

宇宙シリーズⅣ

宇宙と軍事①

宇宙平和条約と各国の宇宙政策

川島 順 予科21-7
(越谷市) 航空7-1



宇宙と軍事①

1. 宇宙平和条約

宇宙平和条約は1966年(昭和41年)12月19日の国連総会決議第2222号として採択され、1967年(昭和42年)10月に発効した。日本もこの条約を批准している。

宇宙条約の骨子

第1条：宇宙空間の探査利用の自由

第2条：領有の禁止

第3条：国連憲章を含む国際法の適用

第4条：平和利用原則(核兵器を含む大量破壊兵器を配備してはならない)

ICBMなどは「宇宙空間を通過するだけ」との見解で禁止されていない。

また、偵察衛星、軍事通信衛星、航海衛星等は軍事目的であっても禁止されていない。

2. 各国の宇宙政策

A. 米国

スペースシャトルを中止、国際宇宙ステーション(ISS)の輸送手段を民営化路線に転換。LEO(地球低軌道)以遠の輸送手段として次期打ち上げロケット(SLS)と有人宇宙船を政府主導で開発中。

宇宙軍の創設

2019年8月29日、トランプ大統領は宇宙軍の創設を発表した。最近の宇宙領域における中ロ両国の台頭に危機感を募らせた為であろう。

中国は2007年、ミサイルによる衛星

破壊実験に成功している。さらに中ロ両国は衛星を攻撃する「キラー衛星」、弾道ミサイルに搭載する超音速滑空兵器の開発や敵国の宇宙利用を妨害する技術の研究に邁進している。

米国の宇宙軍の誕生は、1947年空軍が創設されて以来の新軍種誕生となり、現在の陸、海、空、海兵隊、沿岸警備隊の5軍種が6軍種となる。

B. ロシア

2020年までに宇宙基地を完成させる。2030年までに超重量ロケットの打ち上げ、有人月探査を実現、30年以降に宇宙エレベータを実現する。

ロシア宇宙軍は、2001年に創設された。弾道ミサイル攻撃の警戒、対ミサイル防衛、軍用・民用の人工衛星の開発、展開、維持及び統制を任務とする。2011年12月には宇宙軍と一部空軍部隊から航空宇宙防衛軍が設立され、2015年には空軍と統合され航空宇宙軍となった。

ロシアが2018年4月現在保有する軍事衛星の数は、89基で、米国の166基に次ぐ規模である。



レーザー兵器ペレスベート

ロシア軍は衛星を直接攻撃できるレーザー兵器、ペレスベートの配備を始めている。

さらに、電磁波で敵の衛星を制御不能にする航空機の開発を進めている。一兵器、ペレスベートの配備を始めている。

C. 中国

中国の宇宙開発は「国家中長期科学技術発展計画綱領」等に基づき実施されている。

中国の重要プロジェクトは有人宇宙飛行、月面探査、地球観測のために衛星35機による航行測位システム（北斗）の構築等がある。

人工衛星打ち上げには「長征ロケット」を運用しているが、2020年までに独自の宇宙基地の建設、2025年以降に月有人探査、月面基地の実現を目指している。

1. 宇宙ステーションの建設

中国は2016年6月25日、南シナ海の海南島に新たに建設した「文昌衛星発射センター」から、新型ロケット「長征七号」の打ち上げに成功した。また、同年9月15日には、長征2号Fロケットによって、宇宙ステーション天空2号を打ち上げた。



長征2号Fロケット

更に、同年10月17日には宇宙飛行士2名を乗せた神舟11号を長征2号Fで打ち上げ、天空2号とのドッキングに成功した。

宇宙飛行士は約1ヶ月天空2号に滞在し、同年11月18日に打ち上げた神舟11号によって地球に帰還した。

長征七号ロケットをはじめとする次世代長征ロケットに使われている技術は、人工衛星の打ち上げには極めて有用であると共に軍事衛星の打ち上げに直接流用可能であることに注目すべきである。

