

중국의 주변국 해양감시를 위한 전자신호 수집위성 연구개발

이용식*, 엄상호*, 임재성**

China's Satellite Research and Development to Collect Electronic Signals for Marine Reconnaissance to Surrounding Nations

Yongsik Lee*, Sangho Aom*, Jaesung Lim**

요 약

중국은 서태평양, 남중국해, 인도양에서 미국 및 역내 국가들의 해양세력 움직임에 신속히 대처하기 위하여 1960년대부터 기존의 지상 및 항공 감시체계를 벗어나 우주기반 감시능력을 확보하기 위해 군사위성분야에 많은 투자를 해왔다. 수차례의 실험위성 발사 및 운용시험을 통하여 핵심기술을 확보한 후에 2006년 이후 EO, SAR, ELINT분야의 군사 첩보위성인 Yaogan위성을 현재까지 약 40여 차례 이상 발사하여 운용하고 있다. 특히 전구적으로 운용 가능한 수집여 기의 ELINT 신호수집 위성을 중심으로 우주기반 위성네트워크를 구축하여 수집된 자료를 지상으로 실시간 전송함과 동시에 지상기반 C4ISR 네트워크와 연동된 대함탄도미사일인 ASBM에 해양 공격목표 자료를 제공함으로써 중국의 주변 해양세력에 대한 감시 및 미사일 공격능력을 한층 더 강화시켰다. 향후 전자신호 위성수집분야에 더욱더 기술적인 연구를 통해서 정확한 위치 탐색과 분석능력을 확대시킬 것으로 판단된다.

Key Words : ELINT, ASBM, C4ISR, Yaogan, Shijian

ABSTRACT

China has invested for military satellite technology development to construct the space-based surveillance system from existing land-based and aerostat surveillance system since 1960s to react rapidly for deployment of marine force of United States and surrounding nations in west Pacific, south China sea and Indian ocean. China has also launched about 40 the Yaogan military intelligence satellites series for EO, SAR and ELINT fields since 2006 after the required technique with several technical experiment satellites launch and operational test. ELINT satellites transmit data from satellite to earth station in real time with construction space-based network around it. Those data are simultaneously delivered to Anti-Ship Ballistic Missile(ASBM) connected land-based C4ISR network for marine target attack. Therefore China has enhanced surveillance and attack capability to the surrounding marine nations with space-based network around it. In the future, It is considered that China will increase accurate location search, signal processing and analysis ability through a further study on its technology.

I. 서론

중국은 대만에 대해 위협적인 군사력을 행사하고 미국 및 주변 세력의 개입을 배제하기 위해 야심찬 군사 현대화 계획을 추진해 왔다. 중국 주변의 타 국가에 강제력을 행사할 수 있는 능력을 확보하기 위해 부단히 노력하고 있으며 이러한 측면에서 장거리 미사일 정밀타격과 같은 군사력 투사능력을 중요한 요소로 고려하여 감시능력을 확대하고 있다.

중국의 군사작전의 공격 임무 수행능력은 지속감시사가 가

능한 범위 내에서 이루어질 것이며 전시상황을 인지할 수 있는 범위를 확대하기 위하여 지휘, 통제, 통신, 컴퓨터, 정보, 감시 등 C4ISR에 투자를 해왔다. 이를 통해 중국은 한반도 주변의 서태평양, 남중국해, 인도양 지역에서 적의 활동을 감시하기 위해 부단히 노력하고 있으며 과거 중국의 감시자산 대부분은 지상기반 또는 항공기 탑재 자산이었으나, 21세기에 들어 우주기반 ELINT(Electronic Intelligence) 분야 중심으로 감시체계 구축에도 박차를 가하고 있다.

이러한 측면에서 우주기반 ELINT 감시자산은 광의의

* 국방부(ys8016@naver.com, ys8016@ajou.ac.kr),

** 아주대학교 NCW학과(jaslim@ajou.ac.kr), 교신저자: 임 재성

접수일자 : 2017년 9월 8일, 수정완료일자 : 2017년 9월 18일, 최종 게재확정일자 : 2017년 9월 19일

C4ISR로서 중요한 역할을 수행하며, 2002년 선저우 3, 4호 우주선 발사 이후 전자광학(EO), SAR 레이더, 전자신호수집(Electronic Reconnaissance Surveillance) 능력에 집중적인 투자가 이루어지고 있다. 중국은 EO와 SAR위성 능력에 대해서는 상당한 양의 기술 데이터를 축적해 왔으며, 60년대 중반이후 미국 및 주변국의 해양활동과 같은 역내 감시를 위한 우주기반 전자정찰 분야를 중요한 요소로 고려해 왔다[1]. 또한 최근에 한-중간에 크게 이슈화되고 있는 사드 배치관련 AN/TPY-2 레이더에 대한 전자신호 위성감시도 향후 중요한 요소가 될 것으로 본다.

II. 주요 국가의 전자신호 수집위성

지난 40여 년간 우주기반 SIGINT(Signal Intelligence)는 미국, 舊 소련 뿐 만아니라 다른 여러 국가들의 세계 및 지역 감시 체계를 이루는 아주 중요한 요소로 간주하게 되었다. 광의의 SIGINT에 포함되는 ELINT는 타국의 군사적 전자전투서열(EOB)을 평가할 수 있는 효과적인 수단으로 입증되었고 이러한 전자전투서열에는 지상기반 방공레이더와 해안감시레이더가 포함된다. 초기 지상 및 항공기반 전자신호 수집체계가 우주공간으로 확장되면서 보다 더 넓은 시야로 넓은 지역에 지정학적 감시를 가능하게 하였다. 감시 목표는 해양에서 작전하는 함정의 목표 탐색레이더와 지상의 조기경보, 대공감시 및 해양감시 레이더로 매우 높은 SHF대역까지 운용되는 레이더가 대상이다.

