



SPACE SECURITY

뉴 프런티어

우주의 위험요인과 관리방안



1. 서론

최근 우크라이나전과 관련하여 흥미로운 사진이 온라인에 공개되었다. 러시아군의 주력 전폭기인 Su-34에 GPS 수신기가 장착되어 있는 사진이었다. Su-34는 우리나라로 치면 F-15K에 해당하는 중요한 무기체계이다. 다른 한편으로 러시아는 우크라이나가 GPS 신호를 사용하는 것을 방해하기 위해 전파방해를 하는 것으로 알려져 있다. 잠재적 적국이 운용하는 우주자산의 신호를 활용하는 동시에 방해하는 모순적인 상황이 벌어지고 있는 것이다.

상업용 위성 등 공개정보(Open Source Intelligence: OSINT)를 활용하는 것도 새로운 양상이다. 4월 14일 우크라이나군의 넵튠 대함미사일에 피격되어 침몰한 러시아 모스크바함이 대표적이다. 당시 모스크바함의 피격 여부는 많은 이들의 관심을 끌었다. 민간인들은 센티넬(Sentinel) 위성을 사용하여 모스크바함에서 화재가 발생하였음을 알아냈다. 센티넬은 유럽항공우주국(European Space Agency: ESA)에서 주도하는 레이더(Sentinel-1), 광학(Sentinel-2), 라디오미터/해양스펙트로미터/고도계(Sentinel-3) 등 다양한 센서를 포함하는 위성체계이다[1]. 묶어서 코페르니쿠스 프로그램이라고 한다. 코페르니쿠스 프로그램은 유럽연합집행위원회(European Commission)이 ESA와 공동으로 주관하는 세계 최대의 단일 지구 관측 프로그램이다.

우주자산 활용사례의 증가는 우주자산에 대한 의존성 증가를 반영한다. 인간생활이 우주와 밀접히 연관된 상태에서 개별 우주자산이 위험에 처하게 되면 안전이 위협받을 수 있다. 예를 들어 GPS 장애는 항공사고로 이어질 수 있다[2]. 영향의 규모가 커져 국가안보 문제로 비화할 가능성 또한 존재한다. 관련 사례로 태양풍으로 인한 전력망 장애를 들 수 있다[3]. 우주가 새로운 전쟁영역으로 떠오르면서 우주와 관련된 국가안보 위험에 대한 관심이 높아지고 있다. 즉 우주안보는 신흥안보(Emerging Security) 문제의 하나이다.

신흥안보란 미시적 차원의 개별안전(Individual Safety)의 문제가 양적으로 늘어나서 집합안전(Collective Safety) 또는 집합안보(Collective Security)의 문제가 되고, 더 나아가 질적 연계성이 커지면서 거시적 차원에서 파악되는 일반안보(General Security)의 문제가 되는 현상이다[4]. 신흥안보 이슈의 특징은 일상생활의 미시적 차원에서 발생하는 안전의 문제들이 특정한 계기를 만나서 거시적 국가안보의 문제로 증폭된다는 것이다. 위험의 규모와 성격이 단지 국가 간 분쟁이 발생하여 전쟁이 나지 않았다는 이유만으로, 다시 말해 전통안보의 문턱을 넘지 않았다는 이유만으로 국가 차원의 중요한 안보문제가 아니라고 미뤄 놓을 수만 없다. 따라서 신흥안보 관련된 위험을 평가하고 대책을 마련하는 것은 중요한 문제이다.

본 논문에서는 위험관리 개념에 기반하여 우주안보의 위험요인을 살펴보고, 이를 어떻게 관리할지에 대해 논하겠다. 먼저 우주안보 위험관리의 개념을 설명하고, 대표적인 우주안보 위험사건을 제시한다. 이후 위험을 관리하는 주요 참여자들과 조직, 그리고 대책을 정리한다. 마지막으로 유럽과의 우주안보 위험관리 협력 가능성을 논의한다.



2. 개념 및 위험사건

2.1. 개념

위험은 다음과 같이 사건이 발생하는 빈도와 해당 사건이 미치는 영향의 곱으로 표현할 수 있다[5].

$$\text{위험} = \text{위험사건이 발생할 확률} \times \text{위험사건이 미치는 영향} \quad (1)$$

다양한 사건이 위험사건에 해당한다. 작게는 걸어가다가 돌부리에 걸려 넘어지는 사건, 크게는 항공기 추락사고 등이 위험사건에 해당한다. 여기서 작다 또는 크다고 말하는 것은 해당 사건이 미치는 영향의 크기에 차이가 있기 때문이다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 위험사건 중에 가능도(Likelihood)가 높고 영향(Impact)이 큰 사건이 우선적으로 고려된다.

