

## 큐브위성 개발프로그램을 통한 우주전문 인력양성 성과

차진영<sup>1</sup> · 오현웅<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 항공우주공학과 우주기술융합연구소

### The Result of Space Experts Training through Cube Satellite Development Program

Jinyeong Cha<sup>1</sup>, Hyunong Oh<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Dept. Space Technology Synthesis Laboratory, Department of Aerospace Engineering,  
Chosun University 375 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-759, Korea

**Abstract** : The CubeSat, which was first launched to verify new technologies and for educational purposes, is now widely used as an educational tool since it makes possible development of manpower through practical training to produce the satellite at low development costs. At present, research and development on the CubeSat is rapidly expanding in domestic and foreign universities. As one of the final 3 teams selected in the 2013 CUBE SATELLITE CONTEST organized by the Ministry of Science, ICT and Future Planning, Chosun University is also currently conducting R & D of STEP Cube Lab, which is a CubeSat scheduled to be launched in 2015 and whose main task is to verify space-based technologies in orbit. The present paper tries to present an overview of the CubeSat of Chosun University whose development is being led by its undergraduate students, and further, introduce the strengths of the present development program for developing space experts, based on the educational achievements from the R & D.

**Key Words** : Cube Satellite, Space Manpower, STEP Cube Lab.

## 1. 서 론

큐브위성이란 극초소형 위성으로 1U(10cm x 10cm x 10cm)를 기준으로 정육면체 크기의 형태로 무게가 1.33kg 미만의 위성으로 1U크기의 큐브위성은 12U까지 확장이 가능하다. 큐브위성은 1999년 미국 스탠퍼드대(Stanford Univ.)와 캘리포니아 폴리텍대(California Polytechnic State Univ.)의 위성 연구팀에 의해 교육 목적으로 개발되었으며 크기가 매우 작기 때문에 개발 기간도 최대 2년이 넘지 않고 개발 비용도 일반 중·대형급 위성에 비해 저렴하다[1].

큐브위성은 교육 및 기술적 측면에서 각광 받고 있으며 기술적, 비용적 측면에서 효율적이기 때문에 국내외 대학에서도 큐브위성의 연구개발이 급속히 확대되고 있으며, 국내에서는 한국항공대학교의 HAUSAT[2]의 개발을 시작으로 경희대학교의 CINEMA[3]가 현재 궤도 운용 중에 있다. 우주개발 선진국인 미국, 유럽, 일본의 경우 교육 프로그램의 일환으로 큐브위성 경연대회를 정기적으로 개최하고 있으며 미국의 경우 큐브위성의 표준화를 주도한 캘리포니아 폴리텍대를 중심으로 활발한 연구개발이 이루어지고 있다. 처음 교육용으로 시작된 큐브위성은 초기의 목적과 달리 실질적 과학 임무를 수행하기 시작했으며 최근에는 우주과학, 신기술개발 등으로 활용범위가 확대되고 있다[4].

본 논문에서는 2013년 미래창조과학부 주최 및

Received: Sep. 18, 2014 Revised: Sep. 24, 2014 Accepted: Sep. 27, 2014

† Corresponding Author

Tel: +82-062-230-7183, E-mail: ohu129@chosun.ac.kr

Copyright © The Society for Aerospace System Engineering

항공우주연구원의 주관으로 시작된 큐브위성 경연대회에 최종 3팀으로 선발되어 학부생 주도로 연구개발 중인 조선대학교의 큐브위성 STEP Cube Lab.(Cube Laboratory for Space Technology Experimental Project)을 통한 큐브위성 프로그램의 우주전문 인력양성 교육효과에 대해 소개하고자 한다.

STEP Cube Lab.의 주요 임무목적은 논문 연구 실적으로만 그친 기초우주핵심기술을 발굴 및 탑재하여 궤도상 검증을 실시하는 것이며, 본 프로그램에 참여하는 학부생은 체계 설계 및 부체계 상세설계를 실시하는 과정에서 위성개발에 필요한 기술 습득 및 전반적인 개발절차를 경험하였으며 이로부터 향후 우주전문 인력으로서의 양성이 기대된다.

