

特輯論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 44(8), 710-717(2016)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2016.44.8.710>

ISSN 1225-1348(print), 2287-6871(online)

인공위성 탑재체 기술 현황 및 전망

용상순*, 강금실, 허행팔

Current Status and Future Prospects of Satellite Payloads Technology

Sang-Soon Yong*, Gm-Sil Kang and Haeng-Pal Heo

Korea Aerospace Research Institute

ABSTRACT

Satellite payload can be classified as electro-optical payload, SAR, microwave radiometer, communication payload, navigation payload and so on in accordance with the mission objective. The technology of satellite payload was tried to be obtained through development of KOMPSAT series, COMS and STSAT in Korea. In this paper, the required technology for the development and world market trend of satellite payload were studied and described. Since KOMPSAT program has been started in 1994, technology status and future prospects of satellite payload in Korea are studied and analyzed.

초 록

인공위성 탑재체는 요구되는 임무 목적에 따라 전자광학탑재체, 영상레이더, 마이크로파 라디오미터, 통신탑재체, 항법탑재체 및 다양한 우주과학탑재체 등으로 분류된다. 우리나라의 경우 아리랑위성, 천리안위성, 과학위성 등의 개발을 통해 각종 탑재체 개발을 위한 기술들을 확보하려고 노력하였다. 본 논문에서는 탑재체 개발에 필요한 기술들과 세계 동향을 확인하고, 1994년 아리랑위성 1호의 개발로부터 본격적으로 시작된 우리나라의 탑재체 개발기술의 현황과 앞으로의 전망에 대해 정리하고자 하였다.

Key Words : Satellite Payload(위성탑재체), Electro-optical payload(전자광학탑재체), SAR(영상레이더), KOMPSAT(아리랑위성), COMS(천리안위성 1호)

1. 서 론

국내 인공위성의 역사는 영국 서레이대학의 본체를 사용한 과학실험용 우리별위성을 1992년에 발사하며 시작되었다. 실질적인 우리나라의 상용 인공위성 개발은 저궤도 위성으로 1999년에 발사되어 2007년까지 운영되었던 아리랑위성이라 명명된 다목적실용위성 1호로 시작되었다. 2006년에는

아리랑위성 2호, 2012년에는 아리랑위성 3호, 2014년에는 아리랑위성 3A호를 발사하여 고해상도 전자광학 영상을 제공하고 있다. 영상레이더를 탑재한 아리랑 5호는 2013년에 발사하여 운용 중에 있으며 후속으로 6호가 개발 중에 있다. 정지궤도 위성으로는 2010년에 발사하여 운영중인 천리안 위성이라 불리우는 통신해양기상위성에 이어 정지궤도복합위성이 개발 중에 있다.

† Received : May 11, 2016 Revised : July 17, 2016 Accepted : July 26, 2016

* Corresponding author, E-mail : ssyong@kari.re.kr

탑재체는 인공위성의 임무를 수행하기 위해 개발되는 핵심 부분품으로 탑재체를 위해 인공위성이 필요하다고 해도 과언이 아니다. 탑재체 기술은 궤도별로 다양하며, 개발에 필요한 분야도 물리, 전자, 기계, 항공과 천문우주 등 전체 이·공학 분야를 포괄한다. 인공위성을 이용한 관측은 직접 접근이 어려워 목표하는 대상으로부터 멀리 떨어진 우주에서 지구를 탐사한다는 의미의 위성원격탐사라 명명하고 있다. 이 분야는 과학기술의 발달과 함께 더욱 상세한 정보를 빠른 시간에 얻을 수 있게 되었다. 이 결과로 인공위성으로부터 생성되는 정보는 여러 분야에 직접적인 활용도가 높아 이에 대한 수요도 증가하였으며, 다양한 형태의 탑재체로 인하여 제공되는 정보의 종류도 또한 다양하다. 인공위성 탑재체의 종류는 지구관측용 전자광학탑재 및 영상 레이다와 기상용 전자광학영상기 및 적외선 탐측기, 기상용 마이크로파 라디오미터 및 마이크로파 사운더, 통신탑재체, 항법탑재체 및 다양한 우주과학 탑재체 등으로 분류된다. 우리나라의 경우는 아리랑 1호부터 3A호에 이르는 지구관측용 전자광학탑재체는 국내 주도로 개발중이며, 천리안 1호와 과학위성 2호를 통해 통신탑재체, 아리랑위성 5호 개발을 통해 영상레이더 그리고 우주핵심기술사업이나 한국항공우주연구원 주요사업 등을 통하여 영상레이더와 마이크로파 라디오미터 관련기술을 일부 확보 하였다.