미국은 1960년과 1961년 두 기의 GRAB위성을 저궤도에 성공적으로 발사함으로써 전자신호 수집위성시리즈 개발에 나섰다. 이 GRAB위성에는 소형 수집안테나가 장착되어 있다. 이후 1968년부터 2003년 사이 2세대, 3세대, 4세대 전자신호 수집위성이 지속 발사되었다. 이 기간 동안 미공군 및 해군은 다양한 전자신호 수집위성인, POPPY, Samos-F, White Cloud, Jumpseat, Trumpet, Canyon, Mercury 등의 위성을 개발, 발사하여 지상 및 함상 레이더 신호를 포착, 녹음하고 방사체의 위치를 식별하였다[2]. 이러한 수집위성은 방사체와의 거리, 신호특성에 대한 정보를 제공해 주었는데 레이더체계에서 쓰인 주파수와 PRI, 펄스폭, 안테나 회전속도 등이 포함되었다. 수집된 데이터는 지상의 방공망과 해상의 표적을 식별할 목적으로 쓰였으며 미국은 현재 수많은 5세대 위성을 발사, 운용하고 있다. 중국의 분석가들은 미국이 9~11개의 전자신호 수집위성은 운용하고 있는 것으로 판단하고 있다[1]. 그러나 SIGINT와 달리 미국의 이미지 감시체계는 저궤도 및 고궤도에 다양한 정찰위성을 위치시켜 지상의 무기체계 이동 또는 미사일 발사를 감시하고 있는데 ① Key Hole(KH, 광학) → ② Lacrosse(SAR) → ③ DSP(적외선) → ④ STSS(Space Tracking Surveillance System, 저궤도) 순으로 연계하여 세부적으로 감시하며 수집된 자료를

지상 통제국소로 전송한다[3].

미 해군 감시위성체계(NOSS)는 미공군의 Ferret에서 발전되었으며 Ferret 프로그램은 1960년대에 적군의 방공레이더의 정보를 수집하기 시작된 프로그램이다[2]. 미 NOSS위성의 첫 실험발사는 1971년에 3기의 위성을 발사하는 것으로 시작 되었으며 1983년에서 1990년 사이에 다양한 성능이 향상된 5기의 위성이 발사되었다. 이러한 NOSS위성들은 TDOA 삼각측량법을 활용하여 적국의 함정 탐지, 식별, 위치파악 기능 등을 수행하였다. 이러한 정보는 실시간으로 지휘소로 중계되어 유사시 OTH레이더로 순항미사일 발사를 위한 목표설정 및 평시 타국 함정의 전술작전에 대한 정보수집에 활용되었다[4]. 최근에는 전자신호 수집체계 외에도 이러한 위성에 다양한 해공군의 임무수행을 위한 적외선센서와 레이더센서를 탑재하고 있는 것으로 추정된다.

舊소련은 1967년에 전자신호 수집위성인 켈리나(Tselina)를 발사한 이후 Tselina-O, Tselina-D, Tselina-2·3, US 등 약 200기가 넘는 전자신호 수집위성을 발사하였으며 이 위성들의 임무는 미국 및 동맹국들의 항공모함과 전함의 이동을 추적하는 데 목적이 있다[2].

III. 중국의 전자신호 수집위성 개발

1. 중국의 전자신호 수집위성 개발 역사

미국과 舊소련의 우주기반 전자신호 수집위성 개발이 지속됨에 따라 중국 역시 1960년대 후반부터 701프로그램을 시작하였다. 701프로그램은 상하이항공국(Shanghai Bureau of Astronautics)이 추진하게 되었으며 중국의 기존 지상기반 전자신호 수집능력을 향상시키는데 그 목적이 있다. 초기에 인력 및 재정의 적극 지원으로 중국의 첫 전자신호 수집 실험위성인 Shijian-1이 그림 1에서처럼 1971년 3월에 주취안(Jiuquan) 위성 발사장에서 발사되었으며 중국은 정지위성의 경우 시창(Xichang)에서 극궤도의 경우 타이위안(Taiyuan)에서 주로 발사하고 있다[2][5].



그림 1. 중국의 군사위성 발사장 위치

Shijian-1위성은 궤도에서 8년간 활동하였고 전력, 제어, Telemetry, 센서측면에서 획기적인 발전을 이루었다. 701 프

로젝트로 전자신호 수집을 위한 실험위성(JSSW) 시리즈로 3기의 위성이 1975~1976년 사이에 발사되었으며 이때 전자신호 수집환경에 맞게 특수하게 설계된 Fengbao-1라는 로켓 운반체에 의해 발사되었다[2]. 1981년 3기의 Shijian-2위성이 발사되어 전자신호 수집 실험에 획기적인 발전을 이루었으나, 그 이후 당 고위지도부의 전자신호 수집에 대한 관심이 떨어지면서 그 이후 10년간에 걸쳐 발전이 없었다.

서양의 전문가들은 중국이 선저우(Shenzhou) 유인 우주선 프로그램에서 전자신호 수집 시험을 수행한 것으로 보고 있다. 선저우 우주선의 맨 앞에 있는 궤도 모듈은 서비스 모듈과 재돌입 모듈에서 분리된 후 여러 개월 동안 궤도에 남게 된다. 중국이 선저우 3호(2002년 3월 발사)와 선저우 4호(2002년 12월 발사)에서 궤도 모듈에 텔레비전 안테나 형태의 안테나와 7개의 원뿔형 안테나를 탑재하여 모듈이 궤도에 남아 있는 약 8개월의 기간 동안 전자신호를 수집한 것으로 보고 있다[1][2][4].

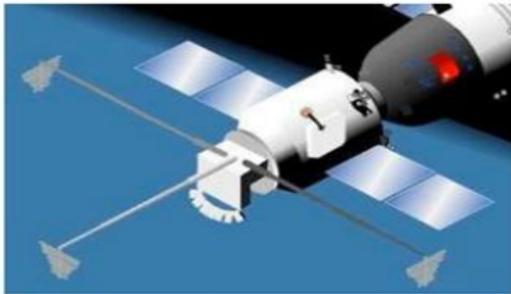


그림 2. 전자정찰 안테나를 장착한 선저우 우주선

텔레비전 안테나 형태의 안테나는 300~1,000MHz 대역의 전파 발신지 방향을 탐지하고, 원뿔형 안테나는 좀 더 정확한 발신지의 위치를 파악하는 것이다. 그림 2는 전자신호 수집을 위한 안테나를 장착한 선저우 우주선을 보여준다. 선저우 3, 4호 궤도용 우주선은 중국의 첫 번째 전자신호 수집위성으로 중국은 미해군의 동태를 추적할 수 있게 된다.

2. 전자신호 수집위성 개발 및 운용

중국 인민해방군은 우주기반 감시체계, 특히 전자정찰 프로그램을 관리하고 충족시키기 위해 특별한 조직을 운영하고 있는데 주요 핵심부서로 총참모부(GSD: General Staff Department), 총장비부(General Armaments Department)가 있다[1].