## 2. 본 론

### 2.1 큐브위성 개발 동향

#### 2.1.1 국외 개발 동향

현재 큐브위성 개발은 전 세계적으로 점차 활발해지는 추세이며 다양한 임무목적을 갖는 큐브위성 개발 프로그램이 국외에서도 활발히 진행되고 있다. 이 중, 대표적인 국외 큐브위성 프로그램에 대하여 기술하고자 한다.

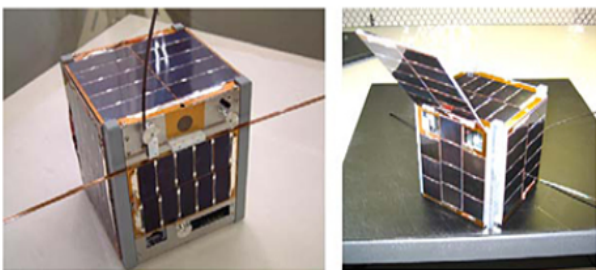


Fig. 1 CubeSat XI-IV of Tokyo University[5]

먼저 일본 동경대가 개발한 CubeSat XI-IV 주요 임무는 우주공학 교육 및 소형 위성용 통신버스 시험을 목적으로 제작됐으며 초소형 위성의 궤도

운용이 주된 목적이다. Figure 1에서 보는 바와 같이 XI-IV의 본체의 크기는 1U이며, 전체 무게가 1kg이다. 2003년 세계 최초로 발사에 성공하여 5년 넘게 지구 사진 촬영을 300번 이상 하는 등 큐브위성의 성공 사례로 평가 되고 있다[5].

Figure 2는 일본 동경대가 개발한 세 번째 큐브위성인 Cute-1.7 APD II를 나타내며, 2008년에 발사되어 9개월간 궤도상에서 운용되었다. 이 위성의 임무는 자세제어, 저에너지 영역의 대전 입자 관측, 통신버스 시험 등의 목적으로 이전 위성들에 비해 방사선 환경에 견디는 임무를 수행하였고 전력 용량 또한 향상되었다. 이 외에도 일본에서는 10개 이상의 대학들이 발사 프로그램을 진행 중에 있으며, 인공위성 연구 컨소시엄을 구성하여 대학의 우주 연구개발을 적극 장려하고 있다[6].

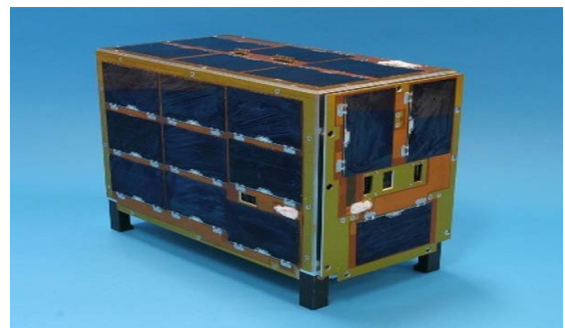


Fig. 2 Cute-1.7 APD II of Tokyo University[6]

미국의 경우 최초로 큐브위성의 개념을 제안했으며, 큐브위성의 표준화를 주도한 캘리포니아 폴리텍대를 중심으로 활발한 연구개발이 이루어지고 있다.

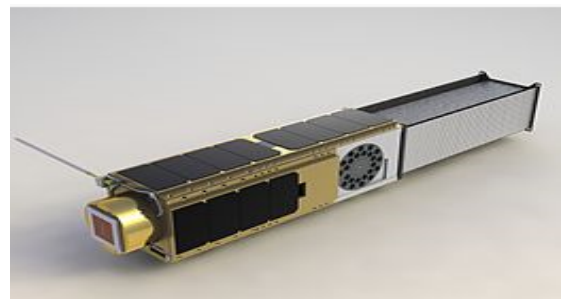


Fig. 3 Computer-Generated Image of the O/OREOS Nano Satellite[7]

Figure 3은 미국 NASA에서 개발한 큐브위성 O/OREOS이며, 본체 크기는 3U(10cm x 10cm x 30cm), 무게가 5.5kg인 큐브위성이다. O/OREOS의 주요 임무목적은 우주 환경에서 살아 있는 생물의 생존 가능성과 유기체의 생존력을 실험하고, 저비용으로 생화학 등 우주광학 시험을 자동적으로 수행하는 것이다. 상기 큐브위성은 2010년에 발사에 성공하여 현재 궤도운용 중에 있다[7].

