

# 현장 인사이트

## 우주쓰레기 경감 가이드라인

# 우주쓰레기 경감 가이드라인

## 국가 우주자산의 안전한 운용과 우주 활동 지속을 위하여



글. **김종범** SNS-View 편집위원

한국항공우주연구원 정책팀(책임연구원)
과학기술학 전공 이학박사

우리 인류가 우주활동을 하면서 우주공간에서 다양한 우주비행체를 사용하고 있다. 여기에는 누리호 발사체와 같은 우주 운송수단, 지구관측 및 통신, 항법, 과학임무 수행을 위한 인공위성, 다누리와 같은 우주 탐사선, 국제우주정거장과 같은 우주플랫폼이 포함된다. 이 중에서 임무가 종료되었거나 기능이 정지된 우주비행체와 그 부속품, 그리고 우주비행체끼리의 충돌이나 폭발로 생성되는 파편 등과 같이 우주 공간에 버려진 모든 인공 우주물체를 '우주 쓰레기'라고 부른다.

미국 등 우주 선진국들은 관련 가이드라인을 적극 준수하면서, 혁신기술(랑데뷰·도킹, 궤도상 위성수리·재급유, 우주쓰레기 포획기술(그물, 정전기 견인 등)의 개발을 통한 세계시장 선점 기회를 확보 중이다. 우주쓰레기로 인한 우주환경 악화를 방지하기 위한 국제적인 노력과 이를 구체적으로 실행하기 위한 각 국가들의 우주쓰레기 가이드라인 제정 및 실천 현황에 대해 소개하고자 한다.

### 늘어나는 우주쓰레기 처리를 위한 기술 연구의 시작

지구 주위 우주쓰레기는 최근 민간주도의 활발한 우주개발, 초소형위성, 소형위성 군집 임무를 위한 다량 발사가 활발해짐에 따라 급증하고 있다. 스페이스 X사는 최종적으로 250KG 소형 위성을 4만여 개까지 발사하려 하고 있으며, 향후 10년 이내에는 약 10만 개의 위성이 발사될 것으로 전망된다. 이는 1957년 첫 위성 발사 후 60여 년 동안 1만 개의 위성이 발사된 것과 비교하면 엄청난 숫자다. 이에 따라, 지구 주위 우주 공간에 발사된 위성과 상단로켓, 그것들이 버려지거나, 상호간 자연적으로 부딪쳐 떠도는 우주쓰레기 포함 인공우주물체들은 지름 10CM 이상이 34,000여 개, 1CM 이상이 90만여 개, 1MM 이상이 1억 3천만 개 이상인 상태이고, 이 숫자는 지속적으로 증가하고 있다.

특히 지름 1CM 이상의 인공우주물체들은 매우 빠른 속도로 인해 인공위성과 충돌 시 반파가 되거나 기능 정지를 야기할 수 있다. 우주관광 시 우주쓰레기와의 충돌 문제는 인명사상으로 이어질 수 있으며, 우주탐사, 우주개발을 위해 위성 및 발사체 발사 시 우주쓰레기와의 충돌위험으로 인해 지연되거나 실패할 가능성이 점차 늘어나게 된다. 실제 2009년 미국과 러시아 위성이 자연 충돌되어 완파되었으며, 이미 운용 중인 위성들이 우주쓰레기와의 충돌로 기능 고장, 파손되는 사례는 다수 보고되고 있다. 만일 우주쓰레기 충돌 위험이 증가하여 우주 발사가 어려우면, 우주를 통해 지구환경을 관측하는 시스템을 가동하지 못하므로, 지구환경에 대한 전 지구적 감시도 어렵게 된다.