인민해방군 총참모부는 우주기반감시를 위한 작전적 소요를 도출하는 핵심적인 역할을 수행한다. 세부적으로 총참 1부 조사국(First Department Surveying Bureau)은 중국 위성항법체계 지상부분과 우주항적추적체계를 지원하는 전파망원경의 초장거리 간섭계(Very Long Baseline Interferometer) 망을 운영하고, 총참 2부(Second Department)는 우주기반센서의 작전적 소요도출과 지상국소를 운영하며 베이징 북부에 위치한 총참 우주기술감시국(Space Technology

Reconnaissance Bureau)은 EO와 SAR위성을 원격 운용한다. 총참 3부(Third Department)는 중국의 SIGINT 수집 및 분석기관으로 추정되며 총참 3부가 있는 뤼양(Luoyang)에 외국어 훈련센터가 있다는 사실은 동 기관에서 SIGINT 임무를 수행한다는 것을 암시하며 최대 16여개의 지역에 기능적으로 분산되어 있고 SIGINT를 수집하고 분석을 관리하는 최대 핵심조직으로 130,000여명의 인력을 운용한다.

총참 4부(Fourth Department)는 1990년대에 설립되었으며 레이더와 전자전(EW)을 담당하는 핵심 조직이며 전자정찰 및 전자전지원책(ESM)도 이 조직에서 수행되고 있다. 표적선정과 작전적 목적에서 합동군사령부 내 정보지원반을 통해 다양한 인민해방군 부대에 전자전을 지원하고 있으며 전자방해책(ESM) 부대의 업무를 관리 감독하고 있다. Langfang에 위치한 본부와 지방에 여러 기관을 두고 있으며 위성 재검은 하이난 섬에서 담당하고 있고 인민해방군의 전자공학학교(Electronic Engineering Academy)를 운영하여 기술교육을 담당하고 있다.

인민해방군의 총장비부는 발사 로켓에 의한 위성발사를 담당하며 우주기반 감시체계의 군수 관리와 위성추적, 통제를 담당한다. 전자신호 수집 위성도 이 기관에서 운용될 가능성이 크다. 전자장비지식기반부(Electronic and Information Infrastructure Department)의 항공우주장비국(Aerospace Equipment Bureau)은 미사일 작전을 지원하는 우주기반 센서의 기술적인 부분을 연구개발하고 있다. 중국의 운반 로켓은 크게 장정(Long March) 시리즈와 풍폭(Feng Bao) 시리즈로 나뉘는데 풍폭은 1981년 끝으로 사용이 중지되었고 그 이후 모든 운반 로켓은 장정으로 일원화 되었다. 1970년 장정1호 발사 이후 3단 장정 4호B까지 14종이 개발되었고 추가로 차세대 장정 5호, 7호 로켓도 개발 중에 있다[6].

3. 전자신호 수집위성 연구 및 개발

중국의 우주개발 업체는 중국항공항천공사(CNSA: China National Space Administration)가 주무 부서로서 이 기관은 중국항천과기집단공사(CASC)와 중국항천과공집단공사(CASIC)로 나뉘며 총참모부와 총장비부의 우주기반 감시체계의 연구개발 및 제조를 지원하며 전자신호 수집위성 개발도 여기에서 수행되고 있다. CASIC만 하더라도 우주항공기술연구소 5개와 130여개 이상의 연구기관에 12만 명을 거느리고 있고 우주산업 종사자는 규모만 약 50만 명에 이르고 있다[7].

중국항천과기집단공사(CASC)는 유인 우주선과 정지위성 등 중국 우주활동의 중심이 되는 우주선의 연구개발과 전자신호 수집위성 개발에 핵심인 정부기관으로서 중국공간기술연구원(CAST)과 로켓기술연구원(CALT), 전자정찰위성 프로그램에 핵심인 상하이 항천기술연구원(SAST)과 중국 항공기술학원(제 5학원)이 있다[1][5].

상하이 항천기술연구원(SAST)은 전자신호 수집 위성 개

발에서 중심적인 역할을 차지하며 701프로그램을 계승한 SAST 509연구소는 전자신호 수집 위성 개발을 위한 시스템 통합을 책임지고 있는 것으로 보인다. 하부 기관인 SAST 804연구소(상하이 항천전자통신설비연구소)는 우주기반 레이더 안테나 시스템 연구를 진행하고 중국전자과학기술그룹(CETC)의 Chengdu 소재 남서 전자장비연구소(SWIEE)는 위성 탑재 전자신호 수집센서를 연구 개발하는 기관으로 판단된다. 자싱(Jiaxing)에 소재해 있는 CETC 제36연구소는 다양한 위성 탑재체계를 개발하는 역할을 하고 있으며 북서 전자장비연구소(NWIEE)는 SIGINT 위성에 탑재되는 배열 안테나에 대해 연구를 수행하고 있다.

중국 항공기술학원(CAST)은 전자신호 수집위성 연구개발과 생산에까지 관여하고 있으며 501설계부는 베이징 통제 공학연구소(BICE)인데 CAST의 전반적인 공학체계를 담당하는 조직이다. 1975년에 설립된 BICE는 위성고도 및 궤도 통제체계 설계 및 연구개발을 수행하며 여기에는 제트 추진과 다양한 항법, 유도, 통제 및 하부체계도 개발한다. 또 다른 CAST기관 508연구소는 EO와 위성센서의 설계 및 개발을 담당한다.

4. 중국의 전자신호 수집위성에 대한 이론적 기술 배경

중국의 우주기반 전자정찰체계의 개발을 위한 가장 기초적인 토대를 놓은 사람은 인민해방군 총장비부의 우주항공국 국장 우웨이치로 추정된다. 우웨이치는 EO, SAR, 전자신호 수집위성센서들을 연결하여 해상 함정표적을 찾는 방법에 대한 상세한 연구를 출간한 바 있다. 또한 우웨이치는 대함탄도미사일 공격/방어 전술단계에서 우주기반 정보위성의 표적 정찰, 미사일 조기경보, 전구통신, 정밀유도, 전투피해 평가 및 디지털화 전장구축에 관해서 많은 공헌을 하였다. 지상표적에 대한 장거리 정밀 미사일 공격과 비교했을 때, 장거리 해상표적에 대한 대잠탄도미사일 공격은 매우 다른 특징을 보인다. 예를 들어 지상의 장거리 표적을 공격할 때 장거리 순항미사일은 산이나 강과 같은 지형적 환경을 보고 대략 지상표적 소재지의 윤곽을 매칭시켜 기준을 유도하지만, 대함탄도미사일은 해상비행 시 기준으로 참고할만한 대상이 없어 이러한 방법을 사용할 수 없다. 그렇기 때문에 대함탄도미사일은 공격과정 모든 단계에서 군사위성의 보조를 필요로 한다. 또한 전자신호 수집위성이 중국의 대함탄도미사일 프로그램에서 수행할 수 있는 역할로서 CAISR 센서와 연동이 절대 필요하다[1].