상기 이외에도 해외 우주개발선진국을 중심으로 수많은 큐브위성이 현재 운용 중에 있거나, 신기술이 적용된 차세대 큐브위성으로 활발히 개발 진행 중에 있다.

### 2.1.2 국내 개발 동향

우주개발 선진국에 비해 아직 큐브위성 초창기 단계인 국내의 큐브위성개발 동향에 대해 기술하고자한다.

2002년 국내 최초로 한국항공대학교 연구진과 학부생들이 개발한 한누리 1호(HAUSAT-1)[2]는 GPS수신기를 활용해 위성의 위치정보를 파악하고 태양센서 검증이 목표로 크기가 1U, 1kg이하 무게의 큐브위성이다. 하지만 2006년 러시아 발사체 드네프르의 실려 발사됐지만 발사 실패로 궤도 진입에 실패했다. 이후, 2012년 경희대학교 연구진들과 미국 UC버클리 대학과의 국제협력을 통해 Fig. 4의 형상처럼 3U(10cm x 10cm x 34cm)크기에, 무게 3.1kg인 큐브위성 CINEMA를 개발하였다.

CINEMA[3]는 Trio-CINEMA의 또 다른 명칭으로 총 3기의 위성으로 구성되어있으며 임무목적은 지구 근접 공간 우주환경과 우주과학연구, 에너지입자 검출 및 지구 자기장 변화를 측정하는 임무를 가진다. CINEMA는 2013년 국내 최초로 발사 및 궤도운용에 성공한 큐브위성이 되었다.

2012년 미래창조과학부 주최 및 항공우주연구원 주관으로 개최된 큐브위성 경연대회는 매년 3팀을 선발하여 선정된 팀의 대학생 및 대학원생



Fig. 4 CINEMA of Kyung-Hee University[3]

들에게 위성개발, 발사 및 궤도 운용에 이르는 위성개발과정 전반에 대한 참여기회를 제공함으로써 우주개발 전문 인력을 양성하고 인공위성에 대한 국민들의 관심과 이해를 높여 우주기술의 저변 확대가 기대된다. 현재 선발된 총 6팀(한국과학기술원, 한국항공대, 연세대, 경희대, 조선대, 충남대)이 2015년 발사를 목표로 큐브위성 시스템을 개발 중에 있다.

## 2.2 학부생 주도로 개발중인 1U 기반 STEP Cube Lab.

### 2.2.1 STEP Cube Lab.

2013년 큐브위성 경연대회 최종 3팀에 선발된 조선대학교에서 개발 중에 있는 큐브위성인 STEP Cube Lab.은 MEMS 기반 고체 추력기[8], 가변방사율 라디에이터[9], 상변화 열제어기[10], 무충격 구속분리장치[11], 태양집광형 전력시스템[12] 등 다양한 탑재체 기술의 궤도상 검증을 목표로 2015년 발사를 목표로 연구개발 중에 있다.

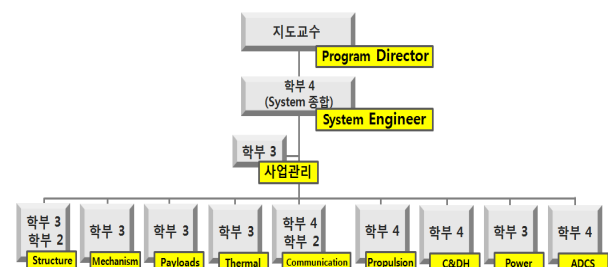


Fig. 5 Organization of STEP Cube Lab.

Figure 5는 STEP Cube Lab.을 개발하기 위한

조직구성도를 나타내며, 지도교수가 프로젝트 디렉터로 사업을 총괄하고 체계로부터 부체계 그리고 사업관리에 이르는 위성개발에 필요한 분야를 모두 학부생이 주도적으로 담당하여 수행하고 있다. 특히, 타 대학과 달리 모든 구성원이 학부생 위주로 시작되었다. 2013년 개발 초기 단계에는 모두 학부생 2, 3, 4,학년으로 구성되었지만, 시스템 엔지니어링의 체계적 교육을 받은 멤버들 중 학부생들은 2014년 현재 대학원생으로 진학하여 팀 내에 중추적 역할을 담당하고 있다.