また、有人宇宙船や宇宙ステーションの

成功は、宇宙飛行士の育成を推進し、中国人民解放軍の宇宙軍の創設にも大きな力になるものと思われる。

2. 月裏面への軟着陸に成功

中国国営の中央テレビは、中国の無人探査機「嫦娥（じょうが=月に住む伝説の仙女）4号」が2019年1月3日、人類史上初めて月の裏側への軟着陸に成功したと報じている。

月にはスマートフォンや電子製品に使われるレアメタル（マンガンやコバルト等）等鉱物資源が豊富に存在する。中国はレアメタル供給で既に世界で独占的な地位にあるが、月の埋蔵資源も独占的に利用できれば、極めて大きな経済的強みとなる。

中国の意図は、月に宇宙基地の建設や原爆の実験を行うためであるとの報道も流れている。

レアメタルのほかにも、月には大量のヘリウム3がある。核融合反応に利用可能なヘリウム3だが、地球上では希少な存在だ。欧州宇宙機関（ESA）によると、この同位体は非放射性であり、核融合炉でより安全な核エネルギーを提供することが可能と考えられている。

月の南極エイトケン盆地には、クレーター内に永久に影になる部分がある。そのような地域には氷が堆積している可能性があり、それは月面基地には非常に重要である。

嫦娥4号には、ジャガイモとシロイヌナズナの種も積み込まれた。地球の6分の1とされる月面の低重力下で、温度と湿度が調節された密閉環境で育つか否かを調べるためである。

D. その他、欧州・インド

欧州：有人宇宙飛行はESA（欧州宇宙機関）がISSに参加。

インド：2013年宇宙飛行士をソユーズで打ち上げ。

火星探査計画を閣議決定。

E. 日本

日本の宇宙政策は、昭和44年（1969）の国会での「宇宙の開発・利用は平和目的に限る」とした決議によって、「平和目的」を「非軍事」と狭く解釈することにより、防衛目的の宇宙利用はできず、もっぱら、宇宙開発の目的の研究や技術開発に限られていた。

しかし、平成20年（2008）に成立した「宇宙基本法」は、宇宙の平和利用と国民生活の向上、産業の振興、宇宙科学の振興による人類科学の発展などを目的としている。この法律の制定によって、「平和目的」を「非侵略」と解釈することで、防衛目的への拡大が可能となり、防衛省が高性能の偵察衛星などを直接運用することができるようになった。

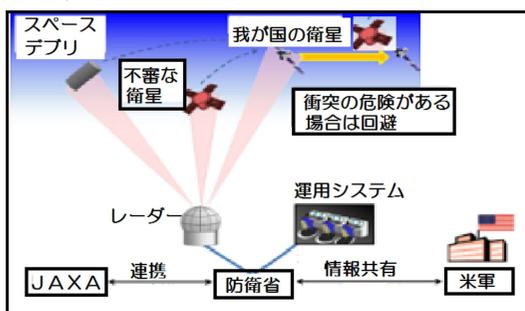
首相を本部長とする「宇宙開発戦略本部」が宇宙基本政策を作成して、その実施を促進する。

H30年（2018）12月の閣議で決定された中期防衛力整備計画（H31～35年）の中で、注目すべき事は、宇宙・サイバー・電磁波の領域における能力の獲得・強化が領域横断作戦に必要な優先事項として取り上げられている。

(1) 宇宙領域における攻撃防御能力

(a) 宇宙状況監視システム

米軍及び国内関係機関と連携して宇宙状況監視のためのシステムを整備する必要がある。



宇宙状況監視システムの運用

(b) 宇宙利用のC4ISR能力強化

C4ISRとは第6世代ジェット戦闘機（秩父145号）でも説明したように、Command（指揮）、Control（統制）、Communication（通信）、Computer（コンピュータ）、Intelligence（情報）、Surveillance（監視）、Reconnaissance（偵察）の略で、これらの機能を統合した電子戦システムのことである。