대함탄도미사일의 발사계획 단계에서 미사일 공격유도를 위한 신뢰성 있는 표적관련 정보획득이 요구된다. 이는 EO 영상위성, SAR영상위성, 전자정찰위성, 해군해양감시체계 위성, 대평자원위성 및 시중에서도 구입 가능한 상업용 고정밀 원격탐지위성 영상정보를 종합함으로써 달성할 수 있다. 다수의 서로 다른 위성에서 획득되는 정보의 종합처리와 테

이터의 융합을 통해 미사일 유도시 장거리 대함탄도미사일 발사시 요구되는 모든 유형의 표적에 대한 필요 요소들이 충족되도록 보장되어야 한다. 또한 위성 센서들을 지상기반 조기경보 레이더에 연결하여 위성에서 수신 처리된 데이터들을 제공함으로써 레이더의 표적탐지, 추적, 계산 능력을 명백히 향상시킬 수 있고 우주 센서들을 조기경보 및 미사일 방어작전에 사용하는 연구도 지속적으로 이루어지고 있다.

그림 3처럼 위성센서들로부터 획득된 데이터는 비행중인 탄도미사일에게 변경된 목표물의 위치정보를 실시간 제공하여 탄도궤도를 지속 수정하게 함으로써 목표물에 도달하게 한다.

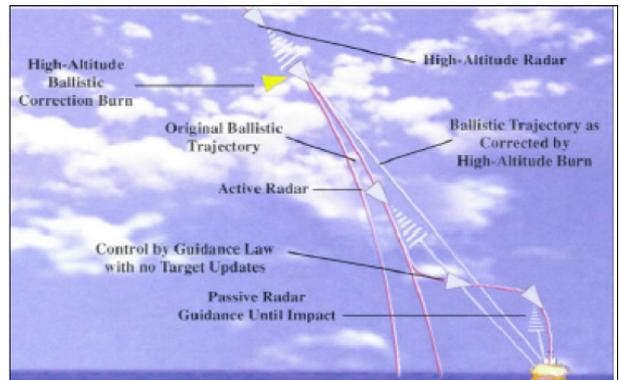


그림 3. 변경된 공격 목표물에 대한 탄도궤적 변화

지난 수년간 지속적으로 발전된 중국의 우주기반 전자신호 수집 및 분석으로 지상, 공중, 해상기반 전자신호 수집센서와함께 역내감시에 초점을 둔 유용한 기술 정보자료들을 제공해주었을 것이다. 주기적인 위성감시는 총참모부에 전자전투서열을 가능하게 했을 것이며 이러한 정보들의 데이터베이스에는 지상기반 방공 및 미사일방어체계 뿐 아니라 해양 레이더 체계의 자료도 포함되었을 것이다. 이 데이터베이스는 새로운 신호가 탐지되고 새로운 기술발전 사항이 출현 될 때마다 업데이트 될 것이다. 이는 통합우주기반 전자정찰 센서들로부터 획득된 데이터를 견고한 지상기반 체계인 CAISR 체계로 통합시키기 위해서는 전자신호 수집위성 지원이 절대 중요하다는 점을 강조하고 있다.

중국의 기술적 연구는 다중 위성체(Multiple Satellite Constellation)를 구성, 전파의 도달지연시간차(TDOA: Time Difference Of Arrival)를 이용한 목표물의 정확한 지리위치를 탐색하는 기술연구에 있다. 목표물의 정확한 지리위치 측정을 위한 삼중위성(three satellite) TDOA시스템 연구결과가 2010년 3월에 공개되었다. 이 시기는 전자신호 수집위성인 Yaogan-9가 발사된 시점이다. 항공모함과 다른 대형 함정들을 효과적으로 추적할 수 있는 3중 위성 도달지연 시간차 기법은 높은 정확도, 넓은 감시범위, 장기간 감시라는 이점을 가지므로 이는 중국에 심각한 위협을 주는 미국의 항공모함과 잠수함과 같은 전략무기체계에 대해 실시간 해양감시에 아주 적합한 것으로 판단하고 있다. 또한 중국의 많

은 연구들은 삼중 전자신호 수집위성체계에 초점을 두는 동안에도 이중군집위성을 이용한 전자신호 수집체계 연구에도 많은 실질적인 진전이 있었다[1][8].

최근 중국의 위성관련 기술적 공개 자료들은 위성의 전자신호 수집체계를 레이더 네트워크와 함께 활용하는데 초점을 두고 있으며 이 시스템은 과거 舊소련이 개발한 세계최초의 NOSS 플랫폼인 COSMOS-198(1967년 12월 발사)과 다음해 발사한 RORSAT(Radar Ocean Reconnaissance Satellite) 시리즈와 EORSAT(ELINT Ocean Reconnaissance Satellite)시리즈를 1974년부터 동일 평면 상공 공전궤도 위성군으로 활용하여 전자신호를 수집한 개념과 유사하다[9].

5. 전자신호 수집위성의 데이터 Down Link

중국의 우주기반 감시네트워크 확장세는 중국이 전자신호 수집위성을 포함하여 우주로부터 획득된 데이터를 신속하게 다운로드, 처리, 전파하기 위한 능력을 개선시키고 있어 군사적으로 필요한 데이터를 어떻게 하면 지상에 신속히 전송하고 효과적으로 위성체계에 임무를 제어하여 위성자원을 적절히 이용하는 것에 집중하고 있다. 그러한 임무 수행을 위해 안테나시스템, 데이터 전송시스템, 수신시스템, 종말국소시스템, 감시 및 통제시스템, 전력공급시스템 등을 제어하여 운용하고 있다.

공개된 기술자료에 따르면 광역감시와 다중표적(해상 표적 포함)을 위한 전자신호 수집위성의 링크시스템과 지상네트워크 연동을 검증하였고 그 시험 결과도 양호하였다. 전자전을 책임지고 있는 총참 4부는 전자정찰 위성의 다운링크 기지 관리를 맡고 있는 것으로 추정되고 있으며 1999년에 산둥 쉬다오(Shidao) 지방에 10개의 해안국소를 건설하였다[1].