본 논문에서는 1999년에 발사된 아리랑위성 1호의 개발이 시발점이 되어 본격적으로 착수하게된 우리나라의 탑재체 개발기술의 현황을 분석하고 앞으로의 전망에 대해 정리하고자 하였다.

II. 본 론

2.1 위성 탑재체의 종류와 관련 기술분야

인공위성이 필요한 이유는 원격탐사, 통신이나 우주과학 등 요구하는 목적에 따른 임무 수행이며 이를 위해서는 이에 부합되는 탑재체를 필요로 하게 된다. 다음에는 이러한 탑재체를 개발하기 위해서 필요한 주요 기술들을 살펴보았다[1][2].

■ 전자광학탑재체

- 우주용 대구경/정밀 광학계 및 광구조 설계
- 고해상도/중해상도/저해상도 가시광선/근적외선, 단파/중파/장파 적외선 전자광학카메라 시스템 공학 기술 및 성능/환경 시험·검증기술
- 초경량 고정밀 광학 및 구조 부품 가공/제작 기술

- 저잡음 검출기 & 전자부 관련 설계/제작/시험기술
- 고속 대용량 저장, 압축기술 및 고속데이터 처리 & 전송 기술
- 지상 및 궤도상 보정 기술

■ 전파탑재체(영상레이더 등)

- 전파탑재체 안테나 및 송수신기를 포함한 초고주파 기술
- 전파탑재체 설계를 포함한 위성체, 지상체나 발사체와의 인터페이스를 포함한 체계 종합 기술
- 전파탑재체 시험 지원 장비를 포함한 탑재체 시험평가 기술과 성능 보정 기술
- 전파탑재체 제어기, 펄스 생성 & 처리기, 신호처리기를 포함한 신호 & 데이터 저장 및 처리 기술
- 탑재체의 구조 및 열 설계에 관한 기술
- 전파탑재체, 특히 영상레이더의 대용량 데이터 지상 전송 기술

■ 통신탑재체

- 통신탑재체 설계 기술 & 탑재체 성능 평가 기술
- 전기·기계 지상지원장비 설계 및 구축 기술
- 전자기 적합성, 자체 적합성, PIM(Passive Intermodulation)등 탑재체 레벨의 환경시험을 포함한 기술
- 안테나의 반사판과 초점간의 정렬, 환경 & 성능 시험기술, 성능 향상을 위한 설계기술
- 이중격자 반사판 설계 기술, 다중빔 안테나 설계 기술
- 통합측위 소프트웨어 기술, 광대역보정 위성 통신시스템 기술, 통합보정 측위기술, 통합 무결성 감시기술 및 측위위성 제작 & 검증기술

■ 우주과학 탑재체

- 다중 분광기술 (간접계 분광기술)
- 적외선 광학계, 적외선 검출기, 검출기 냉각 장치 기술
- 고에너지 입자검출기, 자기장측정기, 탐침측정 기술
- 정밀 센서 보정 기술
- 수차보정 회절격자, 반사경 코팅 설계 및 제작 기술
- 적외선, 원자외선 및 극자외선 표준 선원 및 검교정 기술

2.2 위성 탑재체 개발기술 동향

2.2.1. 국외 위성 탑재체 개발기술 동향

첫 번째 Landsat은 80m 해상도의 카메라를 탑재하고 1972년에 발사되어 2주 동안 약 1,700 여

영상만 제공하였다. 10년 후 Landsat TM과 Spot HRV 등 30m 에서 10 m급 위성이 개발되었다. 지구관측분야의 혁명은 90년대 중반에 1m급 상용영상을 산업체에서 개발하며 시작되었다. 초분광탐체체는 200개의 파장정보를 10nm의 파장해상도로 400~ 2500nm로 제공하는 수준이 되었다. SAR 센서로는 ESA에서 운영하는 ERS-1/2과 C 밴드를 사용하는 Radarsat-1이 CCRS에서, L 밴드를 사용하는 JERS-1은 NASDA에 의해 우주에서 운용되었다. 사실 지구관측은 1960년대 CORONA, ARGON, LANYRD에 탑재된 항공기용 카메라와 동일한 형태의 KH(Keyhole)시리즈로부터 시작되었다. 1972년은 Landsat-1으로 지구자원탐사를 시작하게 되는 상징적인 해이고, 1986년에 SPOT-1이 발사되며 또 다른 벤치마크가 되었으며 10m 해상도에 스테레오 기능을 갖게 되었다. 동일시기인 1991년에 ESA에서 ERS-1 SAR를 발사하여 30m 해상도로 환경이나 기후현상 등 다양한 응용분야에 활용하는 계기가 되었다.