宇宙空間における衛星の脅威に対応するために、まず、敵の衛星やミサイルを早期発見する必要がある。

そのためには2波長量子ドット型赤外線センサー（2波長QDIP）が有効である。2波長QDIPは高温の目標に対して有効な中赤外線、低温の目標に対して有効な遠赤外線の2つの波長帯を同時に撮像できるため目標の探知能力が飛躍的に向上する。

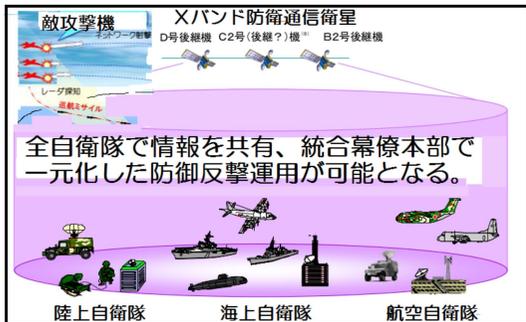
(c) Xバンド防衛通信衛星

Xバンドとは、8GHz～12GHzのマイクロ波周波数帯の短い波長(25-37mm)の電波のことで、雨や霧などの影響を受けにくい特徴がある。今回の「防衛通信衛星」により、陸海空3自衛隊で通信方式が違うものの、変換して伝送が行えるようになり、統合しての運用ができるようになる。

従来、防衛省・自衛隊が部隊間の通信用に利用していたスカパーJSAT(株)保有の商用通信衛星（スーパーバードB2号機、D号機）を3機使用していたが、2015年度に設計寿命に達したので、その後継機として、新たにXバンド防衛通信衛星3機体制で運用することになった。

その1号機の「きらめき1号」は事故のため打ち上げが遅れ、2018年（平成30年）4月仏領ギアナから打ち上げられた。

2号機の「きらめき2号」は、2017年（平成29年）1月、種子島宇宙センターからH-IIAロケットにより打ち上げられている。さらに、3号機もPFI（民間資金活用事業）により整備される予定で、2020年度（令和2年）の打ち上げを目指している。



Xバンド防衛通信衛星による統合運用

(2) サイバー領域の攻撃防御能力

サイバー攻撃は、情報通信ネットワークや情報システムの悪用により、サイバー空間を経由して、不正侵入、情報の窃取、改ざん、破壊、情報システムの作動停止、誤動作、不正プログラムの実行、DDoS攻撃（分散サービス不能攻撃）等を行う。その対策としては、