본 큐브위성 개발팀에서는 Fig. 6과 같은 산학연간 협력개발 추진체계를 구축을 통해 하고 있으며, 기존 산학연 기술의 적용 및 팀에서 개발 예정인 미래기술 탑재체에 대한 궤도 검증 그리고 이를 구현하기 위한 위성 시스템 구축을 목표로 하고 있다.

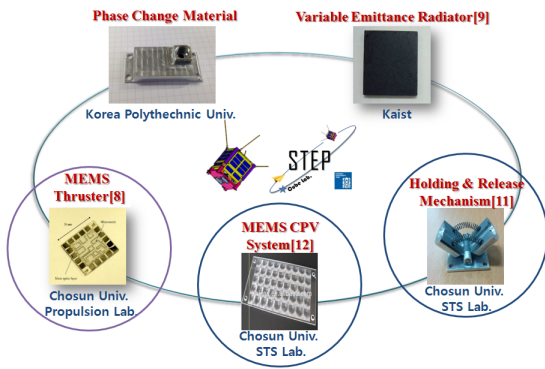
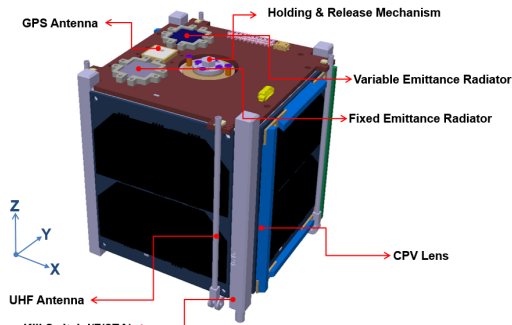
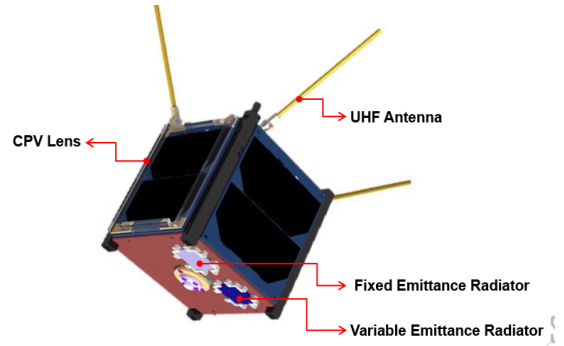


Fig. 6 STEP Cube Lab. Payloads



(a) Launch



(b) On-orbit

Fig. 7 Mechanical Configuration of STEP Cube Lab.

Figure 7은 현재 개발 중인 STEP Cube Lab.의 형상으로 이는 1U(10cm x 10cm x 10cm)를 기반으로 설계되었으며, 위성의 전체 무게가 약 1.33kg으로 발사 시 P-POD에 Fig. 7(a)의 형상과 같이 4개의 통신 안테나가 구조체에 구축되어 이를 유지하다가, 사출 후 궤도상에서는 Fig. 7(b)와 같이 안테나가 전개됨에 따라 궤도상에서 임무를 수행하게 된다.

2.2.2 STEP Cube Lab. 개발을 통한 교육성과

조선대학교 큐브위성 STEP Cube Lab.팀이 속한 전남지역은 타 지역 대학과 달리 항공우주관련 업체 및 연구소가 해당지역에 전후한 관계로 항공우주분야 산업이 침체되어있으며 교과목 또한 항공분야에 집중되어 있다. 본 큐브위성 경연대회를 통해 학과 내에 위성관련 교과목이 개설되었으며, 대학(원)생의 항공우주 공학에 대한 관심유도, 구성원의 자긍심 고취를 통해 광주/전남 지역 우주분야 활성화 및 항공우주분야 저변 확대가 가능해짐과 동시에 큐브위성 경연대회 준비과정에서 각자 한 가지 이상의 전용 설계 툴(CATIA, SINDA, PATRAN, STK 등)의 활용법을 숙지하고, 위성시스템의 설계/제작/시험/발사/궤도 운용에 이르는 전반적인 위성시스템 대한 경험을 통해 졸업 후 우수인재로 성장이 가능한 교육적 틀이 마련되었다.