1997년 해상도 3m의 EarlyBird가 발사되며 고해상도 탑재체의 붐이 일게 되었으며 이로 인하여 사람과 직접 관련되는 집이나 길 등 도시공학에 직접 활용이 가능한 해상도로 정보를 제공하는 수단이 되었다.

다음에는 운영되었거나 개발되어지고 있는 위성탐체체중 대세를 이루고 있는 전자광학탐체체와 전파탐체체의 국외개발 동향을 정리하고자 한다.

최근 전자광학탐체체의 추세는 1m 이하의 지상해상도 성능을 갖도록 하는 것이나 이러한 고성능 전자광학카메라와 관련된 기술들은 기술유출이나 이전을 제한하고 있어 기술을 보유하고 있는 주요 우주 선진국들은 개발기술을 철저히 비밀로 보호하고 있다. 특히 적외선 대역을 관측하는 대규모 전자광학탐체체는 미국을 비롯한 선진국에서는 국가안보 분야에 활용되고 있어 이와 관련되는 기술들은 공개조차 기피하고 있으며 그 현황들은 Table 1로 정리하였다.

기상관측을 목적으로 가시광선과 중·장파 적외선 탐체체 기술을 사용하는 기상위성은 1960년 미국이 발사한 TIROS-1호 위성으로 지구의 구름 분포와 해면 등의 촬영에 성공하여 위성으로 전 지구적인 기상관측이 가능함을 인식한 후부터 시작되었다. 상시관측이 가능한 정지궤도위성으로는 1966년 발사한 미국의 ATS(Application Technology Satellite) 1호 이래 최근까지 160여개의 기상위성이 발사되어 운영 중에 있다. 미국의

Table 1. Current Status of Electro-Optical Payload(Equal and less than 1m GSD)

위성	운영기관	공간해상력 (흑백/칼라)	발사일
IKNOS2	Space Imaging	1m/4m	1999년
QuickBird2	DigitalGlobe	0.6m/2.4m	2001년
Orbview3	ORBIMAGE	1m/4m	2003년
EROS-B1	IAI	1m/-	2003년
IGS-1A	Japan	1m/4m	2003년
IGS-3A	Japan	1m/4m	2006년
RESUS-DK	Russia	1m/2m	2006년
KOMPSAT-2	KARI	1m/4m	2006년
IGS-4A	Japan	0.6m	2007년
Worldview1	DigitalGlobe	0.5m	2007년
GeoEye1	Geoeeye	0.4m	2008년
CartoSat2A	India	0.8m	2008년
IGS-5A	Japan	0.6m	2009년
Worldview2	DigitalGlobe	0.4m	2009년
CartoSat2B	India	0.8m	2010년
Pleiades 1	Pleiades	0.7m/2.8m	2011년
KOMPSAT-3	KARI	0.7m/2.8m	2012년
Worldview3	Worldview	0.3m/1.2m	2014년
KOMPSAT3A	KARI	<0.7m/<2.8m	2015년

기상위성 중 GOES(Geostationary Operational Environmental Satellite) 시리즈 위성은 정지궤도기상위성으로 28개가 개발되었다. 유럽기상기구(EUMETSAT)에서는 운용중인 METEOSAT 시리즈와 후속 모델로 개발된 MSG(Meteosat Second Generation)라는 차세대 기상위성을 운용중에 있다. 일본의 GMS (Geostationary Meteorological Satellite) 시리즈나 MTSAT (Multi-functional Transport Satellites)과 인도의 INSAT(Indian National Satellite System) 등이 기상위성이다. 그 외 저궤도 기상위성은 미국의 NOAA, DoD의 DMSP(Defense Meteorological Satellite Program), NASA를 중심으로 진행한 다국적 지구관측 프로젝트 위성인 TRMM(Tropical Rainfall Measuring Mission), EOS-AM (Earth Observing System, Terra) 및 러시아, 유럽 국가 등이 운영하고 있다[3].

태양광을 사용하여 지구를 촬영하는 전자광학탐체체와는 달리 마이크로파를 사용하여 영상정보를 수집하는 영상레이다(SAR) 탐체체는 초창기 행성이나 달 탐사 등을 통하여 개발된 기술과 경험을 토대로 최근 20년부터 지구관측에 널리 활용되고 있다. 밤낮이나 기상상태와 무관하게 영상정보 획득이 가능하여 국가안보의 목적으로