중국은 위성들을 지원하는 지상 국소들을 베이징(Beijing), 쎄냐(Sanya), 항저우(Hangzhou), 무단장(Mudanjiang) 지역에 두고 있으며 추가로 남극과 세 곳의 해외 지상국소(Namibia의 Swakopmund, 케냐의 Malindi, 파키스탄 Karachi)에서도 위성의 상태를 모니터 및 제어할 수 있도록 구축하였다. 중국의 위성 운용센터와 원격탐지위성의 신호처리센터는 베이징에 있으며 3개의 주 지상국소가 베이징 인근 미운(Miyun), 신장(Xinjiang)의 카쉬가르(Kashgar), 하이난섬 쎄냐(Sanya)에서 있으며 이들 3개 지상국소는 원왕(Yuanwang) 우주추적 함정 함대와 함께 전자신호 수집위성의 추적을 지원하고 있을 것으로 보고 있다. 중국의 티안리안(Tianlian) 데이터 중계 위성은 전자정찰위성으로부터 수집된 데이터를 지상국소로 전달하는 보조역할을 할 것으로 예상되며, 특히 군집위성이 목표물 위에 있고 수신국소의 시야에는 있지 않을 때 이러한 역할을 수행할 것으로 생각된다. 또한 중국 해군(PLAN)도 해군전함에 수신기를 설치해 우주에서 전송한 전자신호 수집 자료를 수신하고 있을 것으로 추측된다. 이 전자신호 수집 자료는 China SAT 20A(Zhong Xing 20A)와 같은 민군 겸용 통신위성을 통해

중국연합 전구 사령부 수준의 데이터 처리 센터에서 송출될 것으로 추정된다. 대함탄도미사일 프로그램의 일환으로 중국 전자신호 수집위성으로부터 전송된 데이터는 Qu Dian의 C4ISR 체계를 통해 제 2포병 및 중국 인민군 공군(PLAAF) 부대로 전송될 것이다[1].

중국은 상당량의 자원을 이동위성통신, 소형 이동위성 지상국소 투자하여 음성, 데이터, 영상 등의 자료를 전송하기 위한 노력으로 위성기반 초소형지구국(VSAT) 망을 구축하고 있으며, 중국은 최소 10년 동안 군사 및 안보 목적에서 이동위성통신 플랫폼을 배치하기 위해 노력해 왔다[10].

6. 위성 탑재 센서들에 대한 기술적 연구

중국은 전자신호 목표만을 수집하기 위한 위성개발을 추진하지 않을 가능성도 있다. 이는 중국의 전략지도부가 이미 다른 위성의 페이로드에 부착된 미확인 전자정찰 수집센서를 통해 오랫동안 정보를 획득해왔기 때문이다. SIGINT/ELINT 수집 센서가 중국 저궤도 원격탐지위성과 정지궤도 통신위성에 수년간 탑재되어 있었을 가능성도 있다. 정지궤도위성을 전자신호 수집에 활용하면 지상 및 기타 레이더 신호, 통신신호, 위성 Telemetry 등을 포함한 ELINT 획득이 광범위한 지역에서 이뤄질 수 있다. 이는 표적이 있는 지역에 대해 지속적이고 장기적인 감시를 가능하게 하며 실시간으로 정보를 획득하여 ELINT를 신속하게 외교적, 군사적 결정에 활용할 수 있도록 해준다는 이점도 있다[1].

또한 COMINT/ELINT 수집을 위한 대형 안테나 구조에 대해서도 논의했는데 이는 중국이 기술발전이 지속 향상되고 급속하게 성숙해감에 따라 전자신호 수집위성 지원을 위한 이동형 통신위성과 지구관측위성 활용도를 높이게 될 것이 분명하다. 지구정지궤도위성을 COMINT/ELINT 목적으로 은밀하게 사용하고 있다는 단서는 한 항공우주전자공학자가 공중탐재 통신시스템을 SIGINT 수집목적으로 사용할 수 있는지를 분석하고 통신과 SIGINT 임무를 하나의 하드웨어 플랫폼에서 혼재시킬 수 있다는 점에서 찾아 볼 수 있다. 또 다른 자료에 의하면 SIGINT 수집위성 관련 소요의 기술적 경향에 대해 SIGINT위성의 발전 경향은 저궤도 배치에서 중궤도 및 정지궤도 배치로, 하나의 위성에서 다중 위성체계로, 지상기반 데이터처리에서 위성탐재 데이터처리로, 단일 위성임무에서 복합 위성임무로 이동하고 있으며 이러한 발전은 고도의 데이터처리, 데이터 압축, 실시간 전송능력과 초대형 안테나 기술을 요구한다고 언급하고 있다. 궁극적으로 중국은 저궤도 및 정지궤도 두 영역에 있는 센서를 조합하여 효율성을 최적화하는 방향으로 추진할 것으로 판단한다.

전자신호 수집위성에 대한 목표물의 정확한 위치 파악 요구조건이 증가하면서 현재 정지궤도 위성의 위치파악기술은 정확성 측면에서 다양한 요구를 충족시키는데 어려움이 있으며 저궤도 위성의 경우 광역 탐지범위능력이 제한되며 그

런 이유로 위치파악을 위한 저궤도 위성과 저궤도 군집위성 구축은 고정밀체계가 되기 위해서는 특수한 요건이 추가 연구되어야 하고 정지궤도 분야에서 이루어진 기술적 진보를 반영하여 정확도와 광역 탐지범위 요건을 동시에 충족시킬 수 있는 높은 수준의 위치파악 기술도 고려할 것이다.

이러한 기술들을 고려 시 적어도 중국이 COMINT/ELINT 신호 수집을 위해 다수의 서로 다른 궤도환경과 관련 기술에 높은 관심을 가지고 있고 최근 발사들은 현재 저궤도위성에 2~3기의 전자신호 수집 군집위성을 배치하려는 노력을 보여 주고 있으며, 동시에 정지궤도에도 COMINT/ELINT 수집위성을 배치하고자 하는 중국의 의지를 시사하고 있다.

7. 추진 중인 전자신호 수집 위성 프로젝트

중국이 지난 15년 동안 각종 기술적 자료들은 살펴보면 전자신호 수집을 위한 정찰위성 연구개발 집중하였음을 강력하게 시사하고 있다. 초기 우주기반 전자신호 수집과 관련하여 적어도 두 가지의 가능성이 존재한다. 하나는 2004년부터 발사된 Shijian-6위성과 관련이 있고, 다른 하나는 2010년에 발사된 Yaogan-9와 관련이 있다.

Shijian 시리즈 위성은 1960년대 후반부터 상하이항공국의 주도아래 시작되었으며 701프로그램 일환 Shijian-6시리즈 위성 연구는 2001년 7월 Shen Cong이라는 베테랑 위성설계자의 기술적 지도 아래 시작되었다.