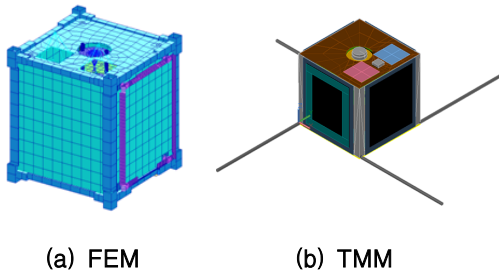


Fig. 8 Numerical Analysis Model

Figure 8은 큐브위성 경연대회에서 습득한 전용 설계 툴(CATIA, SINDA, PATRAN, STK 등)을 사용하여 큐브위성 STEP Cube Lab.의 발사환경과 우주환경에서의 요구조건을 충족하는지 확인하기 위해 구축된 수치해석 모델이며, Fig. 8(a)는 구조해석 소프트웨어인 PATRAN을 사용하여 구축한 FEM(Finite Element Model)이고 Fig. 8(b)은 Thermal Desktop을 사용하여 만든 TMM(Thermal Mathematical Model)이다.

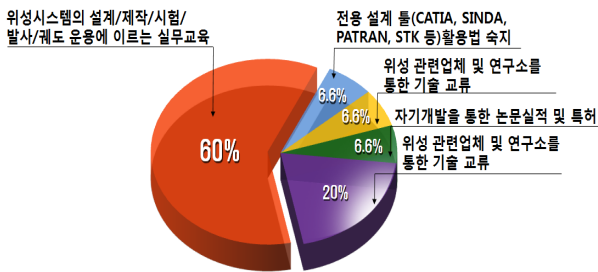


Fig. 9 Satisfaction Research of STEP Cube Lab. Team

Figure 9는 STEP Cube Lab. 팀원을 대상으로 2013년 큐브위성 개발 프로그램 참여인력을 대상으로 실시한 설문조사를 나타낸다. 설문조사 결과 큐브위성 개발을 통해 팀원들은 전용 설계 툴(CATIA, SINDA, PATRAN, STK 등) 활용법 숙지, 위성시스템의 설계/제작/시험/발사/궤도 운용에 이르는 실무교육, 참여대학간의 협력개발, 위성 관련업체 및 연구소를 통한 기술 교류, 자기개발을 통한 논문실적 및 특허 등 자기개발을 통한 만족도를 느끼고 있었으며, 그 중 60%가 위성시

스템의 설계/제작/시험/발사/궤도 운용에 이르는 실무교육을 만족스러워 했으며, 큐브위성 개발 프로그램이 우주전문 인력양성에 효과적으로 적용될 수 있음을 보여준다.

Figure 10는 큐브위성 개발을 시작하기 전과 현재의 학과 내 대학원생 및 학부연구생 진학률을 나타내고 있으며, 2013년 1차 큐브위성경연대회를 준비하는 과정에서 참여한 학부생들의 학문적 관심과 노력이 기반이 되어 2014년 현재에는 졸업생중 25%의 학생이 항공우주 분야에 대한 학문적 탐구를 위해 대학원 진학을 결정하였으며 학부연구생의 증가 또한 상승세가 유지되고 있다. 이와 같이 큐브위성 개발프로그램은 학부생들에게 우주분야에 대한 학습기회를 제공하고 이를 통해 해당 분야 및 공학에 대한 관심고취와 동기부여가 가능해지며, 동 분야 학문적 탐구를 위해 대학원 진학 및 잠재적 진학자인 학부 연구생이 현저하게 상승하였다는 점에서 본 큐브위성 프로그램이 대학원 및 학부연구생의 학문연구에 대한 동기부여에 매우 효과적임을 확인할 수 있었다.