Table 2. Current Status of SAR Payload

위 성	운영기관	밴드/해상도	발사일
ALOS PALSAR	Japan	L/7-100m	2006년
JIANBING5	China	L/5-20m	2006년
SAR-Lupe	Germany	X/<1m	2006년
TerraSAR-X	Germany	X/1-16m	2007년
TECSAR	Israel	X/<1m	2007년
Radarsat 2	Canada	C/3-100m	2007년
SAOCOM-1	Argentina	L/10-100m	2007년
COSMOSkyMed 1	Italy	X/1m	2007년
COSMOSkyMed 2	Italy	X/1m	2008년
TerraSAR-L	Germany	L/5-50m	2008년
TanDEM-X	Germany	X/1-16m	2009년
COSMOSkyMed 3	Italy	X/1m	2010년
RISAT	India	C/3-50m	2012년
KOMPSAT-5	Korea	X/1m	2013년

활용하는 정책을 취하고 있다. 특히, 캐나다나 유럽연합처럼 영토가 넓거나 기상상태가 좋지 않아 광학탑재체로는 요구된 영상을 제한적으로 습득할 수 밖에 없는 경우에는 그 활용성이 크고 응용분야가 다양하여 수요가 점점 더 증가하고 있는 추세이다[4].

통신위성의 경우는 지구국에서 상향 링크를 통하여 올라온 신호를 다시 내려보내는 중계기의 역할로 1 ~ 30GHz의 넓은 대역폭 범위에서 사용되는 기술로 불특정지역을 대상으로 방송하는 방송위성위성과는 다르다. 이러한 특정지역간의 통신을 위한 탑재체로 최초 정지궤도 위성은 1963년 NASA의 SYNCOM 위성을 시작으로 수백대의 위성이 발사되어 우주에서 운용되어지고 있다. 안정화된 기술을 토대로 표준화와 수명연장을 통해 경제성 향상에 더욱 초점을 두는 정책을 취하고 있다. 미국의 경우 지리적으로 인구가 넓은 지역에 분산되어 있는 특성을 고려하여 원격 교육, 원격 의료, 기타 공공 목적의 서비스를 고려하여 통신위성을 확보하여 운영하고 있다. 그러나 일본의 경우는 계획된 기술개발을 목적으로 위성을 발사하여 능동형 위상 배열 안테나 기술 등 핵심기술을 선점하는 정책을 취하고 있다.

우주과학탑재체는 우주 개발 선진국인 미국, 일본, 유럽, 러시아 등에서 막대한 인원과 예산을 투자하여 대형 우주망원경 개발 등으로 자국의 과학기술 우위를 과시하는 정책을 취하고 있다. 진행중인 대표적 우주관측프로그램은 NASA의 Great Observatory 프로그램으로 gamma선, X선, 가

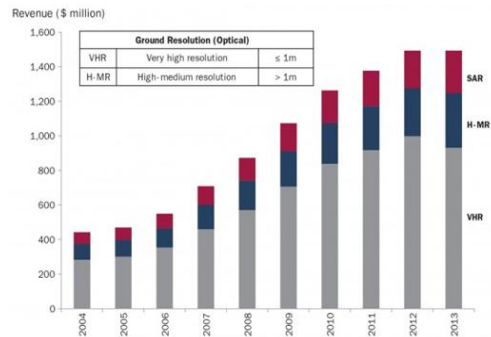


Fig. 1. Earth Observation Data Sales : Optical and Radar(World 2004-2013)
[Source] Satellite-Based Earth Observation : Market Prospects to 2023, Euroconsult 2014

시광선/자외선, 적외선 관측을 위한 Hubble Space Telescope, Chandra x-ray observatory, CGRO (Compton Gamma-Ray Observatory), SST (Spitzer Space Telescope) 등의 우주망원경이 있다. 후속 프로그램으로 차세대 우주망원경인 TPF (Terrestrial Planet Finder), Constellation-X Observatory, SIM (Space Interferometry Mission) 등으로 진행 중에 있다. 이 외에도 NASA가 지원하는 UNEX (University Explorer), SMEX (Small Explorer) 등의 프로그램을 통해 중소형 규모의 우주관측을 위한 탑재체를 탑재한 위성을 수시로 발사하고 있다.

최근 개발된 위성 중 지구관측분야는 고해상도 전자광학탑재체와 영상레이더가 대세를 이루고 있으며 2004년부터 2013년까지의 동향을 보면 33개의 국가 기관이나 회사에서 162개의 위성을 개발하였으며 약 195억불 매출이 있는 것으로 보고되었으며 2023년까지는 350개의 위성과 약 360억불의 매출이 있을 것으로 분석되었다[5].