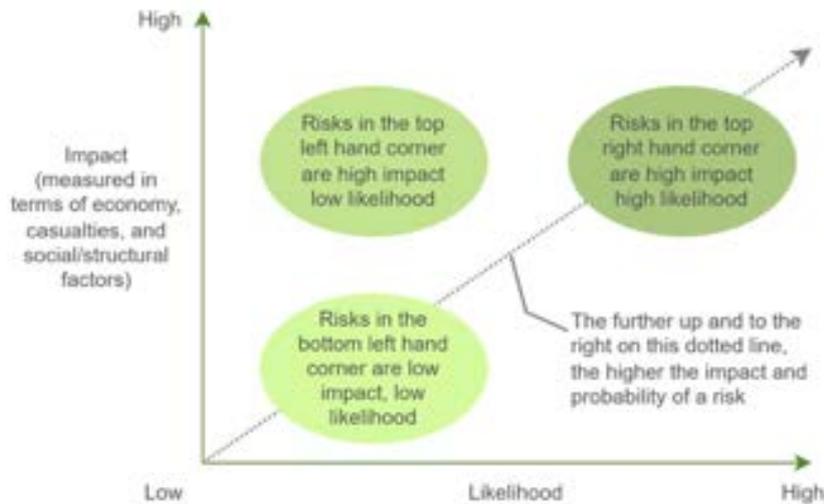


Fig. 1 Diagram showing how the national security risk assessment judgements were made: a risk in the top right-hand corner is one that is relatively more likely and relatively more impactful.

우주안보에 영향을 미치는 위험사건 또한 같은 틀을 사용하여 분석이 가능하다. 예를 들어 우주안보에 있어 위험사건이란 적이 위성 정보를 사용하여 아군의 전략자산을 공격하는 사건이다. 이 경우 위험사건이 발생할 확률은 다음과 같다.

$$\text{위험사건이 발생할 확률} = \text{관찰되는 확률} \times \text{표적으로 식별되는 확률} \quad (2)$$



단순히 관찰하는 것만으로 어떤 결과가 발생하지 않으나 정보처리 능력에 따라 우리의 약한 고리를 식별하고 공격할 수 있는 기회를 제공하기 때문에 영향이 큰 위험사건이라고 할 수 있다. 전통적으로 정찰위성은 저고도에서 작전하기 때문에 방문주기가 짧은 대신 관찰할 수 있는 시간 또한 짧은 문제가 있다. 이 경우 확률은 관찰 가능한 시간을 24시간으로 나눈 값이 된다.

$$\text{관찰되는 확률} = \text{하루 동안 관찰 가능한 시간}/24\text{시간} \quad (3)$$

예를 들어 하루 동안 1시간 관찰 가능한 위성의 확률은 24분의 1이 된다. 표적으로 식별되는 확률이 일정하다고 가정할 때 방문주기로 계산되는 확률이 위험사건이 발생할 확률에 큰 영향을 미친다. 또한 사건이 미치는 영향이 일정하다고 가정할 때 위험은 관찰되는 확률에 좌우된다.

최근 스타링크와 같이 군집을 이룬 위성체의 개발은 관찰 가능한 시간이 짧은 단점을 상쇄한다. 스타링크의 경우 와이파이를 지속적으로 제공할 수 있도록 4만 개 이상의 위성을 발사할 계획이다. 동일한 개념을 갖는 광학 또는 레이더영상 위성을 발사한다고 할 때 관찰 가능한 시간은 24시간에 근접하게 되고 위험사건이 발생할 확률 또한 그에 비례해서 1에 근접한다. 즉 매우 높은 위험에 직면하게 된다.

국가안보위험평가(National Security Risk Assessment: NSRA)는 국가안보에 파괴적인 위험을 평가하고 우선순위를 정하는데 사용된다[6]. 이렇게 정해진 우선순위를 바탕으로 국가의 자원을 효율적으로 배분하여 위험을 적정한 수준으로 관리할 수 있다. 우주안보 또한 국가안보에 중요하나 무제한적인 투자는 불가능한 것이 현실이다. 적절한 투자를 통해 궁극적으로 위험을 우리가 감당할 만한 수준 이하로 유지하는 것이 필요하다. Fig. 2는 일반적인 위험관리 상황을 나타낸다. x축은 위험수준을 나타내고, y축은 전체비용을 나타낸다. 위험수준이 높으면 높을수록 위험에 따른 비용은 증가한다(적색실선). 반면 위험수준이 낮으면 낮을수록 관리비용은 증가하는 것을 알 수 있다(청색실선). 예를 들어 감당할 수 있는 위험수준이 0.7 정도일 때 전체비용이 가장 낮은 최적의 지점(Optimal Point)은 위험이 0.5가 되는 지점이다.



