http://www.ssau.ru/news/12233-SGAU-nachinaet-sotrudnichestvo-s-Respublikoy-Koreya/

# 러시아 항공우주 기술 동향지

**Vol.6** 2016.2

**[발행처]**
한-러 과학기술협력센터 KORUSTEC
(Korea-Russia Science & Technology Cooperation Center)

**[주소]**
117198 Moscow, Leninsky prospect 113/1 Business Center
〈Park Place〉, D209

**[연락처]**
TEL : 7-495-662-3406 FAX : 7-495-662-3409
URL : http://www.korustec.or.kr
E-mail : kicosmos@mail.ru; nrfmos@gmail.com

**[편집 위원]**
대표 : 임상현 소장
감수 : 최종호 팀장
민다흰 연구원
편집 : 우상욱 (모스크바 국립 항공 대학교 박사 과정)
번역 : 오주현 (모스크바 국립 항공 대학교 석사 과정)
박송이 (모스크바 국립 항공 대학교 4학년)
이종수 (모스크바 국립 항공 대학교 4학년)
하창민 (모스크바 국립 항공 대학교 2학년)
윤성욱 (모스크바 국립 항공 대학교 2학년)

KORUSTEC

Korea Russia Science & Technology Cooperation Center

한-러과학기술협력센터