(a) サイバー防衛隊の充実強化

サイバー人材の確保と養成、実戦的な訓練環境の整備が必要である。

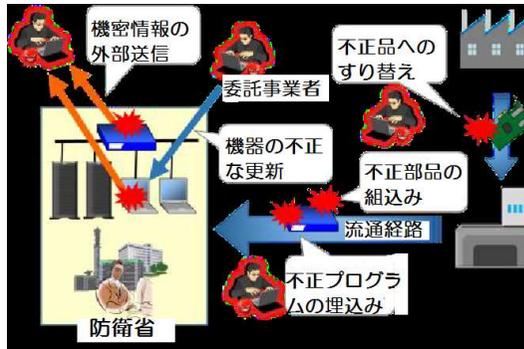
(b) サイバー攻撃に対する防衛省情報通信基盤の整備・強化

情報収集能力や調査分析機能の強化、サイバー攻撃対処能力の検証が必要であると共に、抗たん性のあるシステムの構築が必要である。

さらに、サイバー攻撃を受けた場合に反撃する手段として、ウイルスを常時保有することも必要となる。

(c) 情報システムのサプライチェーンリスク対策

防衛省に納入されるITチップやソフトウェアの納入過程、納入後の不正攻撃に対する検知・排除するシステムの構築が必要である。

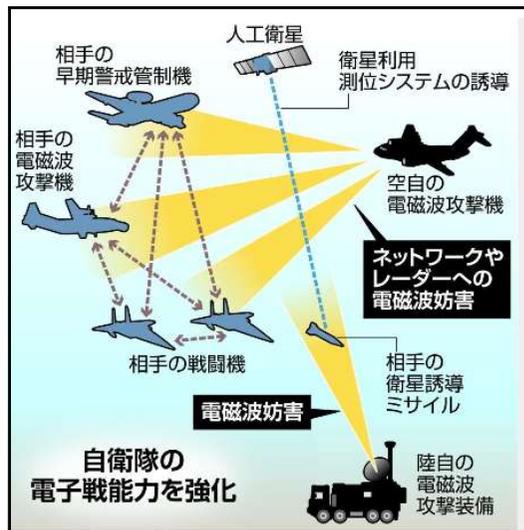


情報システムのサプライチェーンリスク

(3) 電磁波領域の攻撃防御能力

中国やロシアによる電磁波攻撃の脅威が高まる中、自衛隊が作戦を行う上で相手の作戦を妨げる電磁波攻撃能力の保有が不可欠である。

相手の電磁波を攻撃できる装備を航空機や車両に搭載し、相手の情報通信ネットワークの分断やGPSのような衛星利用測位システムによるミサイル誘導の妨害などを行う。



電磁波攻撃に対する防御システム

このシステムは各周波数帯の電波の収集と妨害を担当する「電子戦装置」と、各電子戦装置が収集した情報の処理・分析や、電子戦装置に対する指揮統制、他システム

等との接続等の機能を有する「電子戦統制装置」から構成されている。

(4) 準天頂衛星測位システムの導入

現在、自衛隊、特に海上自衛隊の艦艇は米国の全地球測位システム（GPS）に依存している。中国やロシアの攻撃によってGPSが機能不全に陥った場合に備えて、日本政府は準天頂衛星「みちびき」の活用を本格的にする方針を固めた。

準天頂衛星は、日本及びアジア太平洋地域上空をS字状に周回する日本独自の測位衛星である。

準天頂衛星には、位置を伝える測位信号への妨害電波や偽の測位信号を回避できる機能がある。既に施設艦や潜水艦救難艦に設置し運用しているが、他の護衛艦、航空機などに順次受信機を搭載する予定である。



準天頂衛星測位システム

(5) 航空宇宙自衛隊に改称

令和2年1月5日の読売新聞によれば、政府は2021年度には航空自衛隊を「航空宇宙自衛隊」に改称する方向で調整に入った

と報じられている。

航空自衛隊の定員は現在約4万7千人であるが、警戒監視活動の無人化により、3割の人員を浮かせこれを宇宙防衛に向ける。その中核となる「宇宙作戦隊」は2020年度に20人規模で創設し、2023年度から120人規模で宇宙監視の運用を開始する。2026年頃には宇宙空間の不審衛星などを監視する衛星を打ち上げる計画である。また、キラー衛星から人工衛星を防御する装備の検討にも入る予定である。

秩父148号(令和2年7月)

宇宙シリーズV 宇宙と軍事②

宇宙攻撃兵器・宇宙ゴミの掃除

川島 順 予科21-7
(越谷市) 航空7-1

V 宇宙と軍事②

1. 衛星攻撃兵器

1950年代に初期の写真偵察衛星が実用化されるとすぐに、敵側の軍事衛星を攻撃する手段である衛星攻撃兵器の開発が始まっている。

米国では地上から打ち上げたミサイルを人工衛星に直接体当たりさせる直接上昇方式（Direct Ascent）の兵器が主に開発されている。

一方、ロシアでは、地上から打ち上げたロケットで誘導体为目标となる人工衛星と同じ軌道に遷移させ、接近させて自爆し、破片によって目標を破壊する共通軌道方式（Co-Orbital）のキラー衛星（ASAT：Anti-satellite Weapon）が研究され、現在すでにキラー衛星の配備が行われている模様である。

核弾頭による衛星破壊も考案されたが、1967年の宇宙条約において、大気圏外に

おける核兵器利用が制限されたため、核による衛星攻撃兵器はそれ以降進められていない模様である。

中国は、2007年7月、四川省の衛星打ち上げセンター付近から、弾道ミサイルによって、高度約800kmを周回中の使用済み気象衛星「FY-1C」を破壊した。これは、弾道ミサイルに搭載された迎撃体（KKW）を直接衛星に衝突させ、その運動エネルギーによって衛星を破壊する方式を採っているものと思われる。この実験により約3000個の破片が発生した。これは高度2,000km以下にある人工物体の22%を占める量に相当する。このため欧米各国の非難を浴び中国は衛星攻撃兵器の実験を自粛する方向に転じている。