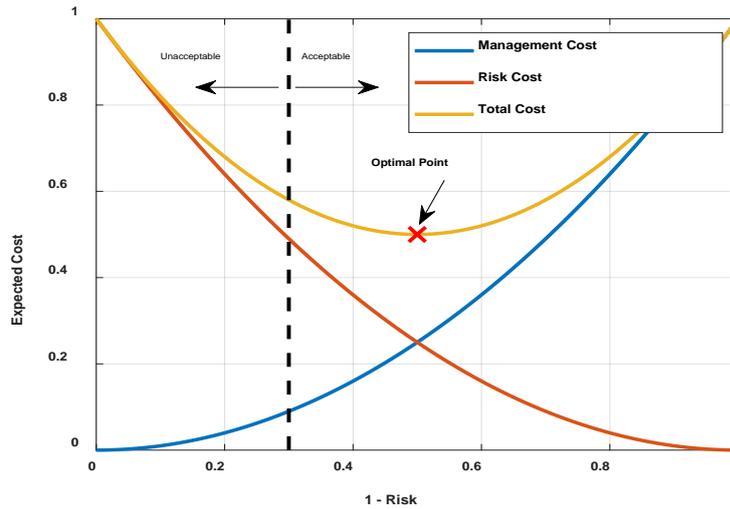


Fig. 2 Optimization for resource distribution

2.2. 위험사건

2.2.1. 우주기상

영국의 경우 NSRA를 통해 매년 위험사건을 식별하고 평가하고 있다[6]. 2022년판 국가위험목록(National Risk Register)에 등록된 우주 관련 위험사건으로 심각한 우주기상(Severe Space Weather)이 있다. 여기에는 플레어(Solar Flare), 태양 양성자 이벤트(Solar Proton Event), 그리고 코로나 질량방출(Coronal Mass Ejection: CME)를 들 수 있다. 각각이 미치는 피해는 다음과 같다.

- ① 플레어 - 짧은 기간(수 분에서 수 시간) 내에 매우 한정된 영역에서 엄청난 에너지를 폭발적으로 방출하는 현상이다. 플레어로 인한 에너지는 태양으로부터 몇 분 이내에 지구에 도착하여 통신 마비(Blackout)를 야기할 수 있다.
- ② 태양 양성자 이벤트 - 태양 플레어가 발생할 때 태양 대기에 있던 고에너지의 양성자들이 매우 빠른 속도(수 시간 내에 지구 도달)로 유입되는 현상이다. 위성이 고에너지 양성자에 의해 손상을 입을 수 있다.
- ③ 코로나 질량방출 - 태양 대기로부터 거대한 양의 태양 물질이 짧은 시간 내에 방출되는 현상이다. 천천히 이동한다. CME는 몇 시간에서 며칠 사이에 지구에 도달하여 지자기폭풍을 야기한다. 이는 국지적인 전력망파괴 등의 결과로 이어질 수 있다.



2.2.2. 우주쓰레기

러시아가 스푸트니크 인공위성을 1957년 발사한 이후 현재까지 약 7,900개의 인공위성이 발사되었다. 2026년까지 약 3천개 위성이 추가로 발사될 예정으로 이 과정에서 상당량의 우주쓰레기가 발생한다. 우주쓰레기에는 궤도진입 실패, 장비고장 등의 원인으로 목적한 기능을 수행하지 못하고 지구 근접 우주공간에 버려져 떠다니는 인공우주물체가 대표적인 우주쓰레기이다. 이외에, 폭발로 인한 파편, 우주유영 시 떨어뜨린 공구 등이 포함된다. 우주공간에 있는 우주물체(인공 및 자연)의 추락과 충돌에 의한 피해가 발생할 수 있다.

2022년 5월 현재 지구 주변의 궤도에는 지름 10 cm 이상의 인공우주물체 25,474개가 선회하고 있다. 현재까지 26,997개의 우주물체가 지구로 추락한 것으로 알려져 있다[13]. 작은 크기의 물체는 우주공간에서 다른 물체와 충돌하는 위험이 있고, 큰 크기의 물체는 우주공간에서의 충돌과 더불어 지구로 추락할 수 있는 위험이 있다. 지난 50여 년간 대기권 재진입과제에서 연소되지 않고 지상 또는 해상에 추락한 인공우주물체 파편의 총 질량은 5,400톤에 달하는 것으로 추정된다. 다만 지구 면적의 3분의 2를 차지하는 바다에 추락할 확률이 높기 때문에 직접적인 피해를 입을 가능성은 낮다.