표 1. Shijian-6 시리즈 위성

위성		발사 일	기능
Group 1	Shijian-6 A, B	'04. 9	지구 탐사, 실험
Group 2	Shijian-6 C, D	'06.10	
Group 3	Shijian-6 E, F	'08.10	
Group 4	Shijian-6 G, H	'10.10	

표 1에서처럼 Shijian-6 위성은 '04. 9월부터 2기가 한 세트 로 발사 되었으며, 최종적으로 2010년 10월에 두 기의 Shijian-6 위성이 발사되었다. 동 위성은 공개적으로 지구탐사 및 곡물생산량 예측 등으로 발표 했지만 2기가 한 세트 로 발사되어 기술 실험한 것을 보면 실제적으로는 전자신호 수집 기술시험을 수행했던 것으로 판단된다[11].

다수의 Shijian “과학실험” 또는 “연습”시리즈 위성들은 전자신호 수집 특성을 가진 위성들로 관측자들은 이 위성들의 궤도특성을 살펴볼 때 실제 임무는 전자신호 수집을 포함하고 있다고 본다. 다른 중국 과학 위성들과 달리 동 위성은 어떠한 임무를 수행했는지를 공개적으로 공표한 바가 없다. 그러나 비공식적인 자료에 의하면 두 기의 위성은 중국의 대함탄도미사일 및 기타 장거리 정밀타격 프로그램에서도 핵심적 역할을 수행한 것으로 추측된다. 해양 감시를 위한 광범위한 우주기반 센서 네트워크의 일환으로서 전자신호 수집위성 구축은 중국의 대함탄도미사일 활용에 결정적인 영

향을 끼칠 것이므로 서태평양 지역에서 활동하는 미 항공모함 타격군을 표적으로 두고 효과적인 대함탄도미사일 능력을 확보하기 위해서는 중국 근해로부터 수천 Km가 넘는 지역 에까지 항구적 감시능력이 요구된다.

지상, 해상, 공중기반 센서 네트워크가 이러한 임무를 위해 존재하지만, 각각은 범위, 정확도, 운영시간으로부터의 제약에서 자유롭지 않으므로 중국의 대양 해양감시임무는 오직 우주기반 센서체계를 통해서만 가능하다. 그러므로 전자신호 수집위성은 급속도로 발전하는 중국의 우주기반 정보감시 정찰(ISR) 네트워크에 강력한 추동력으로 작용할 것이다.

군사 첩보위성인 Yaogan 시리즈 위성은 2006년 4월 최초 발사 이후 현재까지 30기의 Yaogan위성이 발사되었다. 원격 탐지위성인 Yaogan 시리즈는 EO 및 SAR의 영상 임무와 전자신호 수집하는 핵심적인 군사 우주플랫폼인 것으로 추 정된다.

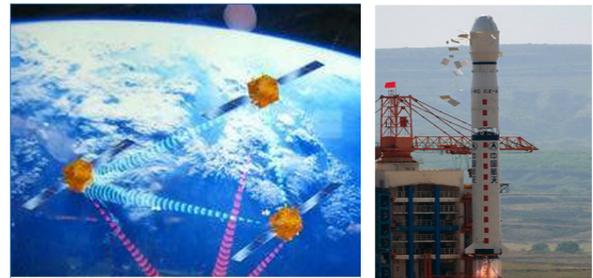


그림 4. 미해군 NOSS위성 개념과 Yaogan위성 발사 로켓

중국 주취안 위성발사센터에서 2010년 3월에 발사된 Yaogan-9위성은 중국의 1세대 전자신호 수집체계로 이는 미 NOSS와 유사한 성격을 지닌 것으로 보인다. 초기 징후는 아마추어 천문학자를 통해 발견되었다. 그는 Yaogan-9 임무가 한 기가 아닌 세 기의 위성체 발사를 포함하고 있었으며 현재 정교하게 짜인 삼각대형으로 함께 궤도를 돌고 있다고 공개하였다. 이 대형은 1089km × 1107km × 63.4 도 대형을 이루고 있으며 그림 4의 미 해군의 “White Cloud” NOSS 위성 삼각편대 초기 모습과 매우 유사하다[12].

특히 Yaogan-9 위성과 과거 미국 NOSS 위성간 유사성은 궤도나 군집위성의 대형을 넘어서 Yaogan-9 발사시 재발진이 가능한 3단계 로켓 Long March 4C를 이용하여 발사 하였는데, 이는 추진체가 일련의 고도로 잘 짜여진 고도별 조작을 가능케 하여 동시궤도 하부 위성 유닛(SSU)들이 궤도에서 위성 모체와 삼각편대를 이룰 수 있게 했을 것으로 추측된다.

CASC 제5학원의 제 5설계부인 중국 항천기술연구소 총괄국은 Yaogan-9 위성에 대한 전반적 책임을 맡고 있으며 Yaogan-9호의 감독자겸 수석설계자는 Li Yandong이었다.

표 2에서 ELINT위성은 3개의 위성이 군집형태로 이루어져 있으며 현재는 3중(Yaogan-17, 20, 25)의 위성이 활동하

고 있다. 이 위성들은 항공기나 항공모함에 대해 식별, 추적을 가능하게 한다. Yaogan 20, 25시리즈는 Yaogan 9, 16 시리즈 위성을 대체하였다[2].

표 2. Yaogan 시리즈 위성의 기능

위성	고도(Km)	각도	발사 일	기능
16 A, B, C	1105×1085	63.39	'12.11	ELINT
20 A, B, C	1104×1086	63.4	'14. 8	
9 A, B, C	1199×1083	63.41	'10. 3	
17 A, B, C	1111×1076	63.41	'13. 9	
25 A, B, C	1104×1086	63.41	'14.12	
23	513×492	94.67	'14.11	SAR
10	632×624	97.82	'10. 8	
18	511×492	97.5	'13.10	
14	474×470	97.24	'12.10	
21	494×480	97.42	'14. 9	
26	491×484	97.44	'14.12	EO
15	1206×1202	100.13	'14. 8	
22	1209×1196	100.32	'14.10	
27	1206×1194	100.46	'15. 8	
19	1207×1201	100.48	'13.11	
8	1204×1193	100.5	'09.12	고해상 EO
7	659×623	97.84	'09.12	
2	655×630	97.85	'07. 5	
24	653×630	97.91	'14.11	
4	652×634	97.92	'08.12	
11	657×624	98	'10. 9	

참고로 SAR위성은 Tayuan에서만 발사한 위성으로 표 2에서 보는 것처럼 현재 6종의 SAR위성이 활동하고 있으며 영상 촬영 범위는 약 25~30Km의 범위를 갖는다. EO위성은 대략 약 1200Km의 원형궤도에 위치하고 있고 해상도는 3~10m로서 중국의 ASBM 임무에 광역지역의 데이터 정보를 제공하고 있는 것으로 판단된다[13].