우주 쓰레기 역시,  생활쓰레기와 마찬가지로 수거하여 처리하는 방식을 택하고 있다. 지구 근처에 있는 우주 쓰레기는 고도를 낮추어 지구 대기권으로 재진입시켜 소각시키는 방법이 있고, 고도가 높은 곳에 있는 우주 쓰레기는 사용하지 않는 우주궤도 공간으로 이동시키는 방법이 있다. 이를 위해서는 소위 우주 쓰레기 청소 위성이 필요한데, 기본적인 원리는 청소 위성이 우주 쓰레기에 가까이 다가가서 포획한 후 같이 비행하면서 특정 위치로 이동시키는 작업이다. 이 과정은 각각 랑데부, 도킹, 근접 운용이라고 부르고 있으며, 우주환경보호를 위한 궤도상 서비스 기술로 발전하고 있다. 한국항공우주연구원에서도 우주 공간에서 로봇팔을 이용한 궤도상 서비스 연구를 수행하고 있다.



## 우주 쓰레기 경감을 위한 가이드라인

UN은 1994년 처음 우주환경 및 우주쓰레기 문제를 이슈화하여 1999년 발간된 기술 보고서를 토대로 2007년 마침내 'UN 우주쓰레기 경감 가이드라인'을 제정·공포하였다. 해당 내용은 7개의 큰 카테고리에 우주환경 보호를 위한 조치사항들을 기술하고 있다.

UN은 1994년 처음 우주환경 및 우주쓰레기 문제를 이슈화하여 1999년 발간된 기술 보고서를 토대로 2007년 마침내 'UN 우주쓰레기 경감 가이드라인'을 제정·공포하였다.

이와 별개로, 1993년 창설된 국제우주쓰레기조정위원회(IADC)는 우주위험 및 우주쓰레기 관련 전문가들로 이루어진 워킹그룹을 통해 가이드라인을 제정한 바 있다. IADC 가이드라인은 2002년 처음 제정하였으며, 2007년에 개정하였고, 2019년 개정판이 발간되었다. 주요 내용을 살펴보면, ⅰ) 정상 운용 중 우주쓰레기 배출 제한, ⅱ) 궤도 상 파열 가능성 최소화, ⅲ) 임무 종료 후 폐기, ⅳ) 궤도 상 충돌 방지 등 4개의 범주를 다룬다. 이는 UN 가이드라인이 7가지 범위로 설명하는 것에 비해 간략화된 것으로 보여질 수 있으나, 하위 세션을 통해 보다 구체적이고 상세한 가이드라인을 제시하고 있다. 우리나라도 2022년 10월 제주 국제컨벤션센터에서 제40차 국제우주쓰레기조정위원회 총회(IADC : Inter-Agency Space Debris Coordination Committee Meeting)를 의장국으로서 개최하는 등 적극 관여하고 있다.