2.2.3. 대우주전

대우주전(Counterspace Warfare)에 사용되는 공격 형태는 운동에너지(Kinetic Physical), 비운동에너지(Non-kinetic Physical), 전자(Electronic), 그리고 사이버(Cyber) 공격으로 분류할 수 있다[7]. 각각의 특징은 다음과 같다.

- ① 운동에너지공격 - 위성과 다른 물체와의 고속 충돌을 통해 위성에 손상을 가하거나 파괴하는 방법이다. Direct-Ascent ASAT(Anti-Satellite Weapons: 위성요격용무기), Co-Orbital ASAT, 그리고 지상국 공격의 세 가지 형태로 구분할 수 있으며, 대표적인 지상 기반 운동에너지 공격은 Direct-Ascent Attack이다. 이 방법은 지상에서 발사된 미사일에서 요격체가 분리되어 내장된 센서와 추력기를 사용하여 목표 위성을 포착, 충돌하는 방식이다.
- ② 비운동에너지공격 - 레이저와 극초단파 등을 사용하여 높은 에너지를 위성의 특정 부위로 향하게 하여 위성에 물리적인 손상을 가하는 공격이다. 특히 광학센서에 손상을 가하여 일시적인 기능정지(Dazzling) 또는 부분적으로 영구적인 손상(Partial Blinding)을 야기할 수 있다.
- ③ 전자공격 - 위성과 지상간 업링크(Uplink) 또는 다운링크(Downlink)를 교란하는 방법으로 전자보호가 미비한 상용방송통신 위성에 효과적이다. 군사위성의 경우 전자보호 수준이 높으므로 보다 높은 기술수준이 요구된다.
- ④ 사이버공격 - 지상과 위성사이에 전송되는 데이터와 이를 활용, 전송, 그리고 제어하는 장비를 타겟으로 하는 공격이다. 위성에 대한 사이버공격은 데이터 트래픽 패턴 모니터링, 데이터 가로채기, 가짜 또는 오염된 데이터를 삽입하는 방법 등을 사용한다. 사이버공격의 진입장벽은 높지 않으며, 우크라이나 전쟁에서 볼 수 있듯이 개인도 참전할 수 있다.



우리나라가 대처해야 할 우주안보 위협요인은 북한의 우주전 능력에 따라 우선순위가 변화한다. 북한은 발사형(Direct-Ascent)이나 궤도형(Co-Orbital) ASAT 능력을 갖출 가능성은 낮은 것으로 판단된다. 일부 EMP 위협을 제외한 비운동에너지공격 능력 또한 갖추지 못하였다. 반면 재밍을 사용한 전자전 능력과 사이버전 능력을 과시한 바 있다.

2020년 4월 북한은 신형 GPS 재밍을 전력화한다고 밝힌 바 있다. 여러 보고에 따르면 2021년 1월 현재 북한은 재밍작전을 한반도에서 수행 중이다. 타겟은 주로 라디오방송 주파수 대역과 민간영역에서 사용되는 GPS 신호로 아직까지 군사영역에 대한 위협은 가시적이지 않다[7]. 이에 대응하여 우리나라는 지상시스템으로 강화된 위성항법시스템(Global Navigation Satellite System: GNSS)을 개발 중이다. 이와 같은 시스템의 개발은 2010년부터 2016년 사이에 북한이 수행한 것으로 추정되는 스푸핑(Spoofing)이 동기가 되었다.

사이버전의 경우 121부대, 180부대, 91호실, 랩110 등의 기구에서 주로 수행된다[9]. 이들 가운데 1998년 김정일 국방위원장 시절 창설된 121부대가 최대 규모다. 소속 인원은 6,000명 이상으로 추정되며, 외국의 통신, 전력, 항공 등 인프라에 대한 사이버공격을 담당한다. 180부대는 김정은 위원장의 지시로 설립된 것으로 보이며, 핵무기 및 탄도미사일 개발을 위해 필요한 자금확보가 목표다. 일본의 가상화폐 거래소인 코인체크에서 거액의 가상화폐 NEM이 해킹된 사건이 180부대와 관련 있다는 의혹을 받고 있다. 아직까지 우주자산을 목표로 한 공격은 확인되지 않았으나 사이버전 능력이 고도화될수록 우주자산과 지상국에 대한 위협이 높아질 것으로 예상된다[7].