전자광학탑재체로 지구관측임무를 수행하는 지구관측위성의 경우는 위성의 무게를 기준으로 500 kg 이상일 경우 중대형 위성, 300 kg이하일 경우 소형위성으로 구분할 수 있다. 다음 그림에는 두 부류 위성시장의 증가 추세를 보면 소형위성의 경우는 예산이나 기간측면에서 상대적으로 장점이 있어 2010년을 시작으로 급격히 증가된 반면에 중대형 위성의 경우 소요는 유지하며 적게 증가되는 것으로 조사되었다. 소형위성의 성능은 중대형위성에 대비 약 70 ~ 80%를 갖지만 예산측면에서는 장점이 있어 동일 예산으로 여러대를 제작이 가능하게 된다. 즉, 위성소요를 제기하는 사용자 측면에서는 초고해상도의 성능이 필

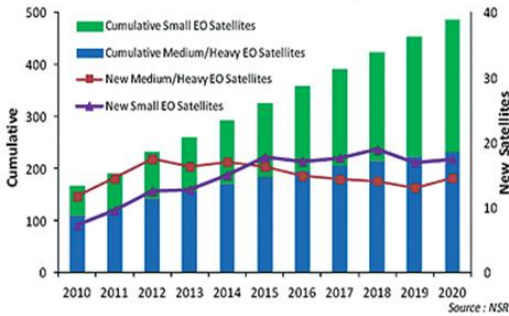


Fig. 2. Global Cumulative and New Earth Observation Satellite(2010-2020)
[Source]Information extracted from NSR's report Global Satellite-Based Earth Observation, 3rd Edition

요할 경우는 중대형위성용 전자광학탐재체를 요구하고, 짧은 관측 주기로 지구관측이 필요할 경우는 높은 시간해상도를 갖는 여러 대의 지구관측 소형위성을 요구하면 된다. 이와 같이 지구관측을 위한 전자광학탐재체는 임무목적과 성능요구조건에 따라 초고해상도 중대형위성 또는 시간해상도가 높은 소형위성군 두 방향이 개발 추세라는 점을 시사하고 있다[6].

2.2.2 국내 위성탐재체 기술개발 현황

국내의 위성역사는 실험용 소형 과학위성인 우리별 1호를 1992년 9월에 발사하였고 그 다음 해인 1993년에 우리별 2호를 우리별 1호 개발을 통해 획득한 기술을 활용해 국내에서 조립/시험하여 발사 성공하였다. 방송통신위성의 경우도 방송통신 분야에 위성을 이용한 수요가 급증하며 1991년부터 본격적으로 무궁화사업을 시작하여 1995년에 우리나라 최초의 상용 방송통신 위성을 발사하여 서비스를 시작하였다. 실용급 상용위성인 아리랑위성은 1994년에 1호 개발을 착수하여 1999년에 미국의 토러스발사체를 통해 우주 진입에 성공하여 지구관측을 시작하였다. 현재까지 개발 발사된 저궤도위성용 국내 지구관측 위성은 실용급 저궤도위성, 정지궤도위성, 우주과학위성으로 나뉘며 각 위성에 탑재된 전자광학카메라를 Table 3에 정리하였다.

아리랑위성의 전자광학탐재체 시리즈는 다음 그림에서 확인할 수 있듯이 1999년에 아리랑 1호에 탑재되어 발사된 EOC(ElectroOptical Camera), 2006년 아리랑 2호에 탑재되어 발사된 MSC(Multi-Spectral Camera), 2012년과 2013년에 아리랑 3호와 3A호에 탑재되어 발사된 AEISS(Advanced Earth Imaging Sensor System)와

Table 3. Current Status of Electro-optical and SAR payload in Korea

궤도	위성명	해상도 (흑백/칼라)	발사년	비고
실용위성	아리랑1호	6.6m/-	1999년	공동개발 (미국 TRW)
	아리랑2호	1m/4m	2006년	공동개발 (이스라엘 ELOP)
	아리랑3호	0.7m/2.8m	2012년	국내주도개발
	아리랑3A호	<0.7m/2.8m (가시) 중적외선채널	2015년	국내주도개발
	아리랑5호	SAR 1m	2013년	공동개발 (이태리 TAS)
과학위성	우리별1호	400m/-	1992년	공동개발 (영국 Surrey대)
	우리별2호	200m/-	1993년	독자개발
	우리별3호	13.5m	1999년	공동개발 (남아공 Stellenbosch대)
정지궤도위성	천리안1호	기상탐재체 1km(Vis) 4km(IR) 해양탐재체 500m	2010년	기상탐재체 구매 (미 Exelis) 해양탐재체 공동개발 (프 Airbus)

AEISS-A로 연이어 개발되었다. 지상해상도 성능측면에서는 EOC가 6.6m x 6.6 m인 반면 AEISS가 0.7m x 0.7m로 무려 약 90배 이상 향상된 것을 확인할 수 있다. 개발 능력측면에서도 1호는 구매에서 3호 탐재체는 국내에서 주도로 개발하는 방식으로 단기간에 많은 도약이 있었음을 알 수 있다. 현재 아리랑1호는 임무기간 3년이 훨씬 초과한 약 9년동안 운영되다 종료하였으며 나머지 위성들은 정상 운영중에 있다.