[표] 우주쓰레기 경감 해외 주요국 입법 사례

| 국가 | 주요내용 |
|---|---|
| 미국 | • 대통령 정책지침((Presidential Policy Directive 4: PPD-4, '10)<br>• 궤도폐기물 제한 NASA 절차 요건(NPR 8715.6A) 및 궤도폐기물 제한 NASA 절차(8719.14A) 등으로 NASA 우주 프로그램에 대한 기술적 요구조건 규정 |
| 프랑스 | • 우주운용법*(French Space Operation Act, '08) 및 기술표준명령('11)으로 상세하게 규정 운영<br>* 제5조는 우주물체 발사의 허가 요건으로 "사람과 재산의 안전, 공중보건과 환경 보호, 특히 우주폐기물 관련 위험의 경감"을 규정 |
| 우크라이나 | • 우주활동법(Law of Ukraine on Space Activities, '96)<br>* '제9조(우주활동의 금지 및 제한)'는 "우주활동을 수행함에 있어서, 우주 오염에 관한 국제 규범과 표준의 위반은 금지" 규정<br>• 우주기술장비 운용 시 지구근궤도 폐기물 발생 제한 산업표준('06)<br>* 'COPUOS 우주폐기물 경감 가이드라인' 등에 일치, 모든 주체에 강제 적용 |
| 오스트리아 | • 우주법('11)<br>* 제5조 "우주폐기물 경감은 모든 국가와 우주활동 사업자(operator)에게 매우 중요한 사항이다. 따라서 우주폐기물 경감 의무는 제4조와 함께 허가 요건으로 이미 중요한 역할을 담당한다..." 규정 |
| 캐나다 | • 원격탐사 우주시스템법('05) 및 원격탐사 우주시스템 규칙('07)<br>* 원격탐사위성의 발사·운용 허가 취득시 "시스템 처분계획(system disposal plan)"을 제출<br>• 캐나다 우주청(CSA)의 모든 활동에 'IADC 우주폐기물 경감가이드라인'을 적용 |
| 호주 | • 위성이용 정책('13)<br>* 정부는 우주활동 수행에 있어 UN 우주폐기물경감가이드라인을 준수 명시<br>• 해외발사 자격 신청자 가이드라인('98)<br>* 자국민이 해외에서 발사시에도 "COPUOS 가이드라인'을 고려한 폐기물경감전략" 제출 |
| 이탈리아 | • 우주폐기물 경감 유럽 행동규범('05)*<br>* European Code of Conduct for Space Debris Mitigation(ECoC)을 이탈리아 우주청의 모든 활동에 강제 적용 |
| 독일 | • DLR 우주 프로젝트를 위한 제품 품질보장과 안전 요건('12)<br>* 우주폐기물 경감 요건은 'DLR 요건'에 규정되어 있으며 모든 프로젝트에 강제적 적용 (UNCOPUOS 및 IADC 경감 가이드라인과 일치) |
| 일본 | • JAXA-관리 요건(JMR-003B, '96)<br>* UNCOPUOS 우주폐기물 경감 가이드라인', 'ISO' 및 'ITU' 등 과 동일 |

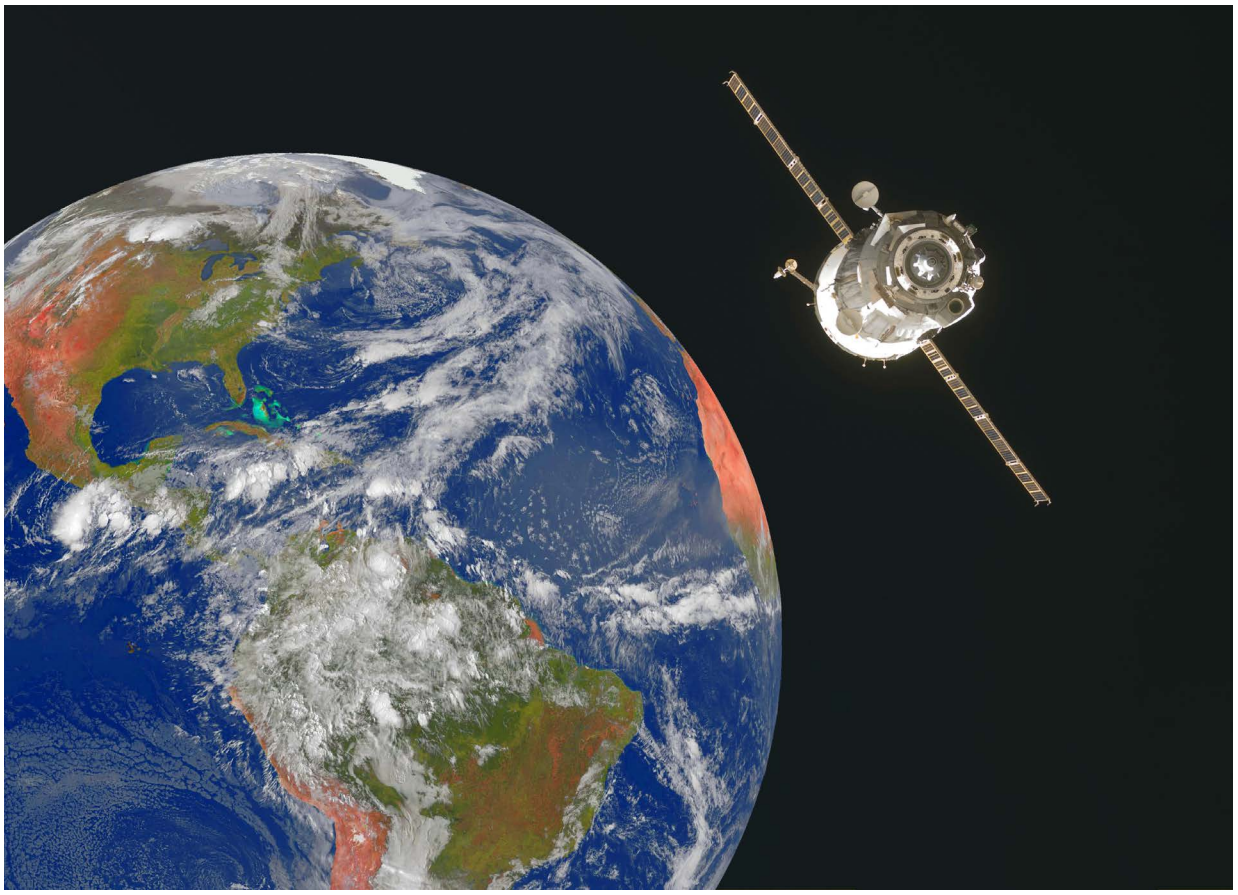
우리나라도 2022년 10월
제주 국제컨벤션센터에서
제40차 국제우주쓰레기조정위원회
총회를 의장국으로서 개최하는 등
적극 관여하고 있다.