3. 위험관리

우주기상, 우주쓰레기, 대우주전 등과 관련된 우주안보 위험관리에는 여러 참여자들이 있다. 대표적으로 과기정통부, 국방부와 같은 중앙 정부부처, 합동참모본부, 각 군 본부, 기상청 국가위성센터, 한국천문연구원 우주환경센터, 한국천문연구원 우주위험감시센터, 공군본부 우주센터, 공군작전사령부 항공우주작전본부 우주작전대 등을 들 수 있다.

공군의 경우 본부 직할의 우주센터가 있다. 우주센터는 2021년 9월 본격적인 활동에 들어갔으며, 국방부, 합동참모본부 등 상급부대 및 항공우주연구원, 천문연구원 등 대외기관과 우주역량 발전을 위한 협업과 상호교류, 우주정책 수립, 시행을 위해 신설됐다. 우주정책과, 우주전력발전과, 우주정보상황실 등 3개 부서로 짜인 공군본부 우주센터는 공군의 우주전략 및 우주작전 수행개념을 발전시키고 구체화해 나갈 예정이다. 육군과 해군의 경우 우주안보 관련 참여 수준이 높지 않으나 육군의 ‘페가수스 프로젝트’와 같이 주요 참여자가 되기 위한 경쟁을 공군과 함께 벌이고 있다.

3.1. 우주기상

위험이 높은 우주기상 현상은 발생 빈도가 낮으나 한 번의 발생으로 광범위한 피해와 영향을 초래할 수 있기 때문에 위성궤도에서의 조기탐지, 현상분석, 상황 전파 및 대응 기술 개발이 필요하다. 무엇보다 지상 및 위성 관측 데이터를 이용하여 우주환경의 3가지 기본 요소인 태양 복사(R), 고에너지 입자(S), 그리고 자기장의 변황(G)를 분석하고 예보하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다.

우주기상 변화에 따른 위험에 대처하기 위한 정부영역의 주요 참여자로 기상청 국가기상위성센터와 한국천문연구원의 우주환경연구센터를 들 수 있다. 먼저 국가기상위성센터는 위성의 안정적인 운영을 지원하고 태양활동으로 인한 피해를 예방하기 위해 우주기상 감시 요소에 대한 상시 모니터링을 실시하고 있다[8]. 현재 천리안위성 2A호의 우주기상 탑재체(Korean Space Weather Monitor: KSEM)를 통해 국내 최초의 지구 정지궤도상 우주기상 관측이 이루어지고 있다. KSEM에는 입자측정기, 자력계, 위성대전 감시기 총 3개의 센서가 탑재되어 있다. KSEM에서 관측된 자료는 우주 위험기상의 실시간 감시 및 조기 탐지, 위성체의 안정적인 운영을 위한 정보를 제공한다.

한국천문연구원 우주환경연구센터는 태양 및 우주환경과 관련된 기초 연구, 응용 기술, 서비스 개발 업무를 통합적으로 수행하는 연구센터이다. 태양우주환경그룹은 1987년 흑점 관측으로 시작으로 현재까지 다양한 우주환경 관측장비를 개발하여 운영하고 있으며, 특히 NASA와의 협력으로 한국 Solar Dynamics Observatory (SDO) 데이터센터와 지구방사능대 감시위성인 Van Allen Probes (VAP) 지상국을 구축하여 운영하고 있다.



군사영역에서는 공군 기상단 우주기상팀이 주요 참여자이다. 현재 우주기상팀은 매일 향후 3일간의 우주기상 예보를 하고 있고, 태양 흑점 폭발 시에는 우주기상팀이 항법·통신장비 등에 대한 영향성을 분석해 작전 등 관련 부서에 전파하고 있다. 관련 연구에도 투자하고 있으며, 한반도 전리층의 변화 원인과 대응책 등이 주요 연구 과제다[12]. 우주기상분야의 경우 한국천문연구원과 오랜 기간 협력관계를 유지하고 있으며, 2010년에는 공군 기상단(舊제73기상전대) 내에 “VHF 전리층 레이더 관측소”를 구축했다. VHF 전리층 레이더는 위성 및 군 통신 장애를 유발시키는 중위도 전리층 변화를 연구하고 예측되는데 사용된다.

3.2. 우주쓰레기

현재 우주물체 추락, 충돌 재난에 대응할 수 있는 유일한 방법은 인공위성과 우주파편 등을 지속적으로 감시, 추적하는 것이다. 만약 추락할 위험이 있는 우주물체가 발견되면 추락 시각과 위치를 예측해 대비하도록 조치하고, 운용하고 있는 인공위성에 근접하는 우주물체가 확인되면 충돌 예상 궤도에서 벗어나도록 운용하는 위성을 회피 기동시키는 것이다.