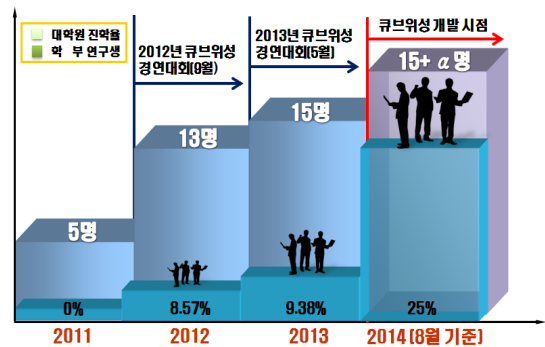


Fig. 10 Increasing Rate of Graduate School and Undergraduate Research Student in Department

Figure 11은 큐브위성개발에 참여중인 학부생들이 이룬 학문적 성과로 국내논문과 국내 학술대회 실적을 나타낸다. 큐브위성 개발에 참여하기 시작한 2013년을 기점으로 괄목한 성과가 얻어지고 있음을 알 수 있다. 이외에도 2013년 제1회 한국항

공우주학회 학부생논문 경진대회 우수상, 2014년 제2회 한국 항공우주학회 학부생 논문경진대회 준 우수상과 장려상, 2013년 항공우주시스템공학회 추계학술대회 우수논문상을 수상하는 등의 괄목한 연구 성과를 이룩하였다. 이외에도 학과 성적뿐만 아니라 기타 수상 실적이 증가하면서 시너지 효과를 얻을 수 있었다. 이로부터 큐브위성 프로그램이 학생들에게 공학교육에 대한 관심고취를 통한 교육효과 증대에 커다란 공헌이 가능하였음을 확인 할 수 있다.

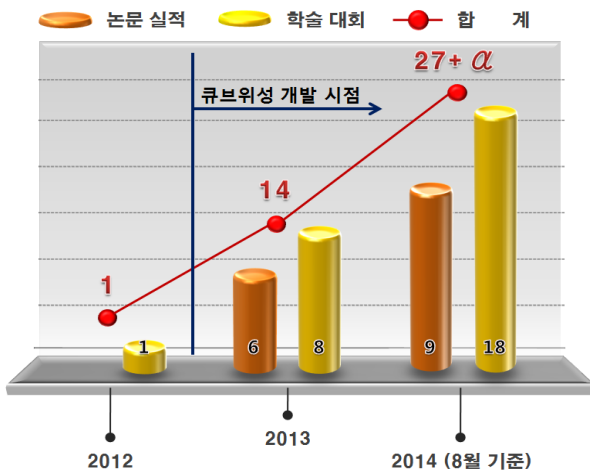


Fig. 11 Research Achievements by CubeSat Program Participants

### 3. 결 론

본 논문에서는 2015년 발사를 목표로 조선대학교 우주기술융합연구실에서 개발중인 학부생 주도의 1U 크기의 극초소형 위성 STEP Cube Lab. 개발을 통해 주목 할 교육성과를 소개하였다. STEP Cube Lab.은 우주기반기술검증을 주요 임무목적으로 하는 위성으로 개발을 위해 체계설계, 부체계 상세설계를 학부생이 직접 수행하였으며 이를 통해 공학에 대한 관심 고취 및 향후 우주분야로의 진출을 위한 의망을 갖게 되었다. 또한, 큐브위성 개발을 통해 학문적 성과를 이루

게 되었으며, 이외에도 시스템 개발을 통해 타 학문분야의 중요성, 팀워크 등을 배울 수 있었으며, 교육적 측면에서도 효과를 확인하였다. 상기의 성과들로부터 큐브위성 교육프로그램은 전인적 소양을 갖춘 우주전문 인력양성을 위한 최상의 프로그램으로 발전 할 것으로 기대되며, 이를 토대로 국내 우주개발의 수준 또한 향상 될 것으로 기대한다.

### 후 기

본 연구는 미래창조과학부. 거대과학 연구 개발사업, 소형위성개발사업의 지원으로 수행되었습니다. (NRF-2013M1A3A4A01075961)

### 참 고 문 헌

[1] Kitts, C. A., Twiggs, R. J., "Initial Developments in The Stanford SQUIRT Program", Progress in Biomedical Optics and Imaging, No. 2317, 1994, pp.178-185

[2] Moon, B. Y., Kim S. J., Lee, B. R., Kwon, S. K., and Chang, Y. K., "Preliminary Design of Nanosatellite HAUSAT-2" Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 33, Nov. 2004, pp.36-40.