## 우주경제 시대, 우리의 우주개발 환경을 준비하며

국내 우주개발 참여주체의 다양화와 높아진 우주개발 역량 등을 고려한다면, 국제사회의 기대에 걸맞은 우주개발 환경 조성이 필요하다. 지금까지는 항우연·천문연 등 일부 출연연 중심으로 우주개발을 추진해왔으나, 최근 산업체·대학 등으로 참여 주체가 확대되는 중이다. 주요 위성은 대부분 임무종료단계에서의 위성의 폐기절차 마련(폐기기술 보유 중) 등 국제 표준을 반영하고 있어, 기술·비용 측면에서 국제 권고안 이행에 큰 무리가 없는 상황이다.

우리나라 정부는 지구 궤도상에 버려지는 우주쓰레기를 줄이기 위해, 2020년 7월, 국내 우주비행체 개발·운용 기관이 연구개발 시 참고할 수 있는 「우주쓰레기 경감을 위한 우주비행체 개발 및 운용 권고」를 마련했다. 주요 내용으로는 우주비행체의 충돌을 예방할 수 있는 설계 기준, 충돌 위험 시 회피기동, 임무 종료 이후 잔존 궤도 수명인 25년을 고려한 폐기 조치 등의 기술적 권고 사항을 담고 있다. 본 권고안은 우리나라에서 우주 환경 보호 기준을 처음 제시한 것으로, 개발 주체의 우주환경에 대한 인식을 제고하며, 국제적 규범화에 대한 사전 대비와 우주쓰레기 수거로봇 등 관련 분야의 능동 기술개발을 촉진할 것으로 기대한다.

한국항공우주연구원 등 주요 관련 기관들도 우리나라 국가 우주자산의 안전한 운용과 우주활동의 장기 지속성을 확보하기 위해, 긴밀한 국내/외 협력을 토대로 우주 쓰레기로부터 안전한 공공 인프라 및 핵심기술을 연구개발하여 미래 우주경제 시대를 준비해야 할 것이다.



긴밀한 국내/외 협력을 토대로
우주 쓰레기로부터 안전한
공공 인프라 및 핵심기술을
연구개발하여 미래 우주경제 시대를
준비해야 할 것이다.