2. 宇宙の浄化

今から60年前の1957年にソ連が人工衛星「スプートニク」を打ち上げてから、各国は気象衛星、通信・放送衛星、軍事衛星等を競って打ち上げ、これまでに7600機を越えている。このうち役目を終え地上に回収されたり、高度が下がって落下した物を除くと、現在も約4400機以上の人工衛星が軌道上を回っている。

このように使用済みになった衛星や打ち上げた際のロケットの破片、または、2007年に中国が弾道ミサイルに搭載した迎撃体で気象衛星を破壊した際に発生した破片約3000個等、合計約2万個が現在軌道上を周遊している。これらの宇宙ゴミは「スペースデブリ」と呼ばれ、その除去が問題になっている。

スペースデブリは高度1000km以下の「低高度周回軌道」と高度約36000kmの「静止軌道」に集中している。

しかも、これらのデブリはお互いに衝突してその破片の数は自然に増殖している。この増殖を抑制するためには、大型のデブリ100~150個、あるいは年間5~10個除去すれば良いとされている。しかし、

宇宙ゴミの除去に関する国際的な法整備が確立されていない現状では、種々の問題が生じる。即ち、先ず宇宙ゴミの所有権について国際的なルールが進んでいないために他人が発生したゴミを勝手に処分して良いか否かの問題がある。

次に、宇宙ゴミを処理する費用は誰が負担するかと云う問題がある。

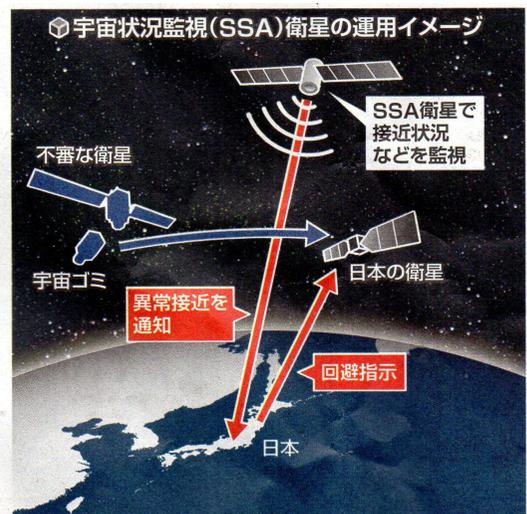
また、宇宙ゴミを除去する技術が未だ、確立されていない。しかし、宇宙ゴミの除去システムについては各国で種々の技術が提案されている。即ち、宇宙ゴミの除去システムには、宇宙ゴミの監視システムと宇宙ゴミの捕捉除去システムが必要である。

(1) 宇宙ゴミ監視システム

SSA衛星（Space Situational Awareness Satellite）

高性能のレーダーや光学望遠鏡を備えた地上の監視システムは天候に左右されるので、天候に左右されず近距離で監視できるSSA衛星が注目されている。

2020年5月19日の読売新聞では、日本政府が宇宙空間の状況を監視するSSA衛星の導入費を本年度初計上し、2026年度迄に打ち上げる方針を固めたと報じている。



その目的は日本の衛星が宇宙ゴミや不審な人工衛星による衝突を回避するためとあ

る。

(2) 宇宙ゴミ捕捉除去システム

宇宙ゴミ捕捉システムについては各国で種々の提案をしている。その主な機関と方法は：

(a) ESA (欧州宇宙機関)

ロボットアーム、触手、網、鉗等の様々な捕獲機能を備えた小型衛星「リムーブデブリ」を2018年4月に打ち上げ実証実験を行っている。

(b) EU (欧州連合体)

網、鉗、膜面展開等の捕獲機能を備えた小型衛星で部分実証試験中。

(c) NASA (米国航空宇宙局)