(주)세트랙아이에서는 말레이시아와 아랍연합으로부터 전자광학카메라가 장착된 위성 사업을 수주, 발사에 성공하여 그 후속사업을 진행 중에 있다.

2010년 발사된 정지궤도 천리안위성에는 기상임무와 해양관측 임무를 수행하는 두 개의 전자광학탐재체와 실험용 Ka밴드 통신탐재체가 탑재되었다. 후속위성인 천리안 2호의 본체는 국내 주도 개발을 목표로 성능이 향상된 기상탐재체를 탑재한 기상위성과 성능이 향상된 해양탐재체와 환경탐재체를 탑재한 해양/환경위성 두 개로 나뉘어 개발되고 있다.

국내 위성산업을 포함한 우주산업의 현황을 파악하기 위하여 2012년에 조사된 국내 우주산업 실태조사 결과는 Fig. 4와 같다[7].

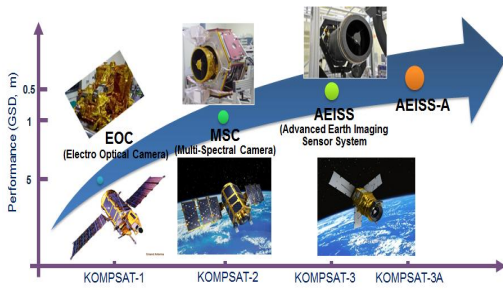


Fig. 3. Development of Electro-optical payload series on KOMPSAT

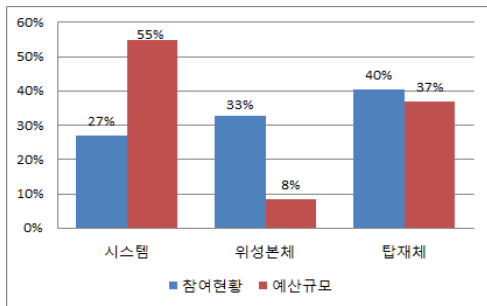


Fig. 4. Study Results of Actual State of Space Industry in Korea (2012)

이 실태조사보고서에서 위성산업현황은 시스템, 위성본체와 탑재체 세 부분으로 나누어 조사되었고, 참여현황으로는 전체 인력측면에서는 67개 기관 중 27개로 탑재체 분야가 가장 많았고, 전년 대비 매출액은 천리안 후속위성 등 신규 위성사업이 시작되어 시스템 70%, 탑재체 분야는 15%로 증가하였으나 위성본체는 본격적인 제작이 착수되지 않아 약 60% 정도 감소된 것으로 나타났다. 수출입 측면에서는 위성체는 저궤도 소형위성의 수출로 수입대비 약 2%정도 많은 것으로 보고되었다. 그러나 탑재체 분야는 전체 매출액이 한국항공우주연구원이나 국방과학연구소 두 기관만 주로 영향을 미치고 있으며 많은 부분이 수입에 보고되고 있으므로 더 많은 기업이나 기관이 참여할 수 있도록 유도하여 인력 증가뿐만 아니라 수출까지 증가되는 시너지를 만들 수 있도록 추가적인 노력이 필요함을 확인하였다.

2.3 향후 전망

우리나라 인공위성 분야는 후발주자로 위성개발을 시작하여 기술수준 측면에서는 미국, 러시아, 유럽국가 연합(프랑스, 영국, 독일, 이탈리아등), 일본, 캐나다 등의 선진국과 아직도 격차가 있으