2010년 Yaogan-9위성 발사 시 총장비부는 항공우주 지휘 및 추적 네트워크 다중임무 관리센터와 위성 관리 자동화 체계를 개발하여 고도로 효과적이고 안전한 위성작동을 보장하는 능력 확보에 기여하였으며 또한 매우 성공적으로 위성체계 추적(Constellation tracking) 및 다성공위(Co-positional satellite) 작전에 대한 기술적 연구를 수행하였다고 발표하였는바, 이 문서를 통해 문제의 "무명위성"이 바로 Yaogan-9라는 것을 추론할 수 있었다. 마지막으로 Shijian-6 Group-04 프로그램은 소형위성 두 기의 NOSS위성체계 개발을 위한 Yaogan-9 프로그램 시 획득된 기술을 토대로 개발되었을 것이라고 판단된다.

IV. 중국의 전자정찰위성 발전에 따른 주변국 영향

중국은 현재의 미 항모 전투단의 접근을 거부하고 미해군 전력을 Choke Point 밖으로 배제하기 위하여 대함탄도유도탄 및 대함 순항미사일을 개발하여 실전 배치하였고, Choke Point 외곽에서 교전하기 위한 위성과 같은 정보능력 강화에

주력해왔다[14].

따라서 위성으로부터 원거리의 항모 전단의 전자신호 수집을 위해 우주기반 위성 네트워크의 토대를 마련하고 있거나 부분적으로 완료했을 것으로 관측된다. 또한 전구적인 전자정찰로 실시간 수집에 필요한 정보화된 네트워크를 가능하게 하기 위해 우주기반 ISR센서들과 연동될 수 있는 우주센서 탑재방안을 개발 중일 가능성도 있다. 이러한 개발은 아태지역, 특히 미국과 역내 국가들의 해양 및 공중작전, 방공체계, 통신보안, 반우주 필요 요건 및 핵 억지에 깊은 영향을 끼칠 것으로 보인다.

중국의 전자신호 수집능력 발전이 던지는 가장 중요한 결론은 중국의 대함탄도 미사일체계의 일부로서 저고도 및 고고도에서 근 실시간으로 미국의 모함 타격 그룹과 주변국의 함정에 대해서 정확하게 추적 및 조준할 수 있는 능력이 마련되고 있다는 점이다. 대함탄도미사일체계를 지원하는 우주기반센서 네트워크의 기술적, 조직적 발전은 급속하게 발전중인 중국의 장거리 미사일 프로그램을 강화시켜줄 것이다. 중국의 장거리미사일 프로그램은 중국 해양영역에서 작전 중인 전투함정 뿐 아니라 미국 및 우방국인 한국, 일본, 괌, 대만, 필리핀, 싱가포르, 태국, 인도 등의 공군기지에도 대항하기 위함이다. 확실한 우주기반 전자정찰은 중국 전략가들에게 적 해·공군 작전과 평시훈련을 감시하게 함으로써 전쟁계획에 매우 유용한 정보를 제공해줄 것이다[15].

견고한 전자신호 수집 능력은 방공체계의 위치식별 및 감시를 가능하게 하며, 방공전투서열 파악의 정확도를 높여준다. 또한 정교한 전파도달지연시간차(TDOA)기술이 더해졌을 때 중국이 이동형 방공체계를 전자공격(EA) 및 대방사(anti-radiation) 순항 미사일로 조준하여 발사할 수 있다. 나아가 적의 고정 미사일방어 조기경보기지가 중국의 중단거리 탄도 미사일 공격에 의해 취약해질 수 있다. 확실하게 보호할 수 있는 방공체계가 없다면 어떠한 국가도 미사일, 로켓, 공중타격 세례에 노출될 수밖에 없다.

정지궤도 신호정보 플랫폼 개발 및 배치 시 중국은 전자신호 수집위성 기술분야에서 얻어진 결과물을 활용할 것이다. 두 영역 간에는 중첩되는 기술적 유사성이 있기 때문이다. 정지궤도 내 SIGINT 수집 센서 네트워크는 중국이 소수의 플랫폼만으로 전세계의 통신을 감청할 수 있도록 해주며, 이는 중국 군사 및 전략 결정 과정에 필수적인 정보를 제공해줄 것이다. 슈퍼컴퓨팅 기술 및 컴퓨터 코딩 분야에서 중국의 급격한 발전은 암호 및 신호분석에 대한 획기적인 발전으로 이어질 수 있음을 의미한다.

중국은 위성시스템을 마비, 전파교란 등 위성기술을 이용한 다양한 형태의 대위성방위체계(ASAT: Anti-SATellite) 구축을 시도하고 있는 것으로 판단되며, 일례로 위성의 통신 주파수를 교란하는 Jamming 기술을 비밀리에 개발 중에 있어 이러한 기술로 위성시스템의 오작동을 일으킬 경우 잘못된 GPS정보를 발사해 항공기나 군사시설을 마비시키는 것

이 충분히 가능하기 때문에 미국의 위성체계에 큰 타격이 있을 것으로 생각되며 이에 따라 미국도 중국의 위성 교란에 대비, 호핑기술을 지속적으로 연구 중에 있는 것으로 판단된다[16].

중국의 작전적 대함탄도미사일 체계는 미국 및 동맹/우방국이 유사시 중국의 우주기반 수집센서 및 영상센서를 단기간 불능화시키거나 영구히 파괴하는 반우주체계를 개발하게 하는 요인으로 작용할 수 있다. 최근 미국의 연구들은 중국의 반접근/지역거부(anti-access/area denial) 능력을 상쇄하기 위하여 반우주능력 개발에 나설 것을 촉구하고 있다.

또한 전자정찰위성과 연동하여 우주에 강력한 고출력의 지향성 마이크로파 무기를 미래의 "Light War"에 대비, 개발 후 우주공간에 배치할 것이다. 일례로 중국은 1960년대부터 레이저무기를 개발 착수하여 2005년에 레이저로 600Km 떨어진 위성을 포착, 추적, 조준하여 출력 100Kw, 빔 직경 0.6미터로 빔을 발사하여 위성을 정지(Blind)시킨 바 있고 오차는 5microradians 이하였다. 고출력 소형 레이저 포의 실용화는 2030년대가 될 것으로 전망된다. 이러한 레이저 포의 실용화는 ASAT 이외에 탄도미사일 방어체계, 국지전 방어 등 군사적 활용은 무한대가 될 것이다[17].