ロボットアーム、網等の捕獲機能について検討中。

(d) JAXA (宇宙航空研究開発機構)

導電性デザー(紐)を宇宙ゴミに取付け宇宙ゴミの速度を落として軌道外に落下させる。(詳細は後述)

(e) (株)アストロスケール

小型衛星の捕獲機能として粘着材を使用する。(詳細は後述)。

(f) 中国空軍工科大学

レーザー衛星で宇宙ゴミにレーザーを照射して危険性の少ない細かい破片に粉碎する。

(g) 日本・理化学研究所

プラズマ流をデブリへ照射し減速させ周回高度を下げて大気圏で燃焼させる。

(h) 米国 ATK (Alliant Techsystems Inc.)、日本九大等。

スイーパー(低密度材)を使用する。スイーパーに衝突したデブリを吸着回収する。

(i) 米国 NRL (National Research Lab.)

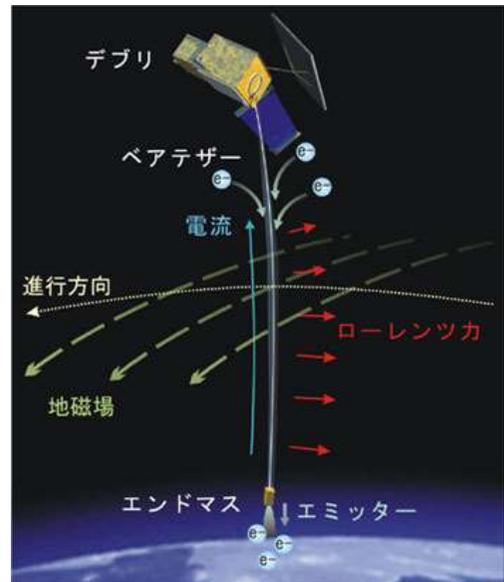
高密度のダストを撒布する。タングステン等の密度の高い粒子を軌道上に撒布して、衝突した小型デブリに付着させて重量を高めて軌道降下させる。

(j) スイス連邦工科大学

小型衛星によって宇宙ゴミを軌道外に押し出す。

(3) 日本 JAXA の宇宙ゴミ除去計画

JAXA (宇宙航空研究開発機構) のシステムでは、まず、デザーと言う伸縮性の導電性紐を収容したデブリ除去衛星を宇宙ゴミ(デブリ)に接近してデザーを取付ける。デブリを取り付けたデブリ除去衛星はデブリから離れる方向に移動してデザーを5~10km 伸展させる。



導電性デザーにローレンツ力の発生原理

デブリ除去衛星の電子源から電子を放出させるとデザーに電流が流れ、デブリの進行方向と反対方向にローレンツ力という力が発生し、デブリの飛行速度を減少させる。

その結果、デブリは次第に軌道を下げ、大気圏に突入してデブリ除去衛星と共に燃焼して消滅する。

なお、図は導電性デザーによるローレンツ力発生原理の説明図であって、実際にはエンドマスがデブリ除去衛星になる。

平成29年2月、日本の宇宙ステーション補給機の「こうのとり」を使用して、デザーの伸展状況やローレンツ力の発生原理等の実証実験を行った。

(4) 日本のアストロスケール社による宇宙ゴミ除去計画

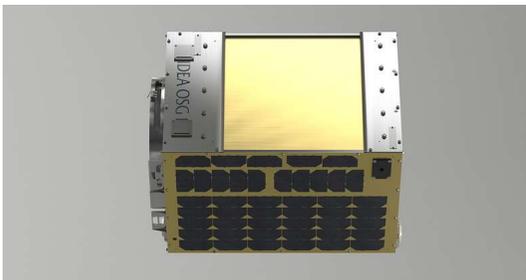
(株)アストロスケール社(代表伊藤美樹)とは、2013年5月岡田光保氏が設立した宇宙ゴミ除去を主目的としたシンガポール法人ASTROSCALE PTE LTD.