Table 4. Development Technology Status of Electro-optical payload in Korea

탑재체	세부기술	국내개발 수준	비고
탑재체 시스템	시스템 통합	다목적3호/3A호 전자광학탑재체 주도개발	
	성능/운영/접속	차세대중형위성 탑재체 독자개발 중	
초점면 전자부 (검출부)	검출기	우주급 검출기 개발경험 없음(상용 검출기) 나로호위성 IR 검출기	우주급 없음 우주급 검증 없음
	2D 검출기	과학위성 2호 나로호위성 IR 탑재체	
	검출기 전자부	국내 시제품 개발 수행 각종 군용 탑재체 개발 차세대중형위성 탑재체 독자개발 중	
탑재체 제어부	탑재체 일 반제어	국내 시제품 개발 수행 다목적3A호 적외선 카메라의 탑재체 일반제어부 개발 차세대중형위성 탑재체 독자개발 중	
	구동부 제어	국내 시제품 개발 수행	
	고안정 전원공급	아리랑위성의 위성본체 전원공급장치 개발 차세대중형위성 탑재체 독자개발 중	
광구조부	SiC 광구조부	국내 시제품 제작능력 확보	
	복합재 구조부	IRS 비행모델 개발 QM급 시제품 개발 차세대중형위성 탑재체 독자개발 아리랑3호/3A호 Sunshield 개발	
고안정 고정밀 이축 구동부		위성용 CMG 구동부 시제품 개발중 안테나 짐발구동부 시제품 개발중	
열제어부		아리랑3호/3A호 MLI, heatpipe, cooling unit 개발 차세대중형위성 탑재체 독자개발 중	
고속영상자료처리 장치		아리랑3호/3A호 공동개발 참여 및 국산화 참여 아리랑6호 국내주도 진행 미래부 우주핵심기술사업으로 EQM 개발	
탑재체 자료전송기		미래부 우주핵심기술사업으로 개발 진행	
2축짐발 안테나		미래부 우주핵심기술사업으로 개발 진행	

며 탑재체 부분에 대해서는 더욱 어려운 실정이다.

이제까지 국내에서 개발된 실용급 위성은 지구관측 임무를 위한 위성으로 전자광학탑재체나 영상레이더탑재체를 위주로 주로 개발하였다. 전자광학탑재체나 영상레이더탑재체의 개발 기술별로 국내 기술 수준을 Table 4와 Table 5에 간단히 정리하였다.

영상레이더탑재체는 관측하고자 하는 신호 파장대역을 기준으로 분류하면 전파탑재체로 분류할 수 있으며 국내에서 이 분야에 대해서는 군용레이더 사업 등을 통하여 위성 분야에 대한 잠재능력을 보유하고 있다. 군용 개발의 경우, 대부분 체계종합사업으로 대기업을 중심으로 중소기업체 협력업체로 참여하는 형태로 진행하고 있으며 이로 인해 부품레벨의 유경험의 중소기업체는 요구사항의 해석, 구현 능력이 다소 취약한 상황이다. 반면 학계에서는 하드웨어 제작보다는 주로 영상처리 위주의 연구개발을 수행하고 있으며 기술수준은 다음 Table 5에 정리하였다.

현재 국내의 탑재체 개발 기술수준은 응용분야에 따라 차이가 있으나 중·고해상도 전자광학탑재체나 우주과학탑재체는 국내 독자 또는 국내 주도로 개발할 수 있는 능력은 충분히 보유하고 있다고 판단된다. 개발과 관련되는 일부 정밀기계 및 전자분야 제조기술은 국제적으로도 인정을

받고 있으나, 설계기술이나 초정밀/고신뢰 제작 기술과 시험기술 분야는 많은 부분에 연구 개발하여야 할 내용들이 있다. 그리고 탑재체 개발에 있어 시스템을 통합하는 시스템 개발능력은 탑재체 개발의 성공을 좌우하는 핵심 기술로 이에 대한 확보가 우선적으로 고려되어야 한다. 탑재체 개발에 필요한 부품이나 부분품 모두를 국내 자체적으로 개발하는 것 보다는 오히려 수출규제 문제에 따른 전략적 부품이나 선진국과 경쟁력이 있는 품목에 대해서만 개발하고 나머지 품목은 구매나 공동개발 등 다양한 방법을 통하여 확보하는 것이 전략적이고 보다 더 효율적이라 판단된다. 아리랑 위성의 탑재체는 이를 고려한 바람직한 형태로 개발 중이다.

우리 나라의 탑재체 개발에 필요한 부품제작 기술수준은 전반적으로 선진국 대비 중간 정도이나 국내주도 개발과 핵심부품 개발을 병행하여 기술 수준을 향상시킴으로써 국내 탑재체 개발시 필요한 부품 소요의 자체 조달뿐만 아니라 수출까지도 가능한 경쟁력을 갖도록 노력 중이다.

III. 결 론

현대 사회에서 인공위성은 통신, TV 시청, 네비게이션, 날씨예보, 해양변화 관측, 환경변화 관측, 도시계획, 재해/재난 방지 및 복구 등 다양한 분야의 서비스를 제공하는 수단으로 우리 일상생활에 꼭 필요하고 중요한 부분이 되어져 있다. 이러한 서비스는 위성통신방송탑재체, 지구위치측정시스템(GPS) 탑재체, 기상탑재체, 환경탑재체, 해양탑재체 등 다양한 위성용 탑재체로부터 습득된 정보로 만들어지게 된다.