정부는 우주위험으로부터 국민의 안전과 재산을 보호하기 위해 우주개발진흥법 15조에 의거하여 ‘제1차 우주위험대비 기본계획(‘14~’23)’을 수립하고, 이에 따라 매년 세부 시행계획을 수립하고 있다[11]. 또한 한국천문연구원을 ‘우주환경감시기관’으로 지정하여 우주위험 감시에 필요한 정책, 기술 등의 기반을 확충해나가고 있다.

공군은 한반도 상공을 지나가는 2,000여개의 인공위성을 추적, 감시하는 위성감시통제대를 2020년 창설했다. 2022년 1월 군 최초의 우주감시전력인 ‘전자광학위성감시체계(Electro-Optical Satellite Surveillance System: EOSS)’를 전력화하였다. EOSS는 한반도 상공을 통과하는 인공위성의 첩보활동을 감시하고, 우주물체를 탐지, 추적해 정보를 획득하는 임무를 수행한다. 이를 위해 공군은 전국 각지에 관측소를 세워 통합 네트워크를 구축했다.

3.3. 대우주전

앞서 언급한 바와 같이 우주인프라를 위협하는 다양한 공격 방법이 존재한다. 아직까지 대우주전에 직접적으로 참여하는 조직은 공군작전사령부 예하 항공우주작전본부에 우주작전대를 제외하고는 없다. 우주작전대에는 미우주군 소속의 인원이 함께 근무하고 있으며, GPS 재밍 등의 공격이 발생할 때 위성출력 상승 등의 대응을 한다.

공군은 2050년까지 로드맵을 담은 ‘국방 우주력 발전기본계획서(별칭 스페이스 오디세이 2050)’를 통해 ‘우주작전대(2019년 창설) → 우주작전전대(~2025년) → 우주작전단(~2030년) → 우주사령부(~2050년)’의 순서로 조직을 발전시킬 것임을 밝혔다[10].



육상 및 해상작전 지원의 측면까지 고려하면 우주작전은 공군의 영역을 넘어서 한층 더 합동성이 강조될 수밖에 없다. 육군, 해군도 그런 차원에서 공군 주도의 우주사령부 및 우주군 건설에 부정적이다. 특히 육군은 2030년대 이후까지의 비전을 담은 ‘폐가수스 프로젝트’를 2021년 6월에 발표하기도 했다. 육군은 3군중에서 인공위성 기반 위치정보 및 통신정보 등 우주자산에 대한 수요를 가장 많이 갖고 있기 때문에 우주력 건설의 중심적이 역할을 맡아야 된다고 판단하고 있다. 해군은 이지스함 기반의 탄도미사일 방어를 비롯해 해상 기반의 우주작전 수립과 전력구축 방안을 모색하고 있다.



4. 유럽과의 협력

우주의 평화적 이용 위원회(Committee of Peaceful Use of Outer Space: COPUOS)는 우주의 국제질서에 관한 조약과 원칙을 작성하는데 주도적인 역할을 수행하고 제반 문제들을 심의하고 있다. 2018년 6월 10여 년간의 논의 끝에 우주공간에 충돌을 줄이고 공평한 접근을 지향하는 ‘우주활동의 장기 지속가능성(Long-Term Sustainability of Outer Space Activities: LTS) 가이드라인’ 21개 지침들에 대한 합의가 COPUOS에서 이루어졌다. LTS 가이드라인의 21개 지침은 네 가지 분야(정책 및 규제, 우주운용의 안전, 국제협력 및 역량강화, 과학기술연구개발)로 구분되어 있다[14]. 이와 같은 지침에 근거하여 한국이 유럽과의 협력이 필요한 부분에 대해 논의하겠다.

4.1. 우주기상

LTS 가이드라인 지침 중 B6과 B7은 각국이 수집한 우주기상 데이터와 기상예보를 공유하고, 우주기상 모델과 도구의 개발, 그리고 우주기상의 위험을 저감하기 위한 사례를 수집하도록 하는 지침이다.