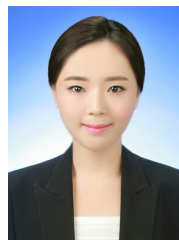
[3] Seon, J. H., Jin, H., Kim, G. H., Lee, D. H., Lin, R., and Lee, J. J., "A Cubesat-sized Space Science Mission TRIO\_CINEMA" Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Nov. 2009, pp.1018~1020.

[4] Kang, S. W., Han, S. H., Gong, H. C., and Choi, G. H., "Current State of CubeSat Development in Korea", Aerospace Industry Technology trends, 2013, Vol. 11, No.2,

pp.172-178

- [5] Nakamura, Y., "University of Tokyo's Ongoing Student-Lead Pico-Satellite Projects-CubeSat XI and PRISM", 55th International Astronautical Congress, 2004, Vol. 4, No. 4.06, pp.4-8
- [6] Fujiwara, K., Omagari, K., Iljic, T., Masumoto, S., Konda, Y., Yamanaka, T., Tanaka, Y., Maeno, M., Ueno, T., Ashida, H., Nishida, J., Ikeda, T., Matunaga, S., "Tokyo Tech nano-satellite Cute-1.7+APD flight operation results and the succeeding satellite", The 17th IFAC Symposium on Automatic Control in Aerospace, 2007, PP.25-29
- [7] Diaz-Aguado, M. F., Minnelli, G., Ghassemieh, S., Beasley, C., and Schooley, A., "O/OREOS and PharmaSat-Thermal Lessons Learned on Small Class D Spacecraft." 41st International Conference on Environmental Systems, 2011.
- [8] Lee, J. K., and Kim, T. G., "MEMS Solid Propellant Thruster Array with Micro Membrane Igniter", Journal of Sensors and Actuators A:Physical, Vol. 190, Feb. 2013, pp.52-60.
- [9] Han, S. W., Choi, B. S., Song, T. H., Kim, S. J., and Lee, B. J., "Experimental Investigation on Variable Emittance Material Based on (La,Sr)MnO<sub>3</sub>", The Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 37, Jun. 2013, pp.583-590.
- [10] Kim, T. Y., and Seo, Y. B., "Numerical Study on the Transient Operation of the Heat Pipe with the Arbitrary and Multiple Heat Sources", The Korean Society of Mechanical Engineers, Nov. 2002, pp.1666-1670.
- [11] Oh, H. U., and Lee, M. J., "Performance Verification of Separation Nut Type Non-explosive Separation Device for Cube Satellite Application", Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 41, Oct. 2013, pp.827-832.
- [12] Park, T. Y., Chae, B. G., Lee, Y. G., Kang, S. J., and Oh, H. U., "Experimental Investigation of Concentrating Photovoltaic System Applying Commercial Multi-array Lens for Space Applications", Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol.42, Jul. 2014, pp.622-627.
- [13] Kwon, S. C., Jung, H. M., Ha, H. W., Han, S. H., Lee, M. J., Jeon, S. H., Park, T. Y., Kang, S. J., Chae, B. G., Jang, S. E., Oh, H. U., Han, S. H., and Choi, G. H., "Preliminary System Design of STEP Cube Lab. for Verification of Fundamental Space Technology", Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 42(5), Feb. 2014, pp.430-436.

## 저자 소개



### 차진영

2014년 조선대학교 항공우주공학과 재학중. 관심분야는 큐브위성 시스템 및 관련 기술, 위성 및 탑재체 시스템 등



### 오현웅

1993년 한국항공대 항공기계공학과 졸업. 1996년 일본동경대학교 항공우주공학과 대학원 석사. 1999년 동 대학 박사. 2012년~현재 조선대학교 항공우주공학과 교수. 관심분야는 우주용 진동제어 및 충격저감 시스템, 스마트 재료의 우주응용, 큐브위성 시스템 및 관련 기술, 위성 및 탑재체 시스템 등