국내의 위성탑재체 개발기술은 지구관측을 중심으로 크게 저궤도위성 전자광학탑재체, 영상레이더 탑재체, 정지궤도 전자광학탑재체, 통신탑재체와 우주과학탑재체로 나누어 분석하였다. 저궤도 고정밀 대구경 고해상도 전자광학탑재체는 아리랑 위성시리즈 사업을 통하여 국내 주도 개발능력을 확보한 반면 영상레이더 탑재체는 아리랑 5호 개발 중 해외협력개발을 통해 습득한 기술을 토대 국내 기술 능력 확보를 위해 아리랑 6호 탑재체를 개발하고 있다. 우주과학탑재체는 과학위성개발사업내 요구하는 임무 목적에 맞는 과학시험용 탑재체를 개발한다. 이 개발과정을 통하여 동일 분야에 대해서는 국내 개발능력을 확보하였다. 정지궤도 탑재체는 천리안위성의 해양탑재체 개발시 확보된 탑재체 체계종합기술을 토대

Table 5. Development Technology Status of Microwave payload in Korea

탑재체	기술현황	비고
영상레이더	기존 군용레이더 기술에서 X 밴드 이중편파 기상 레이더 기술 개발 사업 진행중 다수의 군용 레이더 위주의 기술 개발 아리랑6호 영상레이더 개발 진행 중 항공기용 영상레이더 개발 사업 수행	
라디오미터	마이크로파 라디오미터 및 RF 부품 제작 경험 군용 라디오미터 제작 경험 과학위성2호 라디오미터제작	광주과기원
산란계	군용 산란계 제작 경험 대학중심 실험실 수준 마이크로파 산란계 및 레이더 제작 및 실험	
고도계	라디오미터 제작 경험	

로 후속 위성인 정지궤도복합위성 해양탐재체와 환경탐재체의 차기 탑재체는 국내 주도로 개발한다는 목표로 개발을 진행 중이다. 이제까지 분석된 내용을 토대로 지구 정밀광학 관측분야의 국내 기술 수준은 민수용으로는 세계 수준으로 평가되었다. 그 외 영상레이더를 포함한 전파탐재체나 기상영상기나 탐측기 분야는 여러 측면에서 추가적인 노력이 필요한 상황이다.

결론적으로 강점이 있는 초고해상도 전자광학탐재체를 포함한 모든 위성용 탑재체의 국내 기술 능력을 더욱 확대하고 도약되기 위해서는 체계적인 전략이나 꾸준히 유지되는 정책이 필요하다. 우선적으로 탑재체 기술의 기초연구나 중점연구를 통해 중요한 핵심기술이 확보되도록 전략을 수립, 계획하여 현재 기술 수준을 높여야 한다. 또한 이러한 노력을 통하여 확보된 기술들이 기술이전 과정을 통하여 산업체로 꾸준히 전파될 수 있는 확고한 정책이 뒷받침이 되어야 한다. 모든 단계가 체계적으로 진행된다면 우리 기술로 국내 위성 탑재체의 수요를 충족할 뿐만 아니라 수출까지도 확대가 가능하여 우주로 향하는 미래 기술의 선도자가 될 것으로 기대한다.

후 기

본 논문은 2016년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원(정지궤도복합위성 해양탐재체 개발(V))을 받아 수행된 연구임

References

- 1) Yong, S.S. Seo.C.W., "Satellite Payload Technology and Development Status in Korea", The Magazine of Institute Electronics and Information Engineers of Korea, 2010, pp.1181-1193
- 2) Ministry of Education, Science and Technology, "National Space Technology Strategy Roadmap: payload", 2008.
- 3) Yeon, J.H., Kim, S.H., Ko, D.H., Lee S.H., Yong, S.S., 2009, "Development Trend of Environmental Monitoring Payload", Aerospace Industry Technology Trend, Korea Aerospace Research Institute, Vol7, No.1, 2009. pp.79-88.
- 4) Youn, B.Y., Lee, G.J., Kim Y.S., Kim, Y.S., "The Development Trend of SAR Earth Observation Satellite", Aerospace Industry Technology Trend, Korea Aerospace Research Institute, Vol4, No.2, 2006. pp.40-48.
- 5) Adam Keith, "Emerging Programs, Markets Drive Earth Observation Growth", Earth Imaging Journal, 2015.
- 6) Claude Rousseau, "EO: The Mass is the Matter", News & Release of Northern Sky Research, 2012
- 7) Ministry of Education, Science and Technology, "Study on Actual State of Space Industry", 2013.