이미 여러 건의 우주기상과 관련된 협력이 진행되고 있다. 먼저 경희대 응용과학대학은 2016년 유럽 우주개발 주관기관인 ESA와 국제연구협약을 체결하여 2018년 발사된 천리안2호의 우주기상탐재체 개발 및 연구를 수행하였다. 우주기상탐재체는 지구 근방의 정지궤도에서 고에너지 입자, 자기장 및 위성체 대전현상을 관측하는 역할을 한다. 기상청은 2021년 유럽기상위성센터와 기상위성 기술 개발 등에 협력하고 있다. 유럽기상위성센터는 1986년 조직된 국제기구로 유럽 30개국이 회원이다. 양 기관은 협약을 바탕으로 대기 온·습도를 파악해 지구온난화에 영향을 주는 온실기체와 수증기를 감시하는데 유용한 ‘초분광 적외선탐측기’ 개발에 협력하고 있다. 또 위성을 활용해 산불을 탐지하는 기술을 교류하고 대기 중 온실가스를 검증하는데 지속 협력 중이다. 2018년 한국항공우주연구원과 한국 기상청, 프랑스 국립우주연구원 간 우주기후관측소 설립에 대한 의향서가 교환되었다.

향후 우주기상 모델의 개발과 관련된 협력이 필요할 것으로 생각된다. 유럽이 우주기상 변화에 따른 위험을 저감하기 위해 수립한 대책 등에 대한 벤치마킹을 통해 우리의 우주기상 대응체계를 좀 더 발전시킬 필요가 있다고 판단된다.

4.2. 우주쓰레기

LTS 가이드라인의 B9은 우주물체의 재진입에 따른 위험을 저감하기 위한 대책과 관련된 조항으로 재진입과 관련된 예측은 재진입이 예측되는 국가 또는 국제사회와 정보가 공유되어야 한다는 조항이다. D1과 D2는 각국 정부가 지속가능성을 유지하기 위한 방법의 연구 및 기술개발을 지원해야 한다는 지침이다. 우주잔해물을 관리하는 새로운 방법과 충돌을 회피하는 연구가 포함된다.



관측장비가 많을수록 우주물체를 보다 정밀하게 감시할 수 있으나 기술 구현 난이도와 설치 등의 비용이 높기 때문에 수와 크기를 늘리는 데는 한계가 있다. 따라서 주요 선진국들은 감시 목표에 따라 독자적인 관측 체계를 구축하는 동시에 주요국과의 네트워크를 통해 부족한 부분을 보완하고 있다. 현재 우리나라는 우주상황인식(Space Situational Awareness)을 위한 관측장비를 갖추기 시작한 단계이므로 보다 높은 수준의 능력을 갖추고 있는 유럽과의 협력이 필요할 것으로 생각된다. 유럽은 ESA를 통해 종합계획을 마련하고 있으며, 연대하여 우주상황인식 프로그램을 운영하고 있다. 대표적으로 Optical Ground Station (OGS)의 경우 지름 10 cm 크기의 우주물체까지 관측할 수 있는 성능을 갖고 있다.

우주쓰레기의 발생을 경감하기 위한 조치 및 기술 개발에 협력이 필요하다. 널리 알려진 문제는 해당 조치나 기술이 군사적으로 전용될 수 있다는 점이다. LTS 가이드라인 논의 과정에서도 우주물체의 능동적 제거 및 의도적 파괴에 대한 합의에 이르지 못하였다[14]. 따라서 관련 분야의 협력은 국제규범이 완성된 이후 추진하는 것이 필요하다고 생각된다.

4.3. 대우주전

대우주전에 따른 위험을 저감하기 위해 다음과 같은 협력이 이루어지고 있다. ‘호라이즌(Horizon) 2020’ 프로그램은 EU 최대 규모의 연구 기금 지원 프로그램으로 2014년부터 2020년까지 수행되었다. 이 프로그램에 다수의 국내 연구기관이 참여하였다. 이를 바탕으로 대우주전 관련 협력을 살펴보겠다.

한국전자통신연구원(ETRI)은 프로그램 운영기간(2014~2020년) 동안 총 7개의 과제에 참여하였다[15]. 그 중 우주분야는 1개의 과제가 있다. 과제명은 “Standardization of GNSS threat reporting and receiver testing through international knowledge exchange, experimentation and exploitation”으로 GPS와 같은 위성항법시스템에 대한 재밍 등과 같은 위협을 보고하고 분석하는 표준, 위협 하 GPS 수신기의 성능과 활용에 대한 국제표준에 대한 연구를 수행하였다.

고려대학교는 총 3개의 과제에 참여하였다[15]. 그 중 우주분야는 2개의 과제가 있다. 두 과제 모두 코페르니쿠스 프로그램과 관련이 있다. 코페르니쿠스 프로그램에서 획득한 위성데이터를 다른 정보와 융합하여 제공하는 기술을 개발하는 것이 목표이다. 이미 전 세계의 숲을 관측하고, 호수와 해안의 수질 오염을 발견하고, 재난 지도 제작에 기여하는 등의 도움을 주고 있다.