(代表岡田光信)の支社として2015年11月に設立された日本法人で、代表の伊藤美樹氏は、次世代宇宙システム技術研究組合で小型衛星「ほどよし3号」「ほどよし4号」の開発に携わり、岡田社長の勧誘によって(株)アストロスケールの社長に就任した(現在はジェネラルマネージャー)。

(株)アストロスケールは産業革新機構の補助金を得て現在、微小デブリ計測衛星「IDEA OSG1」とデブリ除去衛星実証機「ELSA-d」の開発に取り組んでいる。2017年「IDEA OSG1」をロシアのロケットで打ち上げ、英国のオックスフォード郊外の管制センターで追跡しデータ収集を行い、そのデータを元にして宇宙ゴミの分布地図を作成する予定で、同年11月「ソユーズ1.2」で打ち上げたが、衛星軌道に乗せることができず、打ち上げは失敗に終わった。

① 微小デブリ計測衛星「IDEA OSG1」

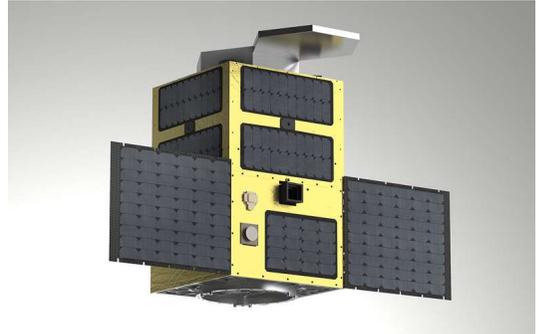
JAXAが開発した「フィルム貫通型微小デブリセンサー(SDM)を搭載し、このセンサーにデブリが衝突すると内部の導電線が切断され、その切断本数からデブリの大きさを推定することができる。このセンサーでデブリの位置と大きさを調べ、微小デブリの分布図を作成する。



微小デブリ計測衛星「IDEA OSG1」

② デブリ除去衛星実証機「ELSA-d」

デブリ除去衛星は粘着面を有する捕獲機構によって、使用済みの人工衛星を捕獲し、デブリ除去衛星の推進機構を使って大気圏に突入し、デブリと共に燃え尽きる。500kgまでのサイズのデブリの除去を目的としている。



デブリ除去衛星実証機「ELSA-d」

ELSA-dは、捕獲機(約180kg)と宇宙ごみを模擬した人工衛星(約20kg)を結合した状態で低軌道へ打ち上げ、軌道上において、難易度の高い捕獲実証実験を行う。磁石を用いた複数回に及ぶ捕獲とリリースによって、接近(相対航法)、診断(近傍制御・作業)、捕獲(ランデブ・ドッキング)、捕獲後の軌道修正まで、デブリ除去に必要なコア技術を一連のシステムとして実施する。

本プロジェクトで実施する「準協力接近・捕獲」は、捕獲対象が姿勢制御や通信機能を持たない条件下で行う世界初の実験である。

さらに、捕獲対象を回転させて姿勢制御機能を失わせデブリ化した人工衛星の状態を意図的に生み出したり、捕獲対象を相対航法センサーの視野から意図的に見失わせてから、ドッキングプレート、捕獲機搭載のカメラや光学センサー等を使用して、軌道位置の特定や接近の可能性を実証する予定。

このELSA-dの捕獲機と模擬デブリは、2020年半ばにカザフスタン共和国の

バイコヌール宇宙基地より打ち上げられる予定である。

3. 自衛隊・宇宙部隊の創設

2020年5月19日の読売新聞によれば、防衛省は本年5月18日、航空自衛隊の宇宙作戦隊を府中基地内に発足させたと報じている。宇宙作戦隊は約20人で発足し、23年度までに100人規模に増強する。宇宙作戦隊は人工衛星への脅威となる宇宙ゴミのほか、中国やロシア、国籍不明の人工衛星の動向を監視することが主な任務で、23年度に運用開始予定の山口県に新設する高性能の地上レーダ等で収集したデータを分析する。そして、米国、英国、オーストラリアなどと機密情報を共有するファイブアイズ（Five Eyes）の枠組みと連携して国際的な監視網を築く働きをする。