V. 결 론

현재까지 잘 알려지지 않았지만 중국이 현재 최소 두 기의 서로 다른 전자신호 수집 군집위성을 배치하고 있을 가능성이 농후하며, 한 기는 두 개 위성이 한 세트르, 다른 한 기는 저궤도에서 세 개의 동일궤도 위성으로 구성되어있는데, 이 전자신호 수집위성 플랫폼들은 저궤도 또는 정지궤도에도 있는 기타 위성 플랫폼에 함께 탑재된 전자신호 수집 센서에 의해 보강되었을 것으로 보인다. 기술적인 자료에 따르면 중국은 정지궤도상 SIGINT/ELINT 수집능력을 확대하기 위해 집중적인 노력을 기울이고 있다. 이렇게 발전된 역량들은 이동 중인 목표 함선그룹을 추적하고, 역내 주변국가의 방공체계를 무력화할 수 있는 역량을 크게 향상시켜줄 것으로 예상된다. 우주기반 전자신호 수집위성에 많은 임무가 할당되었고 그러한 자산을 지상기반 C4ISR 네트워크에 연결하는 체계의 시험운영이 그동안 성공적으로 시행되어왔다.

중국은 전자신호 수집위성을 더 넓은 차원의 해양감시임무, 특히 대함방공체계와 연결 짓고 있으며 그러한 면에서 중국의 전자신호 수집위성 프로그램은 중국의 비대칭 지역에서 우주전략을 강화시키는 데 적합한 것으로 보인다. 최근 <제인스 디펜스 위클리>에 의하면 중국은 138개 위성으로 구성되는 위성 전자정찰 시스템을 구축하고 있다고 보도하였다[18]. 이러한 중국의 우주전략은 미국과 한반도 주변에서 공중 및 해양작전 수행환경을 복잡하게 만들고 있다. 중국이 전략적 기술적 군사적 활용을 위한 우주개발 능력향상

을 위해 추진 중인 우주자산의 급격한 증가는 미국이 추진 중인 미사일 방어체계와 군사위성을 무력화 시킬 수 있고 대만 및 한반도 주변에서 미군의 군사개입에 정보통신체계를 마비시킬 수 있어 주변국에게 많은 군사적 부담을 안겨주고 있다.

최근 중국의 위성전략은 보다 더 높은 궤도를 포함해 다양한 궤도 환경에서 다양한 센서 탑재체계 개발에 중요한 관심을 두고 있다는 점이다. 이는 미사일방어 뿐 아니라 전 세계 군사 및 전략 통신보안에 대해서도 영향을 미친다. 중국이 전술임무 목적으로 우주자산을 활용하면서 반우주작전 및 ASAT 무기개발 프로그램에도 은밀히 추진하고 있기 때문에 우리도 이에 대비할 필요가 있다.

결론적으로 Yaogan의 EO, SAR, ELINT 위성 체계의 능력 강화는 중국의 지상 및 항공기반 감시능력을 넓은 대양 영역으로 확장해줌과 동시에 우주기반 통신위성과 지상의 C4ISR체계의 통합 네트워크로 복합적으로 발전해나가고 있다. 동 위성들의 발사는 전략적 효과 면에서 미국 뿐 아니라 주변국에도 지속적으로 큰 반향을 가져올 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Ian Easton, Mark A. Stokes : "China's Electronic Intelligence Satellite Developments", The project 2049 Institute, 2011
- [2] 이호형, "신호정보위성의 역사 및 현황", 항공우주산업기술동향, 제 11권 2호, pp. 111-118, 2013.
- [3] <http://blog.naver.com/chsshim/220302559674>
- [4] S Chandrasheker and Soma Perumal : China's Constellation of Yaogan Satellite & the Anti-Ship Ballistic Missile, National Institute of Advanced Studies, Bangalore, 2015
- [5] http://space.skyrocket.de/doc_sdat/yaogan-9.htm
- [6] 홍성범, "중국의 인공위성, 로켓개발의 현황과 전망", 과학기술정책, pp. 57-60, 2009. 가을
- [7] KARI, "우주강국 중국의 성장과정", 2016. 3
- [8] <http://www.globalsecurity.org/space/systems/noss.htm>
- [9] <http://gall.dcinside.com/board/view/>
- [10] 중국 우주백서, "2006년 중국의 우주항공사업"
- [11] http://space.skyrocket.de/doc_sdat/sj-6.htm
- [12] <https://en.wikipedia.org/wiki/Yaogan>
- [13] <https://chinaspacereport.com/spacecraft/yaogan/>
- [14] George Friedman, "Chinese Maritime Strategy and ROK-US Naval Cooperation", 제 1회 손원일 포럼, 2012. 3.
- [15] 최종건, 고경운, "중국과 일본의 항공우주정보력 변화 연구", 국방연구, 제58권 제1호, pp. 19-21, 2015. 3
- [16] 정보통신기술진흥센터, "중국의 위성기술 R&D 정책 추진 동향", 2014.
- [17] <http://www.atimes.com/article/light-war-space-based-lasers-among-beijings-high-tech-arms>
- [18] <http://www.hani.co.kr/arti/international/china/720423.html>

저자

이 용 식(Yongsik Lee)



- 1987년 3월 : 공군사관학교 전자공학과
- 1993년 8월 : 미 Florida Institute of Technology 전자공학 석사졸업
- 2012년 8월 : 한양대학교 정보통신공학과 박사과정 수료
- 2017년 2월 : 아주대학교 NCW학과

공학박사

- 1997년12월 : 정보통신기술사
- 2003년 1월 ~ 현재 : 국방부 부이사관
- <관심분야> : ELINT, ESM, 전자전

정회원

엄 상 호(Sangho Aom)



- 2001년 3월 : 공군사관학교 항공공학과
- 2016년 3월 ~ 현재 : 연세대 국방융합공학과 박사과정
- 2011년 1월 ~ 현재 : 방위사업청

<관심분야> : GPS재밍, 전자전, 항공무기체계

임 재 성(Jaesung Lim)



- 1983년 2월 : 아주대학교 전자공학과
- 1985년 2월 : 한국과학기술원 영상통신 석사졸업
- 1994년 8월 : 한국과학기술원 디지털통신 공학박사
- 1998년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 소프트웨어 융합학과 정교수

- 2006년 8월 ~ 현재 : 아주대학교 국방전술 네트워크 연구센터장
- <관심분야> : 이동통신, 무선네트워크, 국방전술통신