서론에서 언급했듯이 이와 같은 오픈소스데이터는 군사적으로도 활용이 가능하다. 우주기술의 특성상 민간기술과 군사기술의 구분이 어려운 실정이다. 물리적인 공격의 위험을 저감하기 위한 기술을 제외한 전자공격과 사이버공격에 대한 대책은 민간부문에서 협력이 가능할 것으로 생각된다.



5. 결론

본 논문에서는 위험관리 이론에 기반하여 우주안보의 위험사건을 식별하고, 위험을 어떻게 관리할지에 대해 살펴보았다. 우주안보 위험사건에는 우주기상, 우주쓰레기, 그리고 대우주전이 있다. 우주기상의 경우 플레어, 태양 양성자 이벤트, 그리고 코로나 질량방출에 의한 통신장애 등의 위험사건이 있다. 우주쓰레기의 경우 우주공간에서의 충돌, 지상으로 추락 등이 위험사건이다. 대우주전은 우주자산에 대한 물리적인 공격, 전자공격, 그리고 사이버공격이 위험사건이다. 우리나라는 다수의 참여자들이 해당 위험을 낮추기 위한 노력을 기울이고 있다. 마지막으로 유럽과의 우주안보 위험관리 협력 가능성을 살펴보았다. 상당한 수준의 협력이 진행되고 있으며, 주로 민간부문에서 협력이 이루어지고 있다. 향후 LTS 가이드라인 범위 내에서 유럽과의 지속적인 우주안보 위험관리에 관한 협력이 요구된다.



참고문헌

- [1] <https://www.copernicus.eu/en>, 검색 2022.5.25.
- [2] W. Bellamy III, "Are GPS Jamming Incidents a Growing Problem for Aviation?," Aviation Today, (2017).
- [3] D. Wallace, "A Large Solar Storm Could Knock Out the Internet and Power Grid — an Electrical Engineer Explains How," Astronomy, (2022).
- [4] 김상배, "신흥안보와 메타 거버넌스: 새로운 안보 패러다임의 이론적 이해", 한국정치학회보, 50(1), 75-104, (2016).
- [5] MIL-STD-882E, "System Safety," U.S. Department of Defense, (2000).
- [6] National Risk Register, HM Government, (2020).
- [7] Space Threat Assessment 2021, Center for Strategic & International Studies, (2021).
- [8] https://blog.naver.com/kma_131/222355907127
- [9] 연합뉴스, "121·180부대·91호실·랩110...北 사이버戰부대 조직적 활동", (2018).
- [10] 서울경제, "참여정부서 좌초된 '한국형 우주사령부'...17년만에 '독립군종 창설'로 재점화, (2022).
- [11] <https://www.nssao.or.kr/html/2>, 검색 2022,5.25.
- [12] 연합뉴스, "불붙은 '우주경쟁'...각국 우주부대 속속 창설", (2020). 검색 2022.5.25.
- [13] <https://www.nssao.or.kr/html/35>, 검색 2022, 5.25.
- [14] S. Shin, "The significance of a U.N. Guideline for Long-Term Sustainability of Outer Space Activities," Journal of Aerospace System Engineering, 13(5), 49-56, (2019).
- [15] 성경모, 김소은, 장진규, 김주원, "Plan to Strengthen Korea-EU International Cooperation in Science and Technology: Focusing on the Cooperation Strategy for Horizon Europe", 정책연구 2021-42, 과학기술정책연구원, (2021).



저자 이두열은 공군사관학교 항공공학과를 졸업하고 미국 노스웨스턴 대학교(Northwestern University)에서 기계공학 박사를 취득했으며, 현재 국방대학교 국방과학학과 교수로 재직 중이다. 그는 공학위험분석과 관련된 주제로 연구 중이며 베이지안 네트워크, 심층신경망 등 머신러닝, 인공지능 기술을 활용하여 드물게 발생하는 사건을 예측하는데 관심이 있다. 최근 3년간 10 편의 SCIE 등재 저널 논문과 8 편의 KCI 등재 저널에 관련된 논문을 발표하였다.

Dooyoul Lee
Professor of Defense Science
Korea National Defense University

Konrad-Adenauer-Stiftung Korea Office

kaskorea@kas.de
www.kas.de/korea



The text of this publication is published under a Creative Commons license: "Creative Commons Attribution- Share Alike 4.0 international" (CC BY-SA 